

Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense



International Journal of Forensic Anthropology and Odontology

Asociación Española de Antropología y Odontología Forense

Volumen. 7 | N°2 | Junio 2024



- ▶ **MALTRATO FÍSICO DEL SUBADULTO: UNA MIRADA DESDE LA ANTROPOLOGÍA FORENSE.**

Chino Cevallos CS, Augusto Lizarzaburu Alfaro WAA, Estrada Moreno FA, Cuchuñaua Canturín MA, Barraza Mendoza CME.

- ▶ **LA NECESIDAD DEL TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO EN LOS PROCESOS DE IDENTIFICACIÓN FORENSE.**

Ortega Palma A.

- ▶ **ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DEL HÚMERO A PARTIR DE SUS EPÍFISIS Y ASOCIACIÓN DE FRAGMENTOS PROXIMALES CON DISTALES, EN CUBANOS DE ASCENDENCIA HISPÁNICA.**

Machado Mendoza D, Urgellés Navarro LA, Pérez Pérez V.

- ▶ **ESTIMACIÓN DE LA EDAD LEGAL EN UNA MUESTRA POBLACIONAL DE ORIGEN SUBSAHARIANO Y TURCO, A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LOS CONDUCTOS RADICULARES DE LOS MOLARES INFERIORES.**

Ortiz BJ, De Luca S.

- ▶ **JERARQUÍA, COMPETENCIA Y CARROÑO: HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO TAFONOMICO FORENSE PARA EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.** Nasti A.

- ▶ **DIFERENTES EXPOSICIONES DE PRÓTESIS DENTALES ACRÍLICAS CON CÓDIGOS QR GRABADOS CON LÁSER CON FINES FORENSES.**

Briem Stamm AD, Fernández Iriarte MA, Zemborain CR, Outes María S, Casadoumecq AC, Bello JF, Rannelucci LR, Salazar JD, Telechea CR, Di Pietro S, Jaime G, Arias CG, Gualtieri AF.

REVISTA INTERNACIONAL DE ANTROPOLOGÍA Y ODONTOLOGÍA FORENSE.
International Journal of Forensic Anthropology and Odontology.

La Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (AEAOF) se fundó en 2006 en Madrid y está registrada en el Registro Nacional de Asociaciones de España con el número 587299. Realiza desde entonces una vez al año una reunión científica y está integrada hasta 2023 por 157 miembros. La actual Junta Directiva está formada por Enrique Dorado Fernández (Presidente), Inmaculada López Flores (Vicepresidenta de Antropología), Anna Hospital Ribas (Vicepresidenta de Odontología), Elisa Ruiz-Tagle (Secretaria), Ana Isabel Cascón Gutierrez (Tesorera) y Javier Irurita Olivares (Vocal). La AEAOF mantiene activa una web (www.aeaof.com) donde se aloja esta revista y tiene su dirección postal en el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Madrid. Laboratorio de Antropología Forense. Calle Julio Cano Lasso, 4 (Barrio de Valdebebas, Hortaleza). 28055-Madrid.

EDITA:
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ANTROPOLOGÍA Y ODONTOLOGÍA FORENSE, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Madrid. Calle Julio Cano Lasso, 4 (Barrio de Valdebebas, Hortaleza). 28055-Madrid.

La Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense es una revista Open Access (OA) que comparte el Copyright con los autores: cada autor con respecto a su trabajo y el editor con respecto a la revista en sí misma.



La revista se adhiere a los principios y procedimientos dictados por el Committee on Publication Ethics (COPE)
www.publicationethics.org



©Asociación Española de Antropología y Odontología Forense.

ISSN 2603-6797.

Fotografía portada: Zevallos SC, Augusto Lizarzaburu Alfaro WA, Estrada Moreno FA, Cuchuñaua Canturín MA, Barraza Mendoza CME.

Maquetación: Fernando Salgado Iglesias.



Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense *International Journal of Forensic Anthropology and Odontology*

La Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense, es el órgano de expresión oficial de la Asociación Española de Antropología y Odontología Forense

Director de la revista.

Enrique Dorado Fernández
Presidente AEAOF
(Instituto de Medicina Legal y CCFF de Madrid)

Comité Editorial.

Editores asociados

Miguel Botella López
(Universidad de Granada)
Ana Cascón Gutiérrez
(Instituto de Medicina Legal y CCFF de Madrid)
Francisco Etxeberria
(Universidad del País Vasco)
Anna Hospital Ribas
(Instituto de Medicina Legal y CCFF de Catalunya)
Javier Irurita Olivares
(Universidad de Granada)
Inmaculada López Flores
(Arqueóloga)
Elisa Ruiz-Tagle Fernández
(Instituto de Medicina Legal y CCFF de Madrid)
José Antonio Sánchez
(Universidad Complutense de Madrid)
Morris Tindball Binz
(Comité Internacional de la Cruz Roja)

Redactor Jefe.

Fernando Serrulla Rech
(Instituto de Medicina Legal de Galicia)

Comité Científico.

Cristina Amaya Ferrer, (Instituto de Medicina Legal y CC.FF de Cataluña), José Pablo Baraybar (CICR), Silvia Carnicero Cáceres (Instituto de Medicina Legal de Cantabria), Manuel F Carrillo Rodríguez (Universidad de Alcalá de Henares), Gonçalo Carnim (Instituto Nacional de Medicina Legal de Portugal, Coimbra), Luis B Fondebrider (Equipo Argentino de Antropología Forense), Gabriel M Fonseca (Sociedad de Odontoestomatólogos Forenses Iberoamericanos), Elisa García Prósper (Grupo Paleolab, Valencia), Ignasi Galtés Vicente (Instituto de Medicina Legal y CC.FF de Cataluña), Almudena García-Rubio (Universidad Autónoma de Madrid), Anahí Ginarte (Equipo

Argentino de Antropología Forense), Jesús Herrerin López (Universidad Autónoma de Madrid), Marisol Intriago (Servicio Médico Legal, Chile), Elena Labajo González (Universidad Complutense de Madrid), Assumpció Malgosa i Morera (Universidad Autónoma de Barcelona), Roberto Parra (Presidente Asociación Latinoamericana de Antropología Forense), Bernardo Perea Pérez (Escuela de Medicina Legal de Madrid), Vilma Pinchi (International Organization for Forensic Odonto-Stomatology), Joao Pinheiro (Instituto Nacional de Medicina Legal de Portugal), Manuel Polo Cerdá (Instituto de Medicina Legal de Valencia), José Luis Prieto Carrero (Instituto de Medicina Legal y CC.FF de Madrid), Luis Ríos Frutos (Universidad Complutense de Madrid), Fernando Rodes Lloret (Instituto de Medicina Legal de Alicante), Mercedes Salado (Equipo Argentino de Antropología Forense), César Sanabria (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Colombia), Mercè Subirana Domènech (Instituto de Medicina Legal y CC.FF de Cataluña), Aurora Valenzuela Garach (Universidad de Granada).

Características generales.

1. Revista en español sobre Antropología y Odontología Forense que acepta artículos también en inglés y portugués y que aspira a reunir las experiencias y los trabajos de investigación de investigadores, profesionales y expertos en Antropología y Odontología Forense del ámbito iberoamericano, así como a convertirse en un foro de encuentro y discusión científica. Se pretende editar inicialmente 1 ó 2 números al año.
2. Revista que se edita sólo de forma *on line*, descargable gratuitamente e incluida en la Plataforma Open Access de Revistas Científicas Españolas y Latinoamericanas del Centro Superior de Investigaciones Científicas. La revista estará alojada en la web de la AEAOF y seguirá el protocolo OAI-PMH (Open Access Initiative-Protocol for Metadata Harvesting) a fin de estar incluida en múltiples bases de datos y catálogos internacionales.
3. Revista editada por la Asociación Española de Antropología y Odontología Forense.
4. El Consejo Editorial tendrá esencialmente funciones consultivas y está abierto a la incorporación de otros profesionales destacados de la Antropología y Odontología Forense del mundo.
5. La Secretaría de Redacción tiene funciones de gestión de la revista.
6. El Comité Científico está formado por destacados miembros de la Antropología y Odontología Forense a nivel mundial y podrán incorporarse más expertos propuestos por el Consejo Editorial.

Información para los autores.

1. Las personas interesadas en remitir un artículo para su publicación deberán registrarse a través de la web de la Asociación Española de Antropología y Odontología Forense (pestaña REVISTA) y seguir las instrucciones que aparecen en el programa para subir los diferentes archivos.
2. Cada trabajo remitido para su publicación será revisado por dos revisores independientes que conocerán el trabajo a publicar de forma totalmente anónima ('*peer review*'). La decisión de publicación será del Secretario de Redacción correspondiente oída la opinión de los revisores.
3. Los trabajos serán publicados según las recomendaciones del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, Normas Vancouver (<http://www.icmje.org>). La bibliografía deberá estar referenciada según Normas Vancouver.
4. La revista incluirá las siguientes secciones: EDITORIAL, ORIGINALES, REVISIONES, PRESENTACION DE CASOS, INFORMES DE ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE, ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE PRACTICA Y EN IMÁGENES e INFORMACION DE INTERÉS PARA LA ANTROPOLOGIA FORENSE IBEROAMERICANA (Cursos, Congresos, Ofertas de Trabajo, Formación,...). Podrán existir números monográficos.

EDITORIAL: Es un texto que podrá redactar alguien del Consejo Editorial o bien quien éste encargue sobre temas de actualidad o debate.

ORIGINALES: Se considerarán 'Originales' aquellas investigaciones originales en Antropología u Odontología Forense como estudios experimentales, Trabajos Fin de Grado o Máster, Resumen de Tesis Doctorales, etc.. Tendrán una extensión máxima de unas 20 páginas incluida la bibliografía.

REVISIONES: Se consideran 'Revisiones' aquellos estudios de revisión bibliográfica sobre uno o varios temas de interés. Tendrán una extensión máxima de 20 páginas incluida la bibliografía.

PRESENTACION DE CASOS: Se podrán presentar casos de forma breve con un máximo de 2 páginas de texto (incluida bibliografía) y 3 páginas de fotografías.

INFORMES DE ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE: En esta sección se podrán presentar directamente informes de casos, aunque los autores se responsabilizarán: 1º) De que el caso esté archivado judicialmente o tenga sentencia firme y 2º) Que en el texto y las fotos se respeten los derechos a la intimidad, al honor y la propia imagen de las víctimas. Los informes enviados a publicar podrán ser limitados en su publicación por razones no científicas atendiendo a las peculiaridades del caso. En estas situaciones el Consejo Editorial comunicará al autor/es los motivos de la limitación. Los informes en principio no tendrán limitación de páginas ni fotografías aunque el Consejo Editorial se reserva negociar con el/los autor/es la extensión.

ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE EN IMÁGENES: Se trata de una sección en la que se podrán exponer de forma muy resumida y gráfica aspectos de interés en Antropología u Odontología Forense. Tendrán un texto breve (máximo 250 palabras) y las imágenes que se consideren necesarias hasta un máximo de 5 páginas.

NOTICIAS DE INTERES: Se podrá incluir todo tipo de información que pueda tener interés para los lectores en relación con la Antropología y Odontología Forenses.

BIBLIOGRAFIA: En todas las secciones deberá existir un apartado final de bibliografía de acuerdo con las normas Vancouver. Las referencias bibliográficas listadas al final aparecerán todas en el texto ordenadas según orden de aparición y entre corchetes (por ejemplo: [4]) al tamaño de la letra que se escribe.

5. MANUSCRITO: Los autores deberán tener en cuenta lo siguiente: El manuscrito deberá enviarse completo en Word con TÍTULO (en español o en inglés), AUTORES (Apellidos y Nombre, indicando la filiación de cada uno de ellos), RESUMEN con PALABRAS CLAVES (en castellano o en inglés), MANUSCRITO con IMÁGENES Y TABLAS situadas en el texto cerca de su referencia y BIBLIOGRAFIA en normas Vancouver. Será necesario enviar las imágenes y figuras por separado con calidad suficiente (no inferior a 200 ppp) así como las tablas que deberán ser incluidas en hojas separadas.

LOS MANUSCRITOS SE ENVÍAN A: antropologiaforense.aeaf@gmail.com



ÍNDICE

EDITORIAL.....	5
1. MALTRATO FÍSICO DEL SUBADULTO: UNA MIRADA DESDE LA ANTROPOLOGÍA FORENSE. <i>NON-ADULT PHYSICAL ABUSE: A LOOK FROM FORENSIC ANTHROPOLOGY.</i> Chino Cevallos CS, Augusto Lizarzaburu Alfaro WAA, Estrada Moreno FA, Cuchuñupa Canturín MA, Barraza Mendoza CME.....	7
2. LA NECESIDAD DEL TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO EN LOS PROCESOS DE IDENTIFICACIÓN FORENSE. <i>THE NEED FOR MULTIDISCIPLINARY WORK IN THE FORENSIC IDENTIFICATION PROCESS.</i> Ortega Palma A.	19
3. ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DEL HÚMERO A PARTIR DE SUS EPÍFISIS Y ASOCIACIÓN DE FRAGMENTOS PROXIMALES CON DISTALES, EN CUBANOS DE ASCENDENCIA HISPÁNICA. <i>HUMERUS LENGTH ESTIMATION FROM EPIPHYSIS AND ASSOCIATION OF DISTAL AND PROXIMAL FRAGMENTS, IN CUBANS HISPANIC DESCENT.</i> Machado Mendoza D, Urgellés Navarro LA, Pérez Pérez V.	26
4. ESTIMACIÓN DE LA EDAD LEGAL EN UNA MUESTRA POBLACIONAL DE ORIGEN SUBSAHARIANO Y TURCO, A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LOS CONDUCTOS RADICULARES DE LOS MOLARES INFERIORES. <i>ESTIMATION OF THE LEGAL AGE IN A POPULATION SAMPLE OF SUB-SAHARAN AND TURKISH ORIGIN, BASED ON THE ANALYSIS OF THE ROOT CANALS OF THE LOWER MOLARS.</i> Ortiz BJ, De Luca S.	37
5. JERARQUÍA, COMPETENCIA Y CARROÑEO: HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO TAFONOMICO FORENSE PARA EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. <i>HIERARCHY, COMPETITION AND SCAVENGING: TOWARDS THE CONSTRUCTION OF A FORENSIC TAPHONOMIC MEDELS FOR THE PERI-URBAN AREA OF BUENOS AIRES CITY.</i> Nasti A.....	50
6. DIFERENTES EXPOSICIONES DE PRÓTESIS DENTALES ACRÍLICAS CON CÓDIGOS QR GRABADOS CON LÁSER CON FINES FORENSES. <i>DIFFERENT EXPOSURES OF ACRYLIC DENTAL PROSTHESES WITH QR CODES ENGRAVED BY LASER FOR FORENSIC PURPOSES.</i> Briem Stamm AD, Fernández Iriarte MA, Zemborain, CR Outes María S, Casadoumecq AC, Bello JF, Rannelucci LR, Salazar JD, Telechea CR, Di Pietro S, Jaime G, Arias CG, Gualtieri AF.....	75



Editorial

Antropología Forense Hispanoamericana y en español

Al margen del monográfico publicado en 2021, por primera vez en la historia de la REVISTA INTERNACIONAL DE ANTROPOLOGIA Y ODONTOLOGIA FORENSE, todos los artículos publicados en el número pertenecen a autorxs centro y sudamericanxs. Este era uno de los objetivos de la revista cuando nació y me alegro mucho que hayamos podido cumplirlo tan pronto. Pretendíamos fomentar los lazos profesionales entre ambos continentes poniendo en valor tanto la lengua como la profesión que nos une. Es un orgullo y un honor para el que suscribe estas letras que compañerxs de centro y Sudamérica hayan considerado nuestra revista para publicar sus trabajos. Todavía parece que tenemos el complejo de valorar más el inglés que el español en lo que se refiere a publicaciones científicas pero no podemos olvidar que según los datos oficiales del Instituto Cervantes, el español es un idioma que hablamos casi 600 millones de personas en el mundo. El español es la segunda lengua materna del mundo y la cuarta en el cómputo mundial de hablantes. Es el tercer idioma más usado en internet, el segundo en grandes plataformas digitales y la cuarta lengua más estudiada. Los Antropólogos Forenses que hablamos español tenemos el privilegio de poder difundir nuestros conocimientos en nuestra lengua materna sin necesidad de sentirnos menos que nadie por no escribir en inglés. En Centro y Sudamérica existe posiblemente la casuística más importante del mundo tanto en lo relativo a graves vulneraciones de los Derechos Humanos como en casos de Criminalidad convencional. Compartamos, trabajemos juntos, crezcamos juntos, el futuro en español también es nuestro.

Animo a todxs lxs colegas de todo el mundo a publicar en nuestra revista. Aceptamos incluso las dudas que todxs tenemos muchas veces con los diagnósticos y nuestras hipótesis. Aceptamos trabajos en inglés como no podía ser de otra manera, pero utilicemos nuestra lengua materna.

Nos alegramos que ALAF haya comenzado a publicar otra revista. Les deseamos mucha suerte y larga vida a su revista, la revista hermana.

Por último, quiero agradecer especialmente a todxs lxs autorxs de este número su contribución. A todos va nuestro agradecimiento pero en especial a nuestra colega Albertina Ortega que pone negro sobre blanco el grave problema forense que existe en México con las identificaciones de los desaparecidos. Nuestro incondicional apoyo hoy y siempre.

Fernando Serrulla Rech
Redactor Jefe



Maltrato físico del subadulto: Una mirada desde la antropología forense.

NON-ADULT PHYSICAL ABUSE: A LOOK FROM FORENSIC ANTHROPOLOGY.

Chino Cevallos CS¹, Augusto Lizarzaburu Alfaro WA², Estrada Moreno FA³,
Cuchuña Canturín MA⁴, Barraza Mendoza CME⁵.

- 1 Morgue Central de Lima, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Licenciado en Antropología (Universidad Nacional San Agustín de Arequipa). Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Perú.
- 2 Morgue Central de Lima, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Licenciado en Antropología (Universidad Nacional de Trujillo). Universidad Nacional de Trujillo.
- 3 Morgue Central de Lima, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Licenciado en Arqueología (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5952-0823>. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Perú.
- 4 Morgue Central de Lima, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Licenciado en Antropología (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7339-706X>. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Perú.
- 5 Morgue Central de Lima, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Licenciado en Antropología (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4669-0633>. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Perú.

RESUMEN: El estudio de casos de maltrato a menores desde la perspectiva de la antropología forense en restos óseos es un campo poco desarrollado; especialmente en el contexto latinoamericano. El análisis de dos individuos no adultos esqueletizados evidenció la existencia de traumas antemortem y perimortem, además de entesopatías, indicadores de estrés nutricional y periostosis evidenciado por la neoformación ósea subperiosteal. Los casos ilustrados corresponden a dos individuos ingresados en la Morgue Central de Lima, durante los años 2020 (muestra 01) y 2021 (muestra 02) y analizados en el Servicio de Antropología Forense. El análisis de traumas engloba fracturas que comprometen la región craneal, torácica, vertebral y apendicular. Entre los indicadores de estrés se consideraron la hiperostosis porótica y las líneas de Harris. Estos factores focalizados aportan evidencia sustentable asociada a casos de maltrato físico crónico y maltrato físico agudo de individuos no adultos.

PALABRAS CLAVE: ANTROPOLOGÍA FORENSE, MALTRATO DE SUBADULTOS, TRAUMA ÓSEO, PERIOSTOSIS, INDICADORES DE ESTRÉS.

ABSTRACT: The study of cases of child abuse from the perspective of forensic anthropology in skeletal remains is an underdeveloped field; especially in the Latin American context. The analysis of two skeletonized non-adult individuals evidenced the existence of antemortem and perimortem traumas, as well as enthesopathies, indicators of nutritional stress and periostosis evidenced by subperiosteal bone neoformation. The illustrated cases correspond to two individuals admitted to the Central Morgue of Lima, during 2020 (Sample 01) and 2021 (Sample 02) and analyzed in the Forensic Anthropology Service. Trauma analysis encompasses fractures that compromise the cranial, thoracic, vertebral, and appendicular regions. Among the stress indicators, porotic hyperostosis and Harris lines were considered. These focused factors provide supporting evidence associated with cases of chronic physical abuse and acute physical abuse of non-adult individuals.

KEY WORDS: FORENSIC ANTHROPOLOGY, NON-ADULT ABUSE, BONE TRAUMA, PERIOSTOSIS, STRESS INDICATORS.

CONTACTO: Claudio Martín Ezequiel Barraza Mendoza. Correo: saturno3019@gmail.com

En nuestra especie la inmadurez, física como mental, se prolonga un largo periodo de tiempo en el que los individuos, hombres y mujeres no adultos (infantes, niños y adolescentes), dependen de una familia nuclear o extensa que le proporcione los recursos necesarios para

poder sobrevivir y alcanzar la plena madurez. A pesar de ello en situaciones anómalas, como la violencia intrafamiliar, la protección que debieron brindarle los adultos no existió dando lugar a lo que se conoce como maltrato de menores o maltrato infantil.

El maltrato de no adultos tanto en poblaciones antiguas como contemporáneas es un problema de nivel global en la que humanos menores de 18 años sufren de malos tratos y desatención que usualmente termina en graves secuelas físicas y mentales y que en el peor de los casos concluye con la muerte del menor.

Si bien este problema ha sido registrado desde el punto de vista de la práctica clínica y médico legal es en la práctica antropológica forense donde la información aún es escasa. Reconocer los indicadores osteológicos y dentales para establecer el maltrato físico de menores resulta siendo de vital importancia en los casos en el que se presume este tipo de acciones. Tales indicadores nos permiten establecer dos momentos en el maltrato físico, uno crónico, ocurrido a lo largo de los meses y años, y otro agudo que gira en torno a la muerte del individuo.

En el presente artículo se muestran dos casos analizados en el Servicio de Antropología Forense de la Unidad de Tanatología Forense.

1. MATERIAL Y MÉTODO.

El estudio se realizó en base a los restos esqueletizados de dos individuos no adultos y sus respectivos elementos asociados. Las muestras fueron remitidas a la Morgue Central de Lima y analizadas en el Servicio de Antropología Forense del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (Perú).

La muestra 01 provino de un contexto urbano periférico, este individuo se encontraba vestido y depositado dentro de un costalillo de rafia y descubierto en el patio de una vivienda. Su nivel de conservación es bueno.

La muestra 02 provino de un contexto urbano periférico, pero a diferencia de la anterior muestra esta fue exhumada del subsuelo de un jardín en una propiedad privada. Se encontraba envuelta con una manta artesanal (lliclla) y vestía ropas y calzado. Su nivel de conservación es bueno.

No fue posible estimar el sexo debido a que al tratarse de individuos no adultos en estado de esqueletización los caracteres dimórficos osteológicos macroscópicos aún no se encuentran presentes. Sin embargo, la cultura material asociada a los individuos nos permite estimar el género indeterminado para la muestra 01 y el género femenino para la muestra 02. Por otro lado en base a la erupción dental y fusión de epífisis [1] [2] nos permitieron estimar una edad entre 3.5 y 4 años al momento de la muerte para la muestra 01 y de 9 a 10.5 años al momento de la muerte para la muestra 02. Por el estilo de la ropa de los individuos y el estado de conservación de los mismos se estima una data de muerte superior a los 20 años en ambos casos.

En ambas muestras el análisis osteológico se realizó de forma macroscópica y ocasionalmente con ayuda de una lupa, estereoscopio y material radiográfico.

2. RESULTADOS.

2.1. Muestra 01.

El esqueleto analizado está en buen estado de conservación, aunque incompleto, conservando parte de tejido blando desecado adherido, en especial en las manos (Ver figura 1).

El cráneo presenta un corte postmortem en la parte posterior correspondiente a la necropsia de ley. Durante el análisis, se pudo apreciar un área comprometida por periostosis en el parietal y temporal izquierdo.

En el esqueleto poscraneal, las clavículas también exhiben periostosis en sus diáfisis. Los omóplatos presentan periostosis en la cara posterior del ángulo inferior.

Los húmeros, radios y cúbitos exhiben indicios de periostosis, focalizadas en las diáfisis. En el caso del cúbito, es observable en el tercio distal (Ver figura 2).

Figura 1. Distribución de traumas, patologías e indicadores de estrés en el Individuo 1.

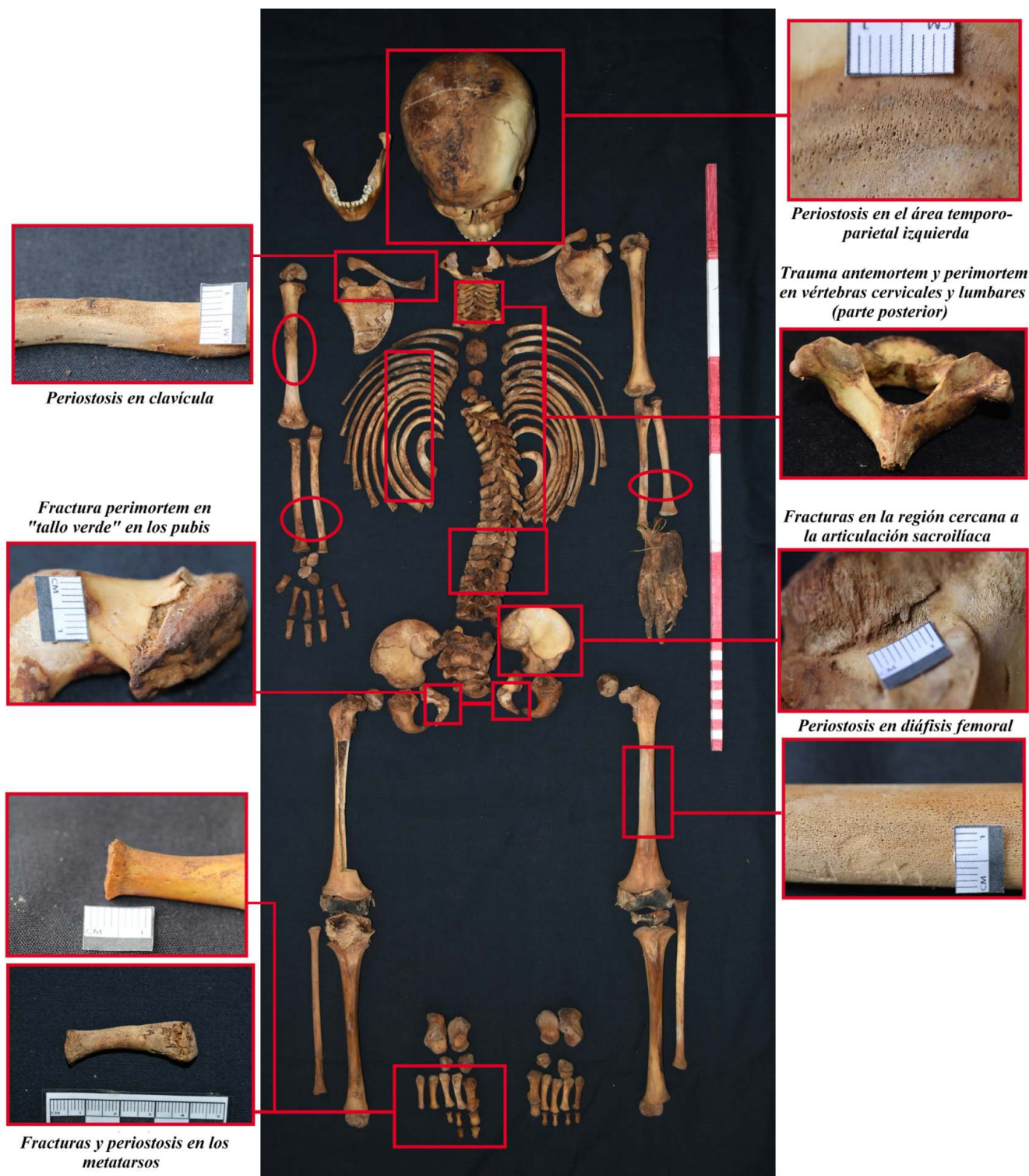


Figura 2. Foto a detalle de la periostosis en cúbito distal. Es bilateral (Individuo 01).



La caja torácica es la más comprometida. Las costillas derechas primera, cuarta, octava, décima, onceava y decimosegunda presentan periostosis. Del lado izquierdo se observa periostosis en los cuerpos costales de la segunda, tercera, cuarta, séptima, novena, décima y onceava costilla.

Las vértebras torácicas y lumbares presentan trauma antemortem y perimortem distribuidos de la siguiente manera: la primera vértebra torácica exhibe fractura completa del extremo inferior de la apófisis espinosa. La segunda presenta el mismo tipo de trauma, pero en esta puede apreciarse formación de periostosis en el área circundante al trauma. Tanto la tercera como cuarta torácica presentan fracturas en “tallo verde” en sus

apófisis espinosas. En la región lumbar se observan fracturas en las apófisis espinosas de las vértebras lumbares L1 y L2.

En la región pélvica, el sacro presenta fracturas en el primer y segundo segmento siguiendo el borde anterior de la superficie auricular izquierda. Los coxales también exhiben fracturas y periostosis en diversas áreas. Se observa periostosis en la cresta ilíaca. El coxal izquierdo también presenta una fractura por sobre la superficie auricular. El pubis también presenta fracturas y formación de periostosis. Se observa una fractura en la rama iliopúbica del pubis derecho. En el pubis izquierdo se puede apreciar fractura en “tallo verde” en el cuerpo pubiano (Ver Figura 3).

Figura 3. Fractura perimortem en tallo verde en la región pubiana del Individuo 01



El fémur izquierdo presenta periostosis de forma extensiva en su diáfisis. Los peronés también evidencian periostosis, en especial en su región distal. Las tibias no presentan reacción significativa, excepto por algunas áreas de periostosis en las diáfisis.

Los huesos de pies también exhiben fracturas compresivas y periostosis. El segundo y tercer

metatarsiano izquierdo, así como el cuarto y quinto derechos presentan fracturas en sus zonas articulares distales. Se puede observar periostosis en las diáfisis de los metatarsos izquierdos mencionados, alrededor de los bordes del trauma.

2.2. Muestra 02.

El esqueleto analizado está en buen estado de conservación, aunque incompleto, conservando parte de tejido blando desecado adherido (Ver figura 4).

El cráneo presenta evidencias de cuadros previos y recientes de hiperostosis porótica en ambos parietales, con mayor incidencia en las regiones cercanas a las suturas. Una fractura en proceso de regeneración es observable en el borde inferior del hueso nasal izquierdo, con pérdida del borde inferior, probablemente debido a la falta de fusión y la pérdida del fragmento durante la recuperación de los restos. Es destacable la presencia de periostosis bilateral en la región nasomaxilar.

Los dientes anteriores presentan fracturas traumáticas, viéndose afectados el incisivo central superior izquierdo, y ambos incisivos centrales inferiores. En la superficie del trauma se aprecia mineralización de la dentina expuesta, como reacción regenerativa a la fractura.

Hay, también, concentraciones moderadas de cálculo dental en las superficies linguales y labiales de las piezas mencionadas. Se pueden observar, además, lesiones cariosas sin tratamiento en el primer premolar superior izquierdo.

Es resaltable una asimetría en los cóndilos mandibulares, siendo el derecho más alto que el izquierdo.

En el esqueleto poscraneal, se puede apreciar neoformación ósea subperiosteal en la cara superior del extremo acromial de la clavícula derecha, acompañada

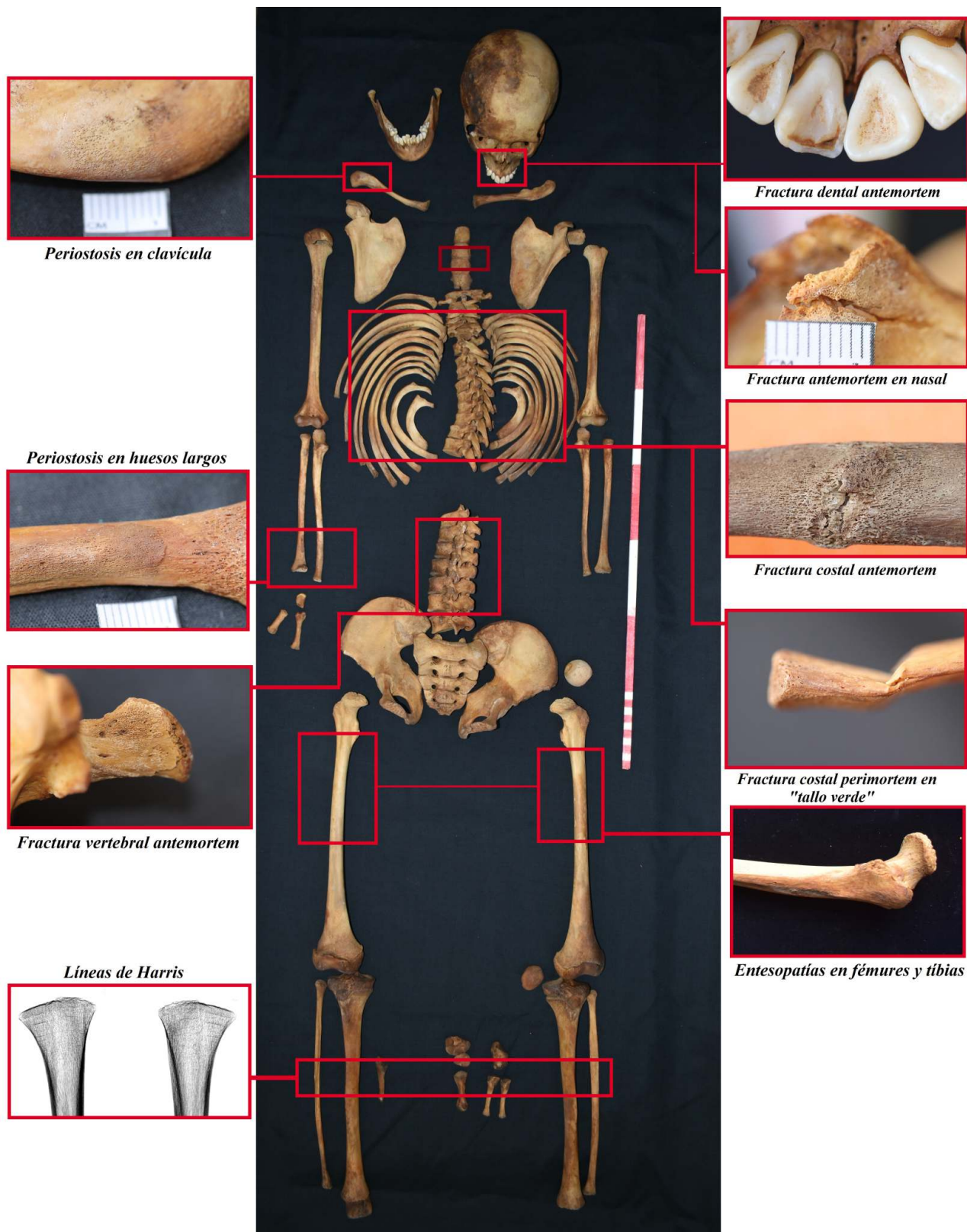
de marcadores entesopáticos y una fractura incompleta en el borde de la zona metafisaria del acromion. El esternón presenta una fisura con indicios de regeneración (callo óseo) en la cara anterior del cuerpo, cerca del área de fusión del segundo y tercer segmento. También se observa periostosis en la escápula derecha, junto a un conjunto de traumas perimortem en la apófisis del acromion.

En las extremidades superiores se aprecia periostosis con mayor incidencia en áreas focalizadas. El húmero izquierdo presenta leves signos de periostosis; pero, por otra parte, evidencia entesopatías bastante notorias en la región de inserción del músculo pectoral mayor. Radios y cúbitos también evidencian periostosis en sus diáfisis, en especial en el tercio distal.

La columna vertebral evidencia un conjunto de traumas y periostosis. Se puede apreciar periostosis en el arco posterior de C1. En la región lumbar se aprecia periostosis en las apófisis transversas. Por otro lado la vértebra lumbar L3 presenta fractura antemortem completa de la apófisis transversa izquierda. Los bordes evidencian proceso de neoformación ósea. También se observa periostosis en la apófisis transversa derecha de la vértebra lumbar L4.

En el individuo 02 la región costal es la más afectada. En el lado derecho se aprecia fractura en “tallo verde” en el extremo esternal de la segunda costilla (Ver Figura 5b) y dos más en el cuerpo y extremo esternal de la sexta costilla; mientras que la periostosis aparece desde la tercera hasta la décima costilla.

Figura 4. Distribución de traumas, patologías e indicadores de estrés en el Individuo 2.



En el lado izquierdo se observan dos fracturas en “tallo verde” en el extremo esternal de la segunda costilla. Además, se aprecian fracturas en “tallo verde” en la tercera, séptima y novena, mientras que la periostosis aparece desde la tercera hasta la novena costilla y en la duodécima. También se aprecia una fractura antemortem con callo óseo en la novena costilla (Ver figura 5a).

En la cintura pélvica, se aprecia periostosis en la región trirradiada. Los huesos largos de las extremidades

inferiores también exhiben periostosis en sus diáfisis. En el fémur, además, se aprecia entesopatía en el área de inserción del aductor mayor (parte distal de la línea áspera). También se aprecian entesopatías en las tibia, alterando el área de inserción muscular del sóleo. Periostosis se aprecia también en la diáfisis del peroné izquierdo; además éste exhibe una curvatura anormal. En base a imágenes radiográficas puede apreciarse la presencia de líneas de Harris en las tibia.

Figura 5. Arriba (a), callo óseo sobre un trauma antemortem en la novena costilla izquierda. Se aprecia periostosis en su contorno. Abajo (b), fractura en “tallo verde” de tipo perimortem en la segunda costilla izquierda. Puede observarse la deformación plástica (Individuo 02).



3. DISCUSIÓN.

La presencia de fracturas tanto antemortem como perimortem y la existencia de la periostosis nos permiten iniciar la discusión sobre los hallazgos patológicos y su importancia en establecer el maltrato físico de individuos no adultos.

La periostosis (o periostitis, como es tratada en algunos textos) es definida como una reacción inflamatoria del periostio [3]. Por su parte Wedel y Galloway [4] denominan a la variación consecuente de esta reacción como “neoformación ósea subperiosteal” manifestándose como una capa porosa y poco densa de tejido óseo crecido sobre la corteza original. A esto se agrega que su presencia no solo se da en casos de fractura propiamente dicha, la reacción ósea periosteal también puede activarse ante lesiones que no implican fractura, como estrés ejercido sobre un área focalizada de manera crónica.

En el análisis se consideraron los criterios propuestos por Love, Derrick & Wiersema [5] para las etapas del proceso de reacción ósea ante un trauma: inflamación, reparación y remodelación. En la primera etapa es apreciable una subetapa denominada “inducción” caracterizada por la presencia de neoformación ósea subperiosteal (SPNBF, por sus siglas en inglés), la cual permanece hasta avanzado el “puente” óseo reparador, entre 10-14 días después de ocurrido el traumatismo [3].

Ahora bien, el interés del estudio de casos es encontrar evidencias osteológicas de posible maltrato físico de menores en ambos esqueletos. Cook & Lambert [6] y Lewis [7] describen patrones lesionales asociados a casos de maltrato infantil crónico que pueden ser aplicados en el presente análisis. El área nasal es una de las regiones más expuestas y frágiles de la cabeza. La presencia de una fractura en proceso de regeneración con reacción subperiosteal en el individuo de la muestra 02 es compatible con un traumatismo ocurrido poco tiempo antes de la muerte del individuo. Así también puede apreciarse fractura en el incisivo central superior izquierdo, con presencia de mineralización de la dentina expuesta (indicador de una fractura antemortem). La reacción de la dentina ante un agente agresor como un trauma es la reparación por medio de la mineralización del área de agua y túbulos dentinarios expuestos, convirtiéndose en hidroxiapatita (denominada dentina esclerótica). Esta reacción implica un periodo de supervivencia posterior al trauma, y por tanto se considera un trauma antemortem. (Erika Alvarado, comunicación

verbal a los autores, 17 de marzo de 2023).

En conjunto con la evidencia de mala higiene dental (caries severa, acumulación de cálculo dental, malposición dental) nos permite establecer una muy poca atención en la higiene del individuo de la muestra 02.

Por su parte, el individuo 01 evidencia un área de periostosis focalizada en la región temporoparietal izquierda, siguiendo el área de inserción del músculo temporal, pero de forma unilateral.

La presencia de periostosis en la región acromial de la clavícula (observable en ambos individuos) se asocia a un estrés ejercido de forma focalizada sobre esa área. Trauma y periostosis en el acromion del omóplato se asocia a fuerzas compresivas (trauma contuso) y también puede estar vinculado a la periostosis en la clavícula ya mencionada. Las fracturas escapulares son consideradas “raras en menores (...) y altamente específicas para abuso infantil” [5], siendo las más comunes en estos casos las halladas en el acromion.

La presencia de traumas en la región torácica también es tomada en cuenta en el análisis de evidencias asociadas a maltrato infantil [7]. El individuo 01 presenta gran extensión de periostosis en los cuerpos costales. Por su parte, la numerosa cantidad de traumas en las costillas del individuo 02 (6 costillas de las 24 presentan traumas y 3 de ellas presentan más de un trauma), algunas de forma bilateral, en múltiples estadios de curación (fracturas en “tallo verde” sin regeneración o fracturas con callo óseo y periostosis circundante) y cercanas al área de articulación costocondral son compatibles con “maltrato crónico” [8]. Las fracturas de “tallo verde” observadas son del tipo perimortem basándose en la ausencia total de indicios de curación. La fractura completa en la tercera costilla izquierda presenta deformación plástica y ausencia de regeneración ósea. Por otra parte, la fractura antemortem en la novena costilla izquierda corresponde a una regeneración ósea entre 42 a 90 días [7], con indicios de remodelación. La periostosis, sin relación a traumas, en las costillas puede ser reacción al estrés al que estuvo sometida la caja torácica.

Las lesiones costales son asemejadas como “un fuerte indicador de lesiones no accidentales en infantes y niños” [5], en especial por la ubicación irregular y la diferencia en periodos de regeneración. En cuanto a la localización, todas están localizadas en la región anterolateral y anterior. Las fuerzas traumáticas mayormente asociadas son impactos frontales directos o compresión

anteroposterior. Este tipo de interpretación se ve reforzada por la presencia de trauma antemortem en el cuerpo esternal del individuo 01.

Las fracturas vertebrales son extrañas en no adultos [5] siendo mayormente asociadas a un maltrato focalizado. Las más afectadas en la región lumbar son en L2-L5, lo cual se refleja en el individuo 02, observándose fracturas antemortem (con callo óseo y periostosis) y perimortem en las apófisis transversas de L3 y L4, respectivamente.

La pelvis del individuo 01 presenta evidencia de trauma por compresión. Las fracturas en región pélvica son registradas como raras en contextos de maltrato de no adultos [7]. Lewis menciona traumas focalizados en articulación sacroilíaca e ilion. El individuo 01, de esta manera, presenta trauma en los segmentos 1 y 2 del sacro (aun no fusionado), así como en el área correspondiente a la tuberosidad ilíaca izquierda, donde se aprecia un trauma por fuerza compresiva sin indicios de reacción regenerativa. Ross & Abel [9] también reportan traumas pélvicos (en especial en las zonas de unión sacroilíaca y púbica) como posibles indicios de maltrato.

Sobre la presencia de periostosis y reacción entesopática en los fémures (observada en el individuo 02), su focalización en la región proximal posterior (en concreto, la zona de inserción del glúteo mayor) es registrada por Lewis como criterio a considerar en casos de maltrato

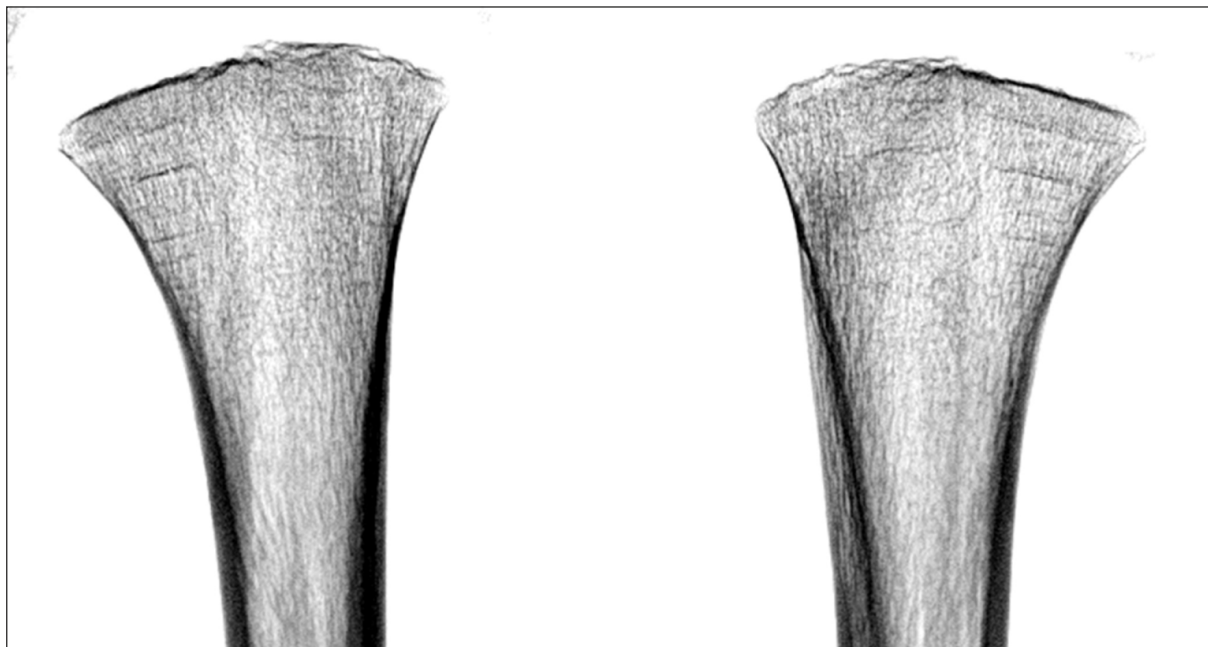
infantil [7]. La presencia de entesopatías se asocia también a sobreesfuerzos motrices aplicados en una inserción muscular (aplicados a la extensión del muslo hacia atrás, estar de pie, adquirir posición erecta o la rotación de la cadera) [10].

También se observa periostosis en tibias y peronés. La presencia de periostosis en huesos largos se produce por someter al hueso a estrés y sobrecarga crónica.

Se ha apreciado además una curvatura anormal en el peroné del individuo de la muestra 02. Kimmerle & Baraybar han reportado un caso de “síndrome de niño maltratado” considerando curvaturas anormales en peronés, asociado a posible raquitismo y deficiencia nutricional [11]. En otra bibliografía se aprecia curvatura severa, aunque en el caso reportado por Kimmerle & Baraybar la curvatura es tenue, como en la muestra 02. Sin embargo, es preferible no orientar el diagnóstico hacia una patología definida, a fin de no limitar la interpretación.

A esta mención se añade la presencia de líneas de Harris observadas en imagen radiográfica tomada a las tibias del individuo 02. Las líneas de Harris cuentan dentro de los indicadores de estrés, asociadas a etapas de desnutrición [3] lo cual genera detenciones en el crecimiento de los huesos largos, lo cual en la imagen radiográfica se expresa como áreas lineales más densas, perpendiculares al eje del hueso (Ver figura 6).

Figura 6. Líneas de Harris en las tibias del Individuo 02. (imagen radiográfica digitalizada y con colores invertidos)



Los huesos de los pies también son destacados por Lewis [7] como indicador de maltrato de no adultos. El individuo 01 exhibe fracturas compresivas en metatarsos de ambos pies, acompañados de reacción neoformativa ósea. Las fracturas también incluyen las áreas articulares distales (aún no fusionadas) comprometiendo las áreas metafisarias.

Finalmente quisiéramos hacer algunas anotaciones. Si bien la OMS define al maltrato infantil como aquel maltrato producido a menores de 18 años [12] hemos preferido hablar de “maltrato físico a individuos no adultos” o “subadultos” en la cual los estadios de desarrollo conocidos como infancia (nacimiento-3 años), niñez (3-12 años), y adolescencia (12-20 años) [2] se encuentran dentro de esta categoría y los mecanismos que producen el trauma se presentan de diferente manera para cada uno de los rangos etarios mencionados.

Por otro lado es importante mencionar que diversas situaciones de violencia interna y externa a nivel de la familia nuclear y extensa y la comunidad, así como guerras, negligencias, epidemias e infanticidios permiten que los individuos no adultos pasen a formar parte del contexto arqueológico y forense por lo cual un registro detallado durante las labores de recuperación resulta siendo el primer paso para establecer el maltrato físico del individuo inmaduro cuyo objetivo será reconocer y diferenciar una cuidadosa disposición de un descuidado depósito del individuo y sus elementos asociados que de manera clandestina pueden haber sido llevados al sitio en donde finalmente son recuperados.

En general el análisis de los traumas óseos en individuos no adultos resulta siendo importante debido a su multiplicidad, su ubicación anatómica así como su evolución en donde la antigüedad de las lesiones se sustenta en el estado del proceso de consolidación y nos permiten distinguir los traumas antemortem de los perimortem. Un hallazgo importante lo constituye la periostosis que es el producto de hemorragias subperiósticas calcificadas.

La interpretación de lesiones asociadas a maltrato de individuos inmaduros subyace en evidencia de patrón de lesiones, fracturas en diversos estadios de curación con cicatrización interrumpida [6]. Es el conjunto de eventualidades la que da forma a la casuística.

Un humano inmaduro es un individuo en constante cambio debido a procesos de crecimiento y maduración, por lo que reconocer los indicadores osteológicos para establecer el maltrato físico resulta siendo de vital importancia en los casos en el que se presume este tipo de situaciones.

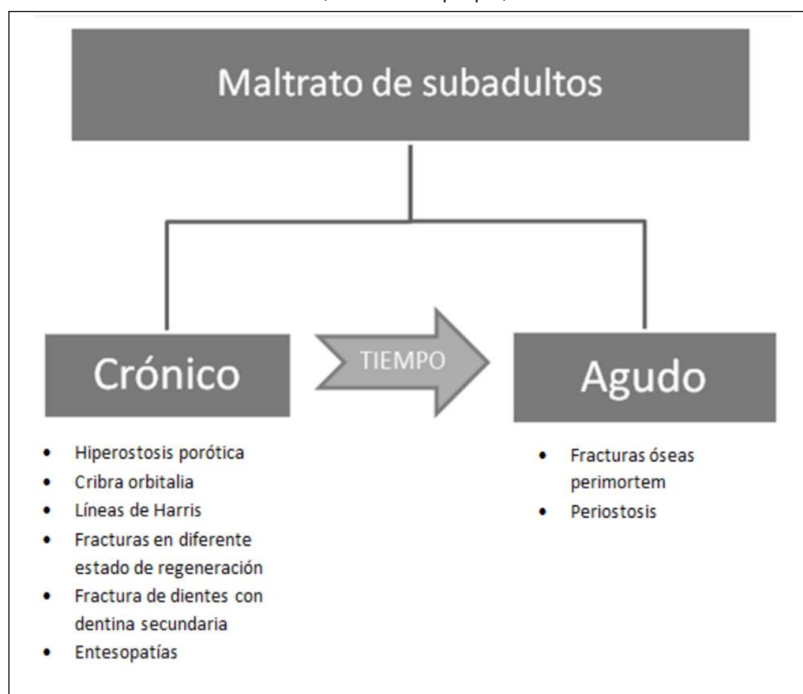
4. CONCLUSIONES.

El maltrato físico crónico del no adulto debe agrupar a todos aquellos indicadores óseos y dentales que evidencien un prolongado e inadecuado trato cuya cronicidad a producido alteraciones en el esqueleto inmaduro. En este grupo de indicadores se encuentran la hiperostosis porótica, las líneas de Harris, las entesopatías y la periostosis sin asociación a fracturas que sumadas a la ausencia de higiene oral configuran este tipo de hallazgos forenses. Por su parte el maltrato físico agudo del no adulto debe agrupar a aquellos indicadores osteológicos que se encuentran relacionados a la muerte del individuo. Se incluyen aquí la periostosis asociada a fracturas óseas y fracturas óseas de tipo perimortem (Ver Figura 7).

5. AGRADECIMIENTOS.

A los médicos Joe Velásquez y Johana Aragón por sus valiosos comentarios a la versión inicial del presente artículo. También a las odontólogas forenses Erika Alvarado, Daniela Soriano y Lucy Rodríguez por sus aportes en el campo. Y al Dr. Miguel Botella por sus valiosos aportes y comentarios a la versión final del artículo.

Figura 7. Clasificación de los indicadores de maltrato crónico y agudo
(Elaboración propia)



6. BIBLIOGRAFÍA.

- SCHAEFER, MAUREEN, BLACK, SUE. & SCHEUER, LOUISE. 2009. *Juvenile Osteology*. California: Academic Press.
- BUIKSTRA, JANE Y DOUGLAS UBELAKER. 1994. *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas: Arkansas Archaeological Survey Research Series.
- ORTNER, DONALD & PUTSCHAR, WALTER. 1981. *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- WEDEL, VICKY & GALLOWAY, ALLISON. 2014. *Broken Bones*. Illinois: Charles C. Thomas Pub Ltd.
- LOVE, JENNIFER, DERRICK, SHARON & WIERSEMA, JASON. 2011. *Skeletal Atlas of Child Abuse*. New York: Humana Press.
- COOK, DELLA & LAMBERT, PATRICIA. 1997. *Skeletal Evidence for Child Abuse: A Physical Anthropological Perspective*. Journal of Forensic Sciences. Abril 1997. <https://www.researchgate.net/publication/14144472>.
- LEWIS, MARY. 2018. *Paleopathology of Children*. London: Academic Press.
- STEYN, MARYNA. 2011. *Case report: Forensic anthropological assessment in a suspected case of child abuse from South Africa*. Forensic Science International 208 (2011) e6-e9. Elsevier. 12 de febrero del 2011. www.elsevier.com/locate/forsciint
- ROSS, ANN & ABEL, SUZANNE. 2011. *The juvenile skeleton in Forensic Abuse Investigation*. New York: Humana Press.
- SINGH, INDERBIR. 2017. *Osteología Humana*. Ciudad de México: Editorial Trillas.
- KIMMERLE, ERIN & BARAYBAR, JOSÉ. 2011. *Traumatismos Óseos*. Lima: EPAF.
- Organización Mundial de la Salud. 2022. Maltrato infantil. Consultado el 1 de marzo del 2023. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/child-maltreatment>



La necesidad del trabajo multidisciplinario en los procesos de identificación forense.

THE NEED FOR MULTIDISCIPLINARY WORK IN THE FORENSIC IDENTIFICATION PROCESS.

Ortega Palma A¹.

1 Profesora-Investigadora de Tiempo Completo del Instituto Nacional de Antropología e Historia (México)

RESUMEN: El protocolo para el Tratamiento e Identificación Forense, una de las principales normativas para el proceder pericial forense en México, fue publicado en el 2015, en él se establece que la identificación humana es un proceso que involucra la acción multi e interdisciplinaria de varias especialidades forenses, no obstante, desde su publicación hasta el día de hoy en contadas ocasiones ha sido esta la práctica de identificación en cadáveres de identidad desconocida en Servicios Médicos Forenses o Servicios Periciales. En México, de manera recurrente la identificación se deposita exclusivamente en la confronta de genética forense estimando el parentesco biológico con la muestra aportada por algún familiar y con ello se da como positiva la identificación, se procede a notificar a los familiares, se les muestra un documento (peritaje) incomprensible y se les afirma que con el 99.99 por ciento de confianza se trata de su ser querido. Esta cifra en la mayoría de los casos se traduce en desconfianza, falta de respuesta a numerosas inquietudes y no les significa nada a las personas que acuden a dicha reunión informativa. En otros, como el caso que aquí se presenta a modo de ejemplo, se traduce en un resultado que pocas veces escuchan o tardan en recibir pues el análisis de genética forense ni siquiera se ha realizado, lo que los mantiene en un peregrinar en busca de respuestas y que además podría haber sido evitado, si simplemente se hubiera cumplido con lo mínimo requerido por procedimiento: realizar una necropsia con enfoque multidisciplinario e integral de especialistas forenses, así como, disponer de una coordinación administrativa y logística entre todos los participantes del proceso judicial y forense, para no dar lugar a una desaparición administrativa.

PALABRAS CLAVE: IDENTIFICACIÓN, ANTROPOLOGÍA FORENSE, ODONTOLOGÍA FORENSE, MULTI E INTERDISCIPLINARIEDAD, DESAPARICIÓN ADMINISTRATIVA.

ABSTRACT: The protocol for Forensic Treatment and Identification, one of the main regulations for the forensic expert procedure in Mexico, was published in 2015, it establishes that human identification is a process that may involve the multi and interdisciplinary action of several forensic specialties, however, since its publication until today, this has rarely been the practice of identification in corpses of unknown identity in Forensic Medical Services or Forensic Services. In Mexico, in a recurrent manner, the identification is exclusively based on the confrontation of forensic genetics, estimating the biological kinship with the sample provided by a relative. With that, the identification is considered positive, the relatives are notified, they are shown an incomprehensible document (expert report) and they are affirmed that with 99.99 percent of confidence it is their loved one. In most cases, this figure translates into mistrust, lack of response to numerous concerns and means nothing to the people who attend the informative meeting. In others, such as the case presented here as an example, it translates into a statement that they rarely hear because the forensic genetic analysis has not even been performed, which keeps them on a pilgrimage in search of answers and that could have been avoided if they had simply complied with the minimum required by procedure: to perform a necropsy with a multidisciplinary and comprehensive approach of forensic specialists, as well as administrative and logistical coordination among all participants in the judicial and forensic process, so as not to give rise to an administrative disappearance.

KEY WORDS: IDENTIFICATION, FORENSIC ANTHROPOLOGY, FORENSIC ODONTOLOGY, MULTI AND INTERDISCIPLINARY, ADMINISTRATIVE DISAPPEARANCE.

CONTACTO: albertina_ortega@inah.gob.mx

1. EN MÉXICO LOS “DESAPARECIDOS”, NO DISMINUYEN.

El tema de la inseguridad pública, los altos índices de violencia, la elevada tasa de homicidios que no disminuye,

las elevadas cifras de personas desaparecidas y de personas fallecidas no identificadas se han vuelto central en las problemáticas a resolver por parte del Estado Mexicano. De manera general, se menciona que en México alrededor de siete personas desaparecen al día;

el crimen organizado y la trata de personas encabezan la mayor responsabilidad. Del 2006 al 2020 se tenían 289 mil personas asesinadas, más de 67 mil desaparecidos que, si se contabiliza la década de los setenta, con la época de la mal llamada “Guerra Sucia”, se suman más de 82 mil desaparecidos y más de 50 mil personas sin identificar. De acuerdo con el *Informe La crisis Forense en México* elaborado por Nuestros Desaparecidos en México (2021) se estima existen cerca de 52 mil personas no identificadas que se encuentran en los Servicios Médicos Forenses o que fueron inhumados en fosas comunes de panteones municipales. Lo que genera un foco de alerta no solo porque representa la posibilidad de localización de personas que están siendo buscadas, sino porque representa, nuevamente, el abandono institucional que ha impedido el tratamiento adecuado de los restos de las Personas Fallecidas no Identificadas [PFNI] (CNC, 2021).

En la Ciudad de México (CDMX) al año 2021 existían 4 mil 119 personas desaparecidas y no localizadas (Registro Nacional de Personas Desaparecidas o no Localizadas)¹. También hasta el año 2021 la capital era el segundo estado a nivel nacional con mayor número de PFNI: al menos 6,701 personas fallecidas no se encontraban identificadas, después del Estado México (MND, 2021). El entonces titular del Instituto de Ciencias Forense [INCIFO]² estimaba que del 2001 al 2022 han sido trasladados alrededor de 14 mil cadáveres al único cementerio con que cuenta dicha institución, el Panteón Civil de Dolores: 7245 identificados, pero no reclamados y otros no identificados 6,476 (Takahashi, 2022)³.

En dieciséis años el índice de PFNI se ha incrementado en 1000%, de allí el término de *crisis forense*, aludiendo a la falta o deficiente respuesta por parte de las instituciones del Estado a esta problemática. Esto porque los servicios médicos forenses en nuestro país se encuentran saturados, muchos no estaban preparados para esta cantidad de cadáveres o en algunas entidades ni siquiera se tenían Servicios Médicos Forenses [SEMEFO's]; se utilizaba o continúa utilizando la funeraria del estado o particulares. El Estado de México y la CDMX son entidades en que las personas sin vida pasaron por un Servicio Médico Forense, no obstante, aun así, no han logrado ser identificadas⁴.

Son varios los factores que se enlistan entre las principales causas del porqué la no identificación de una gran cantidad de personas fallecidas, algunos son:

- Carencias institucionales.
- Malas prácticas forenses.
- Falta de estrategias institucionales (CNC, 2021)

El Consejo Nacional Ciudadano (CNC) del Sistema Nacional de Búsqueda argumenta además “que la crisis forense del país es el resultado de una política estructural que permitió durante muchos años que las instituciones forenses del país quedarán en el olvido, la poca importancia que se ha dado dentro de los procesos de investigación asociado a algunos delitos y la actuación de los servicios periciales sólo a petición de parte de las y los ministerios públicos. Una infraestructura incipiente e incapaz de contener un número de seres humanos sin vida aunado a poco personal especializado en las diferentes disciplinas que permitan un análisis integral de los cuerpos para poder ser identificados” (CNC, 2021: 18).

Y, precisamente, en este texto deseo hacer énfasis en la necesidad e importancia del análisis multidisciplinario e integral en el proceso de identificación humana para aumentar el éxito de probabilidad de identificación y disminuir la tasa de PFNI cuyo destino será una fosa común o una caja en un Centro de Resguardo. Así como aumentar la confianza en la certeza científica de la identificación en las familias cuando un cuerpo o los restos de una persona sin vida son entregados por la autoridad.

2. ANÁLISIS FORENSE DE LA PERSONA FALLECIDA NO IDENTIFICADA.

“Ningún cadáver no identificado o Identificado no reclamado puede carecer del Archivo Básico de Identificación”⁵, lo anterior es una de la premisas del protocolo para el Tratamiento e Identificación Forense (PGR, 2015), cuyo archivo están conformado por las periciales en Medicina forense, Odontología forense,

1. <http://suti.segob.gob.mx/busqueda>.

2. Actualmente, Instituto de Servicios Periciales y Ciencias Forenses (ISPyCF).

3. De algunos se tiene la muestra biológica pero no el perfil genético, debido a que no han sido procesados (Takahashi, 2022).

4. Crisis Forense Quinto Elemento Lab (quintoelab.org), consultado el 06/01/2023

5. Protocolo para el Tratamiento e Identificación Forense, 2015, Capítulo 2.2.2. Guía Técnica Para la Inhumación y el Resguardo de Personas Fallecidas No Identificadas No Reclamadas, 2020.

Antropología forense, Genética forense y Criminalística; resultado de un análisis minucioso, científico y multidisciplinario obtenido a través de la necropsia médico legal, a fin de determinar la causa de muerte y circunstancias en la que esta se llevó a cabo, así como la identificación del cadáver.

Aunado a esto, el Protocolo Homologado para la Búsqueda de Personas Desaparecidas y No Localizadas (2020, párrafo 397), especifica que el proceso de identificación humana siempre debe ser multidisciplinario e integrado. Es decir, debe realizarse con el cotejo de datos físicos (*antemortem*) de la persona desaparecida y del cuerpo o restos en cuestión (*postmortem*), incluyendo los datos antropológicos, odontológicos, de historia clínica, entre otros y/o cotejo de la información genética, y/o dactiloscópica, y/o los que sean factibles en cada caso. Asimismo, incluirá la información sobre la desaparición de la persona, con información del contexto de hallazgo.

Lo anterior, se encuentra fundamentado en un marco jurídico que le precede: la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas (CDHCU, 2017), el Protocolo de Minnesota sobre la investigación de muertes potencialmente ilícitas (DDHHACONU, 2017) (1991, 2016), el Protocolo para el Tratamiento e Identificación Forense (2015), Protocolo Homologado de Investigación para los delitos de Desaparición Forzada (2018) y desaparición cometida por particulares, entre otros más.

A pesar de ello, la investigación forense multidisciplinaria, interdisciplinaria e integral no es una práctica común en nuestro país. La mayor parte de los procesos de identificación⁶ sólo se llevan a cabo o recaen en una sola prueba pericial, en muchos de ellos a través del cotejo de ADN que realiza el genetista forense, o en el peor de los casos a través de un reconocimiento del familiar por las características morfoscópias observadas a simple vista en un cadáver de muerte reciente, la vestimenta que portaba o alguna pertenencia hallada. Dejando de lado toda la información que en varios de los casos es posible obtener (dependiendo de las condiciones), como son las circunstancias que rodearon la muerte, causa y manera de muerte, lesiones, mecánica de lesiones, edad al momento de la muerte, documentación de violaciones a los

derechos humanos, filiación descriptiva y señas particulares (cicatrices, tatuajes), entre otros aspectos específicos que coadyuvan en la investigación médico legal y la investigación judicial. Aspectos dirigidos a cumplir los principales derechos de las víctimas: el derecho a la verdad, la justicia, la reparación y la no repetición.

Una práctica también común, es que la identificación de una persona, muchos expertos la siguen considerando como la sumatoria de datos o información, sin poner sobre la mesa de trabajo un análisis multi e interdisciplinario de análisis donde los especialistas conozcan las metodologías empleadas de las distintas especialidades, los alcances y limitaciones de éstas y de los expertos, planteen un abordaje integral de análisis de cuerpo, conversen, dialoguen los resultados, analicen las discrepancias (en caso de existir) y armonicen sus hallazgos con los datos de la persona que está siendo identificada a través de la información *antemortem* y su cotejo con los datos *postmortem*, y se estudie como bien lo señala el Protocolo Homologado de Búsqueda el contexto en que se dio la desaparición y el hallazgo. Es común, encontrar situaciones en que, al momento de la entrega de un cuerpo a los familiares, en donde previamente tuvo que haber sucedido un trabajo concertado con unos resultados consensuados; en presencia de la familia, los expertos caen en incongruencias, discordancias o sus resultados son simplemente incompatibles. Un ejemplo común lo es la estimación de la edad; mientras el médico puede estimar una edad adulta avanzada, el antropólogo o el odontólogo forense pueden estar estimando una edad adolescente, debido a las condiciones de preservación del cuerpo, o incluso, las metodologías de abordaje. Así como hallazgos que no son compatibles con la información que el familiar ha proporcionado, esto último, generalmente tiene que ver con cambios corporales que se pudieron dar o que presentaba la persona al momento de desaparecer o fallecer y que la familia desconocía.

3. DESAPARICIÓN ADMINISTRATIVA.

A pesar de lo antes establecido por la ley y sus protocolos, e incluso, que ya desde septiembre de 2014, en el Quinto Encuentro Nacional de Servicios Médicos

6. Entendiendo la identificación como una verificación legal basada en una comprobación científica, que constituye un proceso complejo que requiere de expertos de manera multi e interdisciplinaria.

Forenses el principal tema a discusión fue “La importancia del enfoque interdisciplinario”, esto escasamente se ha cumplido en México y se ha incurrido en omisiones e irresponsabilidades, lo que ha dejado muchos cuerpos sin vida escasamente o pobremente abordados, o mal analizados, y con ello, complicaciones en su posible o nula identificación. Una situación a la que se le ha dado el nombre de Desaparición Administrativa: “A diferencia de la desaparición forzada o la desaparición por particulares, la desaparición administrativa no es cometida por una persona o por un agente estatal. Se caracteriza porque a las personas se les arrebató su identidad, perdida entre los expedientes y archivos por negligencias de los servidores públicos” (Paz y López, 2022)⁷. Dicha desaparición ha sido adjudicada también a Servicios Médicos Forense o Periciales cuando estos no han cumplido con la ley o los protocolos de actuación, ya sea por omisión o desconocimiento, han omitido las buenas prácticas o simplemente por descuido o negligencia no han puesto el interés adecuado en su labor, provocando resultados deficientes en la búsqueda e identificación de personas.

4. GRAVES CONSECUENCIAS.

El 29 de septiembre de 2016, al INCIFO de la CDMX, actualmente ISPyCF, ingresó el cadáver de muerte reciente de BBC⁸, en ese momento en calidad de desconocido, con una edad aproximada de 20 años, edad estimada a simple vista unas horas antes por el médico del Hospital Balbuena, de donde procedía su cuerpo después de haber sufrido lesiones que provocaron su muerte por atropellamiento en la vía pública el día 28 de septiembre de dicho año, y cuya edad estimada fue confirmada posteriormente por un médico forense del INCIFO, tras el abordaje de necropsia-médico legal y el informe pericial correspondiente.

El cuerpo en calidad de desconocido permaneció durante un mes en dicha institución, hasta que su cuerpo fue llevado a una fosa común en el Panteón Civil de Dolores. A pesar de todo ese tiempo, además de un análisis de necropsia médico legal dirigido

principalmente al registro de lesiones en vida (sin mayor aportación que abonara en la descripción morfoescópica de filiación descriptiva y señas particulares) y análisis químicos-toxicológicos para la detección de droga o alcohol; no fue practicado ningún otro análisis forense con fines de identificación; no intervinieron odontología forense, ni antropología forense; tampoco fueron empleadas técnicas como la toma de placas radiográficas y su respectivo análisis⁹.

Como sucede con la mayor parte de los cuerpos que son analizados en el anfiteatro del SEMEFO de la capital, el cuerpo se encontraba desnudo, debido a que los cuerpos llegan en esta condición al INCIFO, ni la ropa ni las pertenencias son revisadas, para coadyuvar en el establecimiento de la identidad, dar hipótesis de identificación, ni mucho menos de mecánica de lesiones o circunstancias de la muerte¹⁰. Por tanto, el cuerpo de BBC fue despojado de su uniforme de estudiante de nivel secundaria, y de sus pertenencias como su mochila y credencial de estudiante, y fueron abandonados en el Hospital Balbuena; evidencias con datos que en su momento pudieron haber aportado información valiosa sobre su identidad. Por fortuna, se tomó una muestra biológica de su cuerpo, para un análisis de ADN y posterior confronta con las muestras aportadas por familiares en búsqueda. Sin embargo, eso solo sucedió hasta el 11 de abril de 2022, después de que la familia de BBC fue notificada de su posible hallazgo a partir de la revisión de los archivos del INCIFO por parte de policías investigadores de la Fiscalía de la CDMX, quienes observaron coincidencias con la fecha de desaparición de BBC, sus características somatotípicas y un atropellamiento sucedido en las inmediaciones del metro Pantitlán (al noreste de la Ciudad de México) en la misma fecha de la desaparición de BBC, el 28 de septiembre de 2016. A partir de esto se realizó la petición de la confronta de análisis de ADN de la muestra tomada al cuerpo de BBC y las muestras biológicas solicitadas a los padres de BBC. El INCIFO tenía la muestra biológica de BBC, pero no el perfil biológico, debido a que su muestra como muchas otras, no había sido procesada. Y no lo han sido bajo el argumento de no existir los recursos económicos suficientes para ello, pero sobre todo porque no ha existido la petición del ministerio público, un aspecto

7. <https://acento.mx/sociedad/desaparicion-administrativa-braulio-bacilio-caballero-cdmx/>

8. Ha sido un caso de conocimiento público. Diversas notas periodísticas fueron publicadas, entre ellas: <https://acento.mx/sociedad/desaparicion-administrativa-braulio-bacilio-caballero-cdmx/>. <https://brecha.com.uy/desaparecer-en-la-burocracia/>.

9. El estudio radiológico como técnica complementaria en el estudio forense del cadáver en mal estado, e incluso substitutiva del examen interno del mismo, se recoge en numerosas guías internacionales de buena praxis y de identificación forense (Galtés, 2013).

10. En la Ciudad de México, las pertenencias y las ropas de las personas que mueren en vía pública o por sospecha de muerte violentas, son primeramente revisados en las Territoriales de cada alcaldía, en donde estas le son retiradas. O bien, si mueren en un hospital, los cadáveres son enviados sin sus ropas o pertenencias al Servicio Médico Forense. Proceso que generalmente obstaculiza orientar sobre posibles hipótesis de identificación.

burocrático administrativo, cuyas instituciones responsables no han hallado o no han querido hallar las estrategias para solucionar este problema. Además, en ocasiones, muchos cuerpos incluso a pesar de conocer su identidad van a parar a la fosa común, porque no existe nadie que lleve un seguimiento de estos casos, que realice las confrontas con los casos denunciados como desaparecidos, ni localice a los familiares y sean apoyados a solventar económicamente el proceso de inhumación.

El error en la estimación de la edad de BBC (de 13 años de edad al momento de su muerte) aunado a lo antes ya mencionado, provocó que su cuerpo pasara desapercibido para los funcionarios del INCIFO y el cuerpo fuera enviado a una fosa común. A pesar de que los padres de BBC acudieron con inmediatez al SEMEFO en busca de su hijo desaparecido, y estuvieran presentes durante el mes que el cuerpo de su hijo se mantuvo en una fría gaveta a unos cuantos metros; nadie les proporcionó información, registros o fotografías de los cuerpos ingresados en ese período de tiempo, debido a que su búsqueda era la de un adolescente no la de un hombre adulto de 20 años de edad que el INCIFO tenía en sus registros.

5. EL PRIMER DICTAMEN MULTIDISCIPLINARIO DE IDENTIFICACIÓN FORENSE EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

“Nunca les faltamos al respecto, esto es una falta de respeto... es una burla!”, son las palabras que Fernanda la madre de BBC dirigió a las autoridades el 27 de julio del 2022, al enterarse que el cuerpo de su hijo permaneció como no identificado en el INCIFO y se fuera con dicha calidad jurídica a una fosa común durante cinco años y medio¹¹, como consecuencia, en gran medida, de no haber sido realizado en el SEMEFO un estudio multidisciplinario, integral, con enfoque de identificación humana.

El día 1 de junio del 2022, los padres fueron reunidos con expertos de Servicios Periciales de la Fiscalía General de Justicia [FGJ] de la CDMX, en dicha reunión le notificaban que el cuerpo exhumado, días previos, de una fosa común del Cementerio Civil de Dolores, correspondía en un 99.99% con el perfil genético obtenidos de sus padres ahí presente, por tanto, se trataba de BBC y se procedía a su entrega. De nuevo la omisión y/o el desconocimiento se hacían presentes. La identificación estaba basada en la prueba pericial exclusiva de genética forense.

En consecuencia, solicitamos un análisis integral multidisciplinario que incluyera análisis de Antropología forense, Odontología forense, Medicina forense con el apoyo de la técnica radiológica para el abordaje completo del estudio del cuerpo. Petición que fue llevada a cabo el 22 de junio por los peritos de la Fiscalía y la que suscribe en calidad de observadora experta forense, con la asistencia de la Antropóloga física Yanet Juárez Reyes. De esta manera, se realizó el primer peritaje integral multidisciplinario de identificación forense, en el que se planteó la metodología abordaje y análisis conjunto, se hizo uso de la técnica radiográfica, y realizaron dictamen integral de identificación que fue presentado, mediante un proceso de Notificación y Entrega Digna¹², en el que se dieron cita la familia, autoridades de la FGJ de la CDMX, peritos de Servicios Periciales de la FGJ de la CDMX, acompañantes de la familia, abogado y asesores forense independientes; en dicha reunión ante la evidencia presentada, la metodología y técnicas empleadas, los padres de Braulio contaron con la certeza científica de que lamentablemente se trataba del cuerpo de su hijo.

La edad estimada a través del estudio radiológico por parte de odontología forense (brote y desarrollo dental) y antropología forense (edad ósea) fue de 12 a 15 años, medicina forense corroboró a través del estudio morfológico y radiológico las correspondencias somatotípicas y las lesiones por atropellamientos que fueron localizadas en el previo estudio de necropsia forense en el 2016, indicando que se trataba de la misma persona accidentada. El estudio radiológico permitió además localizar una fractura consolidada en el tobillo derecho, que correspondió con una fractura reportada

11. Durante todo ese tiempo sus padres desconocieron su paradero, padecieron el dolor de la ausencia de un hijo, se hicieron los únicos encargados de la búsqueda y tuvieron que soportar todas las vejaciones posibles por parte de los responsables del Estado y de la misma sociedad que permaneció indiferente a su situación: “Si B. estuvo desaparecido fue porque, en vez de investigar en Pantitlán, las autoridades sostuvieron sin pruebas contundentes que su desaparición era «voluntaria», que se había ido con alguna novia, que andaba en el vicio, en la calle, que era prisionero de una red de trata y, por supuesto, que la culpa era de sus padres, que no habían sido lo suficientemente comprensivos y cuidadosos con su adolescente” (Gilet 2022).

12. Se trata de un derecho de las familias, en que reunidos los familiares, autoridades, colectivos de familiares en búsqueda y bajo un enfoque de acompañamiento psicosocial, se informa a la familia sobre la identificación de su familiar a través de un dictamen forense multidisciplinario. La notificación sobre la identificación del familiar debe contener una explicación sobre el dictamen forense multidisciplinario, que será proporcionada por los peritos o expertos forenses que conozcan el caso o hayan intervenido en la identificación (Protocolo para la Notificación de Identificación de Restos de Personas Localizados en San Fernando, Tamaulipas y en Cadereyta, Nuevo León, 2013).

por los padres, que Braulio había sufrido a causa de una caída en sus primeros años de vida. Esto y otros hallazgos, sumado a los resultados previos de Genética forense, tomando en cuenta las lesiones, el contexto de su hallazgo y procedencia; no dejaron lugar a duda razonable en lo padres de Braulio, de que se tratara del cuerpo de otra persona. La información proporcionada fue mucho más confiable para ellos y más significativa, que la cifra de 99.99% que meses antes había sido dada exclusivamente por genética forense.

6. REFLEXIONES.

En el caso de BBC una intervención pericial de distintos expertos con un abordaje multidisciplinario e integral de todas los hallazgos y evidencias obtenidas, como lo establecía, ya en ese entonces, el Protocolo de Tratamiento e Identificación Forense, seguramente habría arrojado una edad estimada más certera y el resultado muy probablemente habría sido otro. Antropología forense habría hecho una revisión del desarrollo morfológico sexual, y junto con Odontología forense, auxiliados del estudio radiológico la estimación de una edad biológica con mayor precisión, observando órganos dentarios aún sin cierre apical y que los huesos largos aún estaban en desarrollo y en cierre epifisiario. Las lesiones *perimortem*, y la comparativa de fracturas o patologías *antemortem*, con las padecidas en vida. Mientras que el aporte del estudio de la vestimenta y las pertenencias por el Criminalista habría guiado en gran medida hacia su identidad.

La identificación de cadáveres es un proceso complejo en donde concurren diversos factores, por ello es crucial la aportación desde varias disciplinas forenses en diálogo constante y coordinado, con la necesidad de hacer del abordaje multi e interdisciplinario, una práctica que debería ser común en la investigación forense; además, de romper las barreras y hacer puentes de comunicación con los otros protagonistas involucrados en la investigación de los delitos de acuerdo a nuestro marco jurídico: Ministerios Públicos y Policías de Investigación.

Por último, es necesario reconocer que, en México la práctica de la investigación médico-legal, y en específico de la identificación de cadáveres, está determinada por aspectos sociales e institucionales, de muy diversa índole, los cuales no son menos importantes y agravan la percepción de la sociedad del quehacer de las

instituciones médico forenses, que la han referido como “crisis forense”. Entre estos aspectos, distintos análisis señalan a la dicotomía violencia e impunidad, como las circunstancias más determinantes que han aumentado las muertes violentas por homicidio y personas desaparecidas, por ende, impactando en cada vez más cadáveres que permanecen sin identificar, ello aunado como lo referimos a un deficiente diseño en las políticas públicas en el ámbito de las instituciones de procuración de justicia.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. Consejo Nacional Ciudadano del Sistema Nacional de Búsqueda [CNC] (2021) Informe de Desaparición de Personas en México. Desde la visión del Consejo Nacional Ciudadano del Sistema Nacional de Búsqueda y los Consejos Ciudadanos Locales. Informe, México.
2. Conferencia Nacional de Procuración de Justicia, PGR (2018) Protocolo Homologado de Investigación para los delitos de Desaparición Forzada y desaparición cometida por particulares. México. Diario Oficial de la Federación.
3. GALTÉS I. (2013) Estudio médico-forense del cadáver en mal estado. En *Libro X Curso Patología Forense. Sociedad Española de Patología Forense*. 113-141. España. Editorial: Vidal S.A ISBN: 978-84-8125-365-8.
4. GILET, E. (2022) Desaparecer en la burocracia. En Brecha. Uruguay [en línea] Disponible en: <https://brecha.com.uy/desaparecer-en-la-burocracia/>. [12 de agosto 2022].
5. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión [CDHCU] (2017) Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y el Sistema Nacional de Búsqueda de personas. México. Diario Oficial de la Federación.
6. Movimiento por Nuestros Desaparecidos en México [MND] (2021) La crisis forense en México: más de 52,000 personas fallecidas sin identificar. México.
7. Procuraduría General de la República [PGR] (2015) Protocolo para el Tratamiento e Identificación Forense. México.
8. S. A (2013) Protocolo para La Notificación de Identificación de Restos de Personas Localizados en San Fernando, Tamaulipas y en Cadereyta, Nuevo León. Comisión Forense, México.
9. Quinto Elemento (2021) Crisis Forense. Serie: Crisis Forense. A dónde van los desaparecidos. [En línea] Disponible en:

<https://quintoelab.org/crisisforense/> [06 de enero 2023].

México.

10. Secretaría de Gobernación [SEGOB] & Comité Internacional de la Cruz Roja [CICR] (2020) Guía Técnica Para la Inhumación y el Resguardo de Personas Fallecidas No Identificadas No Reclamadas.
11. TAKAHASHI, F (2022) Centros de Resguardo Forense: Avances y desafíos del antes y después de su funcionamiento. Conferencia 13° Encuentro Nacional de Servicios Médicos Forenses. 21 de julio de 2022. Jalisco,
12. Alto Comisionado de las Naciones Unidas, Derechos Humanos [DDHHACONU] (2017). Protocolo de Minnesota, sobre la investigación de muertes potencialmente ilícitas. New York y Ginebra: ONU.
13. PAZ, P. & LÓPEZ, A. (2022) La desaparición administrativa de Braulio: seis años sin identidad en una fosa común. En acento. Pronunciación digital [En línea] Disponible en: <https://acentomx.com/sociedad/desaparicion-administrativa->



Estimación de la longitud del húmero a partir de sus epífisis y asociación de fragmentos proximales con distales, en cubanos de ascendencia hispánica.

HUMERUS LENGTH ESTIMATION FROM EPIPHYSIS AND ASSOCIATION OF DISTAL AND PROXIMAL FRAGMENTS, IN CUBANS HISPANIC DESCENT.

Machado Mendoza D¹, Urgellés Navarro LA², Pérez Pérez V³.

1 Antropólogo forense. Profesor. Doctor en Ciencias Biológicas. Máster en Antropología. Instituto de Medicina Legal. La Habana, Cuba.

2 Licenciado en Biología. La Habana, Cuba. Máster en Antropología.

3 Médico legista. Profesora. Especialista de 1er Grado en Medicina Legal y en Medicina General Integral. La Habana, Cuba

RESUMEN: En los desastres y fosas clandestinas, lo mismo pueden encontrarse cadáveres íntegros, que fragmentados. En estos casos la identificación se dificulta por lo que, se hace necesario emplear métodos que aporten el mayor número de datos posibles a partir de fragmentos óseos. Este trabajo tuvo como objetivo estimar la longitud del húmero a partir de sus epífisis y asociar extremos distales con proximales para emplear en contextos de alta fragmentación. La muestra estuvo formada por 224 húmeros (122 masculinos y 102 femeninos) pertenecientes a adultos cubanos de ascendencia hispánica, de 20 a 64 años. Se tomaron 10 mediciones. Se realizó el análisis de correlación y de regresión múltiple empleando SPSS versión 27. Se obtuvieron 51 ecuaciones de regresión, 19 para estimar la longitud del hueso a partir de las epífisis en ambos sexos, con errores en la estimación entre 8.98 y 13.39 mm; 22 para estimar medidas proximales (errores entre 1.42 y 1.81 mm) y diez para inferir medidas distales (errores entre 1.11 y 2.69 mm). Se concluyó que las ecuaciones de regresión obtenidas permiten la estimación de la longitud del hueso y asociar las epífisis en húmeros fragmentados, con alto grado de fiabilidad, por lo que resultan útiles para el trabajo de identificación en contextos forenses donde los restos se encuentran fragmentados y dispersos.

PALABRAS CLAVE: ANTROPOLOGÍA FORENSE, OSTEOLOGÍA, HÚMEROS FRAGMENTADOS, ECUACIONES DE REGRESIÓN.

ABSTRACT: In disasters and clandestine graves, whole bodies can be found, as well as fragmented and charred bodies. In these cases, identification is difficult, so it is necessary to use methods that provide the greatest number of data possible from bone fragments. This work aimed to determine the length of the humerus from its epiphyses and associate distal with proximal ends to be used in contexts of high fragmentation. The sample was made up of 224 humeri (122 male and 102 female) belonging to Cuban adults of Hispanic descent, aged 20 to 64 years. 10 measurements were taken. The evaluation and multiple regression analysis was carried out using SPSS 27th version. 51 regression equations were obtained, 19 to estimate the length of the bone from the epiphyses, with errors in the estimation between 8.98 and 13.39 mm; 22 to estimate proximal measurements (errors between 1.42 and 1.81 mm) and ten to infer distal measurements (errors between 1.11 and 2.69 mm). It is concluded that the regression equations obtained allow the estimation of the length of the bone and associate the epiphyses in fragmented humeri, with a high degree of reliability, which is why they are useful for identification work in forensic contexts where the remains are fragmented and scattered.

KEY WORDS: FORENSIC ANTHROPOLOGY, OSTEOLGY, HUMERUS FRAGMENTS, REGRESSION EQUATIONS.

CONTACTO: Dodany Machado Mendoza. Dirección: Calle Tulipán No. 1010 apto 76 e/ Loma y 45, Nuevo Vedado, Plaza de la Revolución. La Habana, Cuba. CP 10600. E-mail: dodany@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN.

En los casos forenses, pueden encontrarse tanto cadáveres íntegros, como fragmentados, quemados o carbonizados, por lo que los métodos de identificación se dificultan (1), no se pueden recoger las huellas dactilares,

el estallido del cráneo hace que no se posean piezas dentales, pueden ocurrir desmembramientos, etc.

Una forma de aportar el mayor número de datos posibles para la identificación a partir de fragmentos óseos, puede ser el estudio de los huesos largos, que generalmente

presentan gran dureza y mayor resistencia al evento traumático, y porciones de estos conservan su integridad a pesar de la magnitud del trauma sea antemortem o postmortem.

En muchos casos se encuentran mezclados varios restos fragmentados y surgen las interrogantes de si pertenecían a hombres o mujeres, edad, la estatura que tenían en vida, y la correspondencia de unos con otros.

Para la estatura elemento importante en la identificación, la estimación en restos óseos se basa principalmente en ecuaciones de regresión obtenidas a partir de la medición de las longitudes máximas de los huesos largos, por lo que si éstos se fragmentan éste parámetro no puede ser estimado, el resto de los huesos del esqueleto, incluido el cráneo, no aportan un cálculo fiable de la estatura.

Los huesos más eficaces para realizar esta estimación son los correspondientes a las extremidades inferiores (fémur, tibia y fíbula), pero puede ocurrir que estos no aparezcan o se hayan destruido. De ahí la importancia de buscar métodos que permitan el cálculo de este parámetro a partir de otros huesos, como el húmero.

En los tiempos actuales, mediciones en los huesos largos han sido empleadas en muchas investigaciones a nivel internacional para la estimación de la longitud de éstos, aunque la mayoría se enfocan en el eje longitudinal del mismo, con énfasis en las medidas diafisarias (2,3,4), no así en medidas transversas u orientadas en otros ejes, sobre todo epifisarias.

En los desastres aéreos, el desmembramiento por explosiones hace que se encuentren, en ocasiones, partes de brazos y antebrazos que no pueden asociarse, por lo que a partir del cálculo de las proporciones y la utilización de la regresión lineal múltiple como herramienta de estimación, se puede establecer la correspondencia a un mismo individuo de fragmentos disímiles aislados y así facilitar la identificación de los cadáveres y sus partes. Lo mismo ocurre en las fosas clandestinas donde hay una mezcla de cadáveres o fragmentos de éstos y es necesario establecer esta correspondencia, que puede ayudar al cálculo del número de individuos y reconstruir los esqueletos por sus fragmentos óseos.

Para esta investigación se escogió el húmero, que es el hueso más largo de la extremidad superior, y presenta gran resistencia a los traumatismos, tanto perimortales como tafonómicos. En ausencia de otros huesos largos como el fémur y la tibia, que son más efectivos para calcular la estatura, ésta se puede estimar utilizando este hueso. Por lo que, es importante definir la longitud del

húmero sobre todo cuando este se encuentra fragmentado.

Con esta investigación se pretende obtener ecuaciones que permitan estimar la longitud del húmero, así como, asociar los fragmentos distales y proximales de éste cuando están dispersos, a partir de sus mediciones, en una muestra de población cubana actual de ascendencia hispánica

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

La muestra seleccionada constó de 224 húmeros (122 masculinos y 102 femeninos) correspondientes a cubanos de ascendencia hispánica, de sexo, edad y ancestralidad conocidos. Tenían entre 20 y 64 años, con una edad promedio de 47.59 años, fallecidos en los últimos 40 años. Las piezas pertenecían a la colección osteológica de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana (18%) y a casos estudiados en el Instituto de Medicina Legal de Cuba, en los últimos 25 años (82%).

Se excluyeron las medidas en las regiones con alteraciones y patologías que pudieran modificar el valor de las mismas. Las mediciones se realizaron utilizando la tabla osteométrica (TO), y el calibre vernier (CV), la primera con error de 1mm y el segundo 0.05 mm de error.

El análisis de los datos se realizó con SPSS versión 27. Se aplicó la prueba Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefort y Shapiro Wilks, para comprobar si las variables estudiadas seguían una distribución normal, y de Levene para la Homogeneidad de Varianzas). Las variables estudiadas cumplían con estos dos aspectos.

Se procedió a la comparación de medias entre las parejas de huesos derechos e izquierdos. Para esto fue utilizada la Prueba t de Student para dos muestras independientes, ésta no reflejó diferencias significativas para las variables analizadas, lo que permitió emplear las piezas óseas independientemente de la lateralidad para conformar la muestra de estudio. Se utilizaron los coeficientes de correlación de Pearson (R) y de determinación (R^2) para evaluar la correlación entre las variables y se utilizó un análisis de regresión lineal múltiple para la elaboración de las ecuaciones.

Se separaron los sexos a la hora de establecer la correlación y las ecuaciones de regresión. En la investigación se tomó como valor de significación $p < 0.05$ para todos los estadígrafos empleados.

2.1. Mediciones tomadas en el húmero (ver Figura 1).

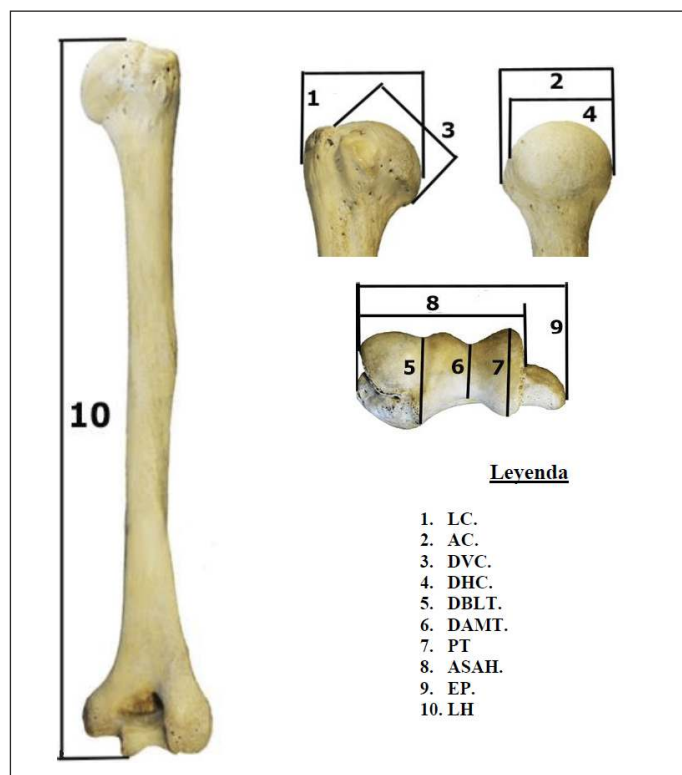
Se escogieron variables de fácil ubicación, como se describe a continuación(6):

1. Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal (LC): distancia máxima directa entre el borde más externo del tubérculo mayor y la superficie articular de la cabeza humeral. (CV).
2. Anchura de la epífisis proximal (AC) distancia medio-lateral máxima encontrada en la cabeza humeral. (CV).
3. Diámetro vertical de la cabeza (DVC): distancia sagital máxima entre los bordes de la superficie articular. (CV).
4. Diámetro horizontal de la cabeza (DHC): distancia medio-lateral máxima entre los bordes de la superficie articular. (CV).
5. Diámetro del borde lateral o externo de la tróclea (DBLT): distancia directa entre el punto más anterior

del surco que se encuentra entre el cóndilo y la tróclea y el punto más posterior del borde externo de la tróclea. (CV).

6. Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (DAMT): distancia anteroposterior mínima encontrada sobre la tróclea. (CV).
7. Profundidad de la tróclea (PT): distancia entre el punto anterior del borde interno de la tróclea y el punto más posterior del mismo. (CV).
8. Anchura de la superficie articular (ASAH): distancia entre el borde externo y el borde interno de la tróclea, tomada en la cara anterior del hueso. (CV).
9. Anchura epicondilar (EP): distancia entre el punto más saliente del epicóndilo y el punto más prominente de la epitróclea. (CV).
10. Longitud máxima (LH): distancia directa entre el punto más alto de la cabeza humeral y el punto más bajo de la tróclea. (TO).

Figura 1. Mediciones tomadas en el húmero.1. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, 2. AC: Anchura de la epífisis proximal, 3. DVC: Diámetro vertical de la cabeza, 4. DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, 5. DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, 6. DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, 7. PT: Profundidad de la tróclea, 8. ASAH: Anchura de la superficie articular, 9. EP: Diámetro epicondilar, 10. LH: Longitud máxima



ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DEL HÚMERO A PARTIR DE SUS EPÍFISIS Y ASOCIACIÓN DE FRAGMENTOS PROXIMALES CON DISTALES, EN CUBANOS DE ASCENDENCIA HISPÁNICA.

Para evaluar el error de medición intra e interobservador se utilizó una muestra auxiliar de 30 húmeros elegidos al azar. La precisión se evaluó mediante el error técnico de medición absoluto (ETMa) y el error técnico de medición relativo (ETMr), (7). Los valores inferiores al 5% se consideraron adecuados. Esta misma muestra se empleó para la validación de las ecuaciones.

En todo momento se cumplieron los principios éticos para la investigación con restos humanos.

3. RESULTADOS.

3.1. Valoración intra e interobservador.

Los errores de medición intraobservador fueron bajos, con ETMa variando de 0,118 mm (AC) a 0,68 mm (DBLT) y ETMr en un rango de 0,15% (EP) a 1,69% (DBLT). El error interobservador fue algo más elevado, pero dentro de los límites apropiados (<5%), con ETMa con valores desde 0,321 mm (AC) a 0,86 mm (ASAH); y ETMr de 0,83% (EP) a 3,4% (DBLT). Estos valores estuvieron en el orden de lo

obtenido por otros autores como el estudio realizado en Nigeria, en 2021(8).

3.2. Análisis de Correlación con las variables simples.

Para todas las medidas analizadas el coeficiente de correlación tuvo doble significación con la longitud máxima (ver Tablas 1 y 2). En el caso del diámetro vertical de la cabeza (DVC) sobrepasó el 0.55 para ambos sexos.

Estos resultados muestran el alto grado de asociación de las medidas epifisarias con la longitud máxima, a pesar de ser mediciones transversas en su mayoría, lo que demuestra que el crecimiento óseo no solo tiene un componente longitudinal sino que es proporcional también en grosor y anchura.

Lo mismo ocurrió entre las variables proximales con las distales, lo que indica una marcada relación entre los valores de ambas regiones. Se registraron valores superiores a 0.7 para la anchura de la superficie articular (ASAH) con tres de las medidas proximales, en el sexo masculino. El diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (DAMT) resultó la medida de menor asociación con las variables de la epífisis proximal, en ambos sexos.

Tabla 1. Coeficiente de correlación (R) entre las medidas tomadas en los humeros masculinos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima. Nivel de significación: simple $p < 0.05^*$, doble $p < 0,01^{**}$.

MEDIDAS	LH	LC	AC	DVC	DHC
LC	0.439**				
AC	0.549**				
DVC	0.582**				
DHC	0.325**				
DBLT	0.345**	0.644**	0.607**	0.586**	0.619**
DAMT	0.317**	0.476**	0.513**	0.373**	0.422**
PT	0.348**	0.590**	0.577**	0.596**	0.570**
ASAH	0.481**	0.746**	0.738**	0.712**	0.673**
EP	0.489**	0.605**	0.588**	0.597**	0.503**

Tabla 2. Coeficiente de correlación (R) entre las medidas tomadas en los humeros femeninos. LC: Diámetro transversal máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima. Nivel de significación: simple $p < 0.05^*$, doble $p < 0,01^{**}$.

MEDIDAS	LH	LC	AC	DVC	DHC
LC	0.450**				
AC	0.463**				
DVC	0.553**				
DHC	0.451**				
DBLT	0.466**	0.411**	0.403**	0.418**	0.462**
DAMT	0.314**	0.292*	0.217*	0.287**	0.230*
PT	0.541**	0.437**	0.525**	0.603**	0.548**
ASAH	0.466**	0.577**	0.562**	0.509**	0.594**
EP	0.452**	0.378**	0.666**	0.591**	0.583**

3.3. Análisis de regresión lineal múltiple.

5% de error en la estimación.

3.3.1. Ecuaciones para la estimación de la longitud máxima del húmero

Para la estimación de la longitud máxima (LH) (ver Tablas 3 y 4) se obtuvieron 19 ecuaciones (seis para el sexo masculino y trece para el femenino), todas con menos de

Las del sexo masculino fueron: una que emplea medidas proximales, dos con medidas distales y tres con variables de ambas epífisis, con errores en la estimación entre 11.81 y 13.39 mm. Las del sexo femenino, dos contenían medidas proximales, dos con variables distales y nueve emplean mediciones de ambas epífisis, que estiman la longitud del hueso con errores entre los 8.98 y 11.58 mm.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de la longitud máxima a partir de las epífisis, en humeros masculinos. LC: Diámetro transversal máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular.

Ecuaciones a partir de las medidas proximales		R ²	Error (mm)
M1	2.955 DVC + 1.808 AC - 1.552 LC + 175.24	0.497	13.39
Ecuaciones a partir de las medidas distales			
M2	0.123 DBLT + 3.471 DAMT + 1.133 PT + 225.72	0.506	12.30
M3	-0.072 DBLT + 2.87 DAMT + 0.837 PT + 0.801 ASAH + 212.08	0.505	12.23
Ecuaciones a partir de las medidas de ambas epífisis			
M4	1.569 DVC + 0.77 AC - 0.662 DBLT + 2.909 DAMT - 0.045 ASAH + 178.43	0.511	12.06
M5	-1.81 DHC + 2.788 DVC - 0.134 DBLT + 3.247 DAMT + 0.362 ASAH + 198.23	0.515	11.98
M6	-2.304 DHC + 2.333 DVC + 1.33 AC - 0.265 DBLT + 2.935 DAMT + 0.083 ASAH + 199.78	0.520	11.89

Tabla 4. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de la longitud máxima a partir de las epífisis, en húmeros femeninos. LC: Diámetro transversal máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar.

Ecuaciones a partir de las medidas proximales		R ²	Error (mm)
F1	3.933 DHC + 3.465 LC - 3.547 AC + 135.14	0.535	10.71
F2	2.362 DHC + 2.658 DVC + 2.582 LC - 3.706 AC + 132.92	0.548	10.49
Ecuaciones a partir de las medidas distales			
F3	1.742 DBLT + 4.092 PT + 0.439 ASAH + 151.5	0.522	11.58
F4	1.263 DBLT + 4.222 PT + 0.19 EP + 151.21	0.526	11.32
Ecuaciones a partir de las medidas de ambas epífisis			
F5	4.198 DVC + 2.376 LC - 2.782 AC + 2.042 DBLT + 88.72	0.559	9.95
F6	4.518 DVC - 2.737 AC + 0.782 DBLT + 2.861 PT + 139.92	0.563	9.87
F7	4.649 DVC - 2.772 AC + 3.072 PT + 0.516 ASAH + 127.85	0.587	9.73
F8	3.624 DVC + 2.927 LC - 3.765 AC + 2.672 PT + 110.2	0.603	9.51
F9	3.603 DVC + 2.564 LC - 3.506 AC + 0.239 DBLT + 2.863 PT + 106.77	0.622	9.30
F10	3.8 DVC + 2.572 LC - 3.485 AC + 3.22 PT - 0.186 ASAH + 101.88	0.630	9.22
F11	3.671 DVC + 2.906 LC - 3.662 AC + 2.7 PT + 0.076 EP + 106.77	0.636	9.10
F12	3.834 DVC + 2.562 LC - 3.487 AC + 2.886 PT + 0.398 ASAH - 0.217 EP + 97.24	0.643	8.99
F13	3.692 DVC + 2.579 LC - 3.446 AC + 0.39 DBLT + 2.839 PT + 0.056 ASAH + 0.007 EP + 94.48	0.645	8.98

En el presente estudio se siguió el criterio que para establecer las combinaciones de variables debía cumplirse que, si al agregar una medida nueva, el error de estimación de la ecuación aumenta o el coeficiente de determinación disminuye, la ecuación no se incluía.

Sobre esto, Ryan & Bidmos indican que, el error estándar estimado es una medida de la exactitud de una ecuación de regresión. Un valor elevado del error indica un bajo grado de exactitud o confiabilidad. Esto muestra cuán confiables pueden ser las ecuaciones obtenidas en la

estimación de los parámetros deseados(5).

3.3.2. Ecuaciones para la estimación de medidas epifisarias.

Para la estimación de medidas epifisarias se obtuvieron 32 ecuaciones, 17 para el sexo masculino y 15 para el femenino (ver Tablas 5 a 8).

Tabla 5. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas proximales, en los húmeros masculinos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar,

Ecuaciones para estimar medidas proximales			R²	Error (mm)
LC	M7	0.607 DBLT + 0.648 ASAH + 5.13	0.626	1.69
	M8	0.534 DBLT + 0.52 ASAH + 0.148 EP + 3.53	0.64	1.69
AC	M9	0.456 DBLT + 0.245 DAMT + 0.588 ASAH + 4,25	0.591	1.81
	M10	0.519 DBLT + 0.474 ASAH + 0.167 EP + 1.67	0.611	1.78
	M11	0.468 DAMT + 0.472 ASAH + 0.25 EP + 1.74	0.614	1.78
	M12	0.353 DBLT + 0.337 DAMT + 0.412 ASAH + 0.192 EP + 1.43	0.632	1.74
DVC	M13	0.353 PT + 0.627 ASAH + 8.12	0.551	1.74
	M14	0.335 DBLT + 0.279 PT + 0.525 ASAH + 6.29	0.565	1.69
	M15	0.323 PT + 0.518 ASAH + 0.122 EP + 5.791	0.579	1.74
	M16	0.237 DBLT + 0.249 PT + 0.486 ASAH + 0.117 EP + 4.0	0.589	1.72
DHC	M17	0.489 DBLT + 0.413 ASAH + 11.89	0.518	1.52
	M18	0.417 DBLT + 0.148 PT + 0.381 ASAH + 11.16	0.529	1.51

Para el sexo masculino, las ecuaciones que estiman variables proximales fueron 12 (ver Tabla 5) y se obtuvieron cinco para la estimación de parámetros distales (ver Tabla 6). Por otro lado, para el sexo femenino

fueron diez ecuaciones que el cálculo de las mediciones proximales (ver Tabla 7) y cinco para las distales (ver Tabla 8), todas con menos de 5% de error.

Tabla 6. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas distales, en los húmeros masculinos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima.

Ecuaciones para estimar medidas distales			R²	Error (mm)
DBLT	M19	0.309 LC + 0.071 AC + 6.35	0.451	1.14
	M20	0.281 LC + 0.154 DHC + 4.44	0.470	1.13
PT	M21	0.187 AC + 0.281 DVC + 5.32	0.423	1.51
ASAH	M22	0.371 LC + 0.308 AC + 12.75	0.595	1.57
EP	M23	0.481 AC - 0.102 DHC + 0.407 DVC + 25.61	0.442	2.69

Tabla 7. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas proximales, en los húmeros femeninos. LC: Diámetro transversal máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar,

Ecuaciones para estimar medidas proximales			R ²	Error (mm)
LC	F14	0.198 DBLT + 0.535 ASAH + 18.7	0.477	1.57
	F15	0.134 PT + 0.53 ASAH + 20.05	0.479	1.56
	F16	0.57 ASAH + 0.019 EP + 20.5	0.480	1.56
AC	F17	0.468 ASAH + 0.273 EP + 7.29	0.462	1.72
	F18	0.313 PT + 0.325 ASAH + 0.249 EP + 7.0	0.458	1.70
DVC	F19	0.502 PT + 0.263 EP + 14.52	0.473	1.55
DHC	F20	0.438 PT + 0.293 EP + 11.89	0.482	1.45
	F21	0.453 ASAH + 0.232 EP + 7.43	0.483	1.44
	F22	0.261 PT + 0.329 ASAH + 0.209 EP + 7.53	0.485	1.43
	F23	-0.096 DAMT + 0.447 ASAH + 0.236 EP + 8.76	0.486	1.42

Tabla 8. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas distales, en los húmeros femeninos. LC: Diámetro transversal máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima.

Ecuaciones para estimar medidas distales			R ²	Error (mm)
DBLT	F24	0.189 LC + 0.222 DHC + 4.65	0.466	1.11
PT	F25	0.22 AC + 0.341 DVC + 0.24	0.463	1.25
ASAH	F26	0.389 LC + 0.375 DHC + 7.88	0.482	1.31
	F27	0.438 LC + 0.541 DHC - 0.226 DVC + 8.5	0.483	1.30
EP	F28	0.29 AC + 0.576 DHC + 19.77	0.479	2.02

Los errores de estimación para el cálculo de las dimensiones proximales estuvieron en el rango de 1.51 - 1.81 mm en el sexo masculino, y 1.42-1.72 mm para el sexo femenino. Para las distales osciló entre 1.13 y 1.57 mm, para PT, DBLT y ASAH, en el sexo masculino, y 1.11-1.31 mm para estas mismas variables en el sexo femenino. En

el caso de EP, que es una medida que excede en los sujetos masculinos incluso los 65 mm, el error de estimación estuvo por debajo de los 2.7mm (2.69 en los masculinos y 2.02 en el femenino). No se obtuvieron ecuaciones para DAMT por ser una medida muy pequeña con poca variación y error superior al 6%.

A pesar de que en apariencia los errores de estimación son menores en el sexo femenino hay que tener en cuenta que estas medidas tienen valores más bajos en el húmero femenino, por el propio dimorfismo sexual de esta pieza ósea.

En este estudio se incluyeron varias ecuaciones porque no siempre se pueden realizar todas las medidas en los fragmentos óseos, ya sea por alteraciones propias de la osteobiografía de la persona o eventos tafonómicos a los que han estado expuestos.

3.3.3. Validación de las ecuaciones obtenidas.

Las ecuaciones fueron validadas con una muestra auxiliar de 30 húmeros como se había descrito anteriormente y los resultados mostraron que los errores de estimación promedio se encontraban en el rango de lo reportado para las ecuaciones, en el caso de la longitud máxima fueron incluso inferiores a los 8 mm. De la misma manera, en los últimos dos años se han empleado estas ecuaciones en casos forenses y con fallecidos con ancestralidad europa de cuatro desastres aéreos masivos, con buenos resultados corroborando la fiabilidad de las mismas no sólo en poblaciones cubanas.

3.4. Discusión.

En cuanto a las variables de mejor correlación con la longitud máxima del húmero, resultados similares han obtenido otros autores.

La medida DVC coincide como la de mejor correlación en el estudio de Toy *et al.*, en 2022, con 47 húmeros de una muestra turca (9). Para Datta, en India, DVC resultó la medida de mejor correlación (0,69) (10). También en la investigación de Bhurasaddi *et al.*, en ese mismo país, refieren ésta y ASAH como las medidas de mayor correlación con la longitud máxima(11).

Otros estudios incluyen igualmente la anchura epicondilar (EP), la anchura de la epífisis proximal (AC) y el diámetro horizontal de la cabeza (DHC) como medidas de alta correlación(12,13,14). Valores muy superiores, incluso a los del presente estudio refieren Bhurasaddi *et al.*, con 0,79 para EP, 0,86 tanto para DHC como ASAH y un muy

alto 0,94 para DVC(11).

El empleo de regresión múltiple favoreció que los errores de estimación disminuyeran hasta valores por debajo de los 14 mm. Estos resultados fueron inferiores a los reportados por otros Salles *et al.*, empleando estas mismas variables en una investigación brasileña, donde el error de estimación osciló entre 13,9 y 16,4 mm, a partir de medidas tanto proximales como distales(12).

Por otra parte, varios estudios realizados en la India reflejan resultados dispares, Prashanth *et al.*, con medidas proximales reportó ecuaciones donde el error fue de 12,6 mm (DVC), 13 mm (DHC) y 14,4 mm (AC) (14). Un estudio posterior de estos mismos autores con la epífisis distal, reflejó un error en el cálculo de la longitud humeral de 14,2 mm para EP y 16 mm para ASAH las distales(16). Por otra parte, Singhal & Rao, a partir de una ecuación con DVC, lograron que las estimaciones tuvieran imprecisiones en el orden de 14,2 mm y 15mm para la que utilizó EP(17).

Otros trabajos reflejan resultados variables, lo que refuerza el criterio de que cada investigación es aplicable a su contexto poblacional y las ecuaciones obtenidas pueden no resultar útiles en otras poblaciones. Tuncel & An estudiaron 96 húmeros de la época bizantina y encontraron que ASAH mostraba un error de estimación para la longitud máxima de 11,06 mm, mientras para la anchura epicondilar fue de 12,24 mm y el diámetro vertical de la cabeza reflejó 16,79 mm(18).

Menos efectivas resultan las presentadas por un estudio egipcio, donde se obtuvo 15,94 mm de error para EP y 20,45 mm para DVC (19). El estudio que podría resultar más afín al presente, es el referido español de Trancho *et al.*, que reportan el empleo de DVC para estimar la longitud máxima del húmero con un error de 22 mm y 22,11 mm para EP, valores muy superiores a los esta investigación (15). Es bueno señalar que en todos estos casos utilizaron regresión lineal simple, no hubo combinaciones de variables.

Un resultado interesante es el obtenido por Devi *et al.*, donde el error de estimación estuvo entre 17,02 y 19,48 mm, tanto con variables proximales como distales. Sin embargo al combinar las medidas proximales (AC, DVC y DHC), a pesar de que mejoró el valor de correlación (0,674) el error ascendió a 19,1mm, y al unir estas tres medidas con EP, la correlación fue de 0,716, pero el error

de estimación se elevó a 19,3 mm(20).

No ocurrió así en los trabajos de Udhay *et al.*, y Elijah *et al.*, quienes al combinar medidas proximales (DVC + DHC) en el primer caso (13), y de ambas regiones en el segundo (EP + ASAH y DVC + EP)(8), mejoraron la efectividad de las ecuaciones obtenidas.

Las correlaciones entre las medidas proximales con las distales fueron significativas. Resultado similar obtuvieron Trancho *et al.*, en una serie española con 0,7 de coeficiente de correlación de Pearson entre EP y DVC (15). También, aunque con valores inferiores (0,539 a 0,665), Toy *et al.*, encontraron correlación positiva y altamente significativa ($p < 0,01$), entre DVC y las medidas distales (PT, DBLT, ASAH y EP)(9).

Son pocos los estudios que tienen como objetivo calcular las dimensiones de una región basada en las mediciones de otra. La referida investigación de Trancho *et al.*, refleja la relación entre el diámetro vertical de la cabeza y al anchura epicondilar con 0,59 mm de error de estimación, resultado mejor incluso al reportado en esta investigación (15). En el estudio turco de Toy *et al.*, también se relacionó DVC con las medidas distales (PT, DBLT, ASAH y EP) (9), lo que refuerza el criterio de que estas estimaciones son viables y pueden resultar útiles para el trabajo diario del antropólogo forense.

3.5. Limitaciones del estudio.

Las limitaciones están dadas la investigación fue concebida para un grupo poblacional determinado (cubanos de ascendencia hispánica). El empleo de fórmulas de regresión derivadas de un tipo específico de población puede subestimar o sobreestimar la estatura, u otros parámetros que se quieran calcular cuando se aplica en otra población(21).

4. CONCLUSIONES.

Las mediciones tomadas en el húmero mostraron una fuerte correlación positiva con la longitud máxima del hueso y entre medidas epifisarias, esto permitió elaborar ecuaciones de regresión para la estimación de estos parámetros.

Las ecuaciones obtenidas permiten la estimación de la longitud del húmero y la asociación entre epífisis para poblaciones de ascendencia hispánica, con bajos errores de estimación (<5%), por lo que pueden ser factibles de emplear en contextos donde los restos humanos están entremezclados y fragmentados, como en explosiones, fosas clandestinas, desastres aéreos, y otros casos forenses.

Se recomienda realizar un estudio similar en otros huesos largos y grupos de distinta ancestralidad, que incluyan combinaciones de diversas medidas, para contar con un conjunto de ecuaciones aplicables al resto del esqueleto apendicular y otros grupos poblacionales.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. MACHADO D, DÍAZ O, PÉREZ V. Funciones discriminantes para la determinación del sexo a partir de la ulna en cubanos de ascendencia hispánica. *Rev Esp Antrop Fis.* 2020; 41: p. 9-17.
2. SOMESH MS, PRABHU LV, SHILPA K, PAI MM, KRISHNAMURTHY A, MURLIMANJU BV. Morphometric study of the humerus segments in Indian population. *Int J Morphol.* 2011; 29(4): p. 1174-80.
3. CHATTERJEE M, PODDAR R, SINHA I, BHATTACHARYA A, KUMAR A. Segmental morphometrics and their correlation with the whole length of long bones : a study on humerus of eastern India. *Indian J Basic Applied Med Res.* 2017; 6(4): p. 363-72.
4. MUTLUAY SD, ACIKGOZ AK, BOZKIR MG. Estimation of the maximum length of the humerus from its segments lengths. *Int J Morphol.* 2020; 38(5): p. 1350-5.
5. MACHADO D, URGELLÉS LA. Funciones discriminantes para la determinación del sexo a partir del húmero en europoides cubanos. *An Antrop.* 2011; 45: p. 99-112.
6. PERINI T, DE OLIVEIRA GL, ORNELIA JS, DE OLIVEIRA FP. Technical error of measurement in anthropometry. *Rev Bras Med Do Esporte.* 2005; 11: p. 81-85.
7. ELIJAH SO, EKANEM AU, PETER AI, EDAGHA IA. Humeral length estimation: retrospective radiological and anthropometric investigation. *J For Sci Criminol.* 2021; 9(1): p. 101-7.
8. RYAN I, BIDMOS MA. Skeletal height reconstruction from measurements of skull in indigenous south africans. *For Sci Int.* 2007; 167: p. 16-21.

9. TOY S, BAKICI RS, SAHIN NE. Examination of the correlation of distal end parameters of the humerus with other parameters. *Meandros Med Dent J*. 2022; 23: p. 367-72.
10. DATTA S. A morphometric study to find correlations among various dimensions of proximal end of humerus of Telugu population. *Indian J For Med Toxicol*. 2020; 14(4): p. 531-7.
11. BHUSARADDI PS, SHINDE VK, KHONA P. Right humerus; An equation to estimate the length from its fragments. *Indian J Anat Surg Head Neck Brain*. 2019; 5(4): p. 101-4.
12. SALLES AD, CARVALHO CR, SILVA DM, SANTANA LA. Reconstruction of humeral length from measurements of its proximal and distal fragments. *Braz J Morphol Sci*. 2009; 26(2): p. 55-61.
13. UDHAYA K, SARALA KV, SRIDHAR J. Regression equation for estimation of length of humerus from its segments: a south indian population study. *J Clin Diagn Res*. 2011; 5(4): p. 783-6.
14. PRASHANTH KU, PAI MM, MURLIMANJU BV, PRABHU LV, PRAMEELA MD. Estimation of the humerus length by its proximal segments: a south indian anatomical study. *J Morphol Sci*. 2019; 36(2): p. 67-71.
15. PRASHANT KU, PAI M, MURLIMANJU BV, PRABHU V, PRAMEELA MD. Estimation of humerus length by measuring the dimensions of its lower fragments. *J Anat Soc India*. 2021; 70(4): p. 209-15.
16. SINGHAL S, RAO V. Estimation of total length of humerus from its segments. *Med Sci Law*. 2011; 51: p. 18-20.
17. TUNCEL N, AN I. Estimation of total bone length of the late Byzantine humerus. *Archaeol Anthropol Sci*. 2021; 13(91): p. 1-8.
18. ALI DM, ELBAKY FA. Sex identification and reconstruction of length of humerus from its fragments: An Egyptian study. *Egypt J For Sci*. 2016; 6: p. 48-55.
19. TRANCHO GJ, ROBLEDO B, MARTÍNEZ MS, GRUESO I, BARRIO P. Predicción de las dimensiones longitudinales y transversales del húmero a partir de modelos numéricos unifactoriales. In Alonso S, Hervella M, Izaguirre N, Peña JA. *La investigación en antropología física una mirada al futuro*. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco; 2014. p. 217-35.
20. DEVI R, THAKAR MK, NATH S. Estimation of humeral length from its fragmentary dimensions. *Human Biol Rev*. 2014; 3(1): p. 15-24.
21. SAMOON S, ITOO MS, JAN N, BHAT GM. Correlation of humeral length and its segments in a sample of Indian population: an osteological study. *Int J Res Med Sci*. 2019; 7(1): p. 247-50.



Estimación de la edad legal en una muestra poblacional de origen subsahariano y turco, a partir del análisis de los conductos radiculares de los molares inferiores.

ESTIMATION OF THE LEGAL AGE IN A POPULATION SAMPLE OF SUB-SAHARAN AND TURKISH ORIGIN, BASED ON THE ANALYSIS OF THE ROOT CANALS OF THE LOWER MOLARS.

Ortiz BJ¹, De Luca S².

1 Laboratorio de Antropología Física. Departamento de Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física. Facultad de Medicina, Universidad de Granada, España.

2 Laboratorio de Antropología Física. Universidad de Granada, España. PANACEA Cooperative Research S Coop.

RESUMEN: La estimación de la edad a partir de los dientes en desarrollo se requiere con frecuencia en casos forenses, como aquellos casos de menores que carecen de una documentación válida de identidad, solicitantes de asilo o en desastres masivos. Después de los 14 años de edad, el tercer molar es el único diente inmaduro disponible para estimar la edad; Sin embargo, cuando se observa en conjunto con la maduración del primer y segundo molar, se pueden establecer criterios más fiables para la estimación de la mayoría de edad (18 años). Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo analizar la efectividad, factibilidad y reproducibilidad del método de Roberts et al.(1) basado en el análisis de los conductos radiculares de los molares mandibulares. Para este propósito, se estudiaron 305 radiografías panorámicas de un grupo poblacional mixto, de origen subsahariano y turco, de varones y mujeres con edades comprendidas entre los 16 y los 23 años de edad. En donde se observó que este método es efectivo en un 71% de casos, y reproducible en un 74.98% de los sujetos analizados considerándolo aceptable. Las mujeres que presentan la categoría B y C de maduración son mayores de edad de manera inequívoca en el 96% de los casos, mientras que los varones que presentan solamente la categoría C son inequívocamente mayores de 18 años en el 86% de los casos.

PALABRAS CLAVE: CIENCIAS FORENSES, ODONTOLOGÍA FORENSE, IDENTIFICACIÓN HUMANA, RADIOLOGÍA DENTAL, EDAD CRONOLÓGICA, MIGRACIÓN.

ABSTRACT: Age estimation by analyzing developing teeth is often required in forensic cases, such as those cases involving minors lacking valid identity documentation, asylum seekers or in mass disasters. After 14 years of age, the third molar is the only immature tooth available for age estimation, however, when viewed in conjunction with the maturation of the first and second molar, more reliable criteria for estimating the age of majority (18 years) can be established. Therefore, this research aims to analyze the effectiveness, feasibility and reproducibility of the Roberts method (1), based on the analysis of the root canals of mandibular molars. For this purpose, 305 panoramic radiographs of a mixed population group of sub-Saharan and Turkish origin, of males and females between 16 years of age, were studied. It was observed that this method is 71% effective and 74.98% reproducible, considering it acceptable. The females presenting categories B and C of maturation are unequivocally older in 96% of the cases, while the males presenting only category B are unequivocally older than 18 years in 86% of the cases.

KEY WORDS: FORENSIC SCIENCE, FORENSIC ODONTOLOGY, IDENTIFICATION METHODS, DENTAL RADIOLOGY, CHRONOLOGICAL AGE, MIGRATION

CONTACTO: B. Jazmin Ortiz González. Padre Claret 15, 6B, C.P.18013, Granada, España. Correo: blancajazmin@correo.ugr.es. Tel. 661494143

1. INTRODUCCIÓN.

La práctica de la odontología legal y forense inicia de manera formal en el año 1898; se considera una disciplina dentro de las ciencias medicolegales, cuyo objetivo

principal es la identificación de los individuos vivos, cadáveres recientes, y restos humanos esqueletizados, a partir del estudio de las estructuras y tejidos anatómicos de la cavidad bucal, ya que la identidad del individuo es imprescindible para establecer una relación jurídica, en

los estados de derecho(2).

El proceso de identificación de un individuo consiste fundamentalmente en estudiar a través de los tejidos corporales, las características individuales, como el conjunto de rasgos faciales, edad, talla, sexo, constitución, patologías, antecedentes clínicos, o incluso características morfológicas que lo distinguen de los demás (3). En este sentido, las características individuales e individualizantes que presentan los dientes, ya sea en la morfología de sus estructuras, las patologías, las marcas de mordida, los tratamientos de restauración o incluso su ausencia, son rasgos particulares que se convierten en evidencias dentales tan válidas como las huellas digitales(4).

Dentro de los objetivos principales de la odontología legal y forense, está el estudio del proceso de estimación de la edad, y de los métodos usados para llevarlo a cabo; se trata de un proceso complejo que implica la aplicación de metodologías precisas, altamente fiables, reproducibles y económicas, para la estimación de la edad biológica de un sujeto, entendiendo como edad cronológica o real, el intervalo de tiempo vivido por una persona desde su nacimiento, y edad biológica, al estado fisiológico (maduración) en el que se encuentren los huesos y dientes, y que no siempre se corresponden entre sí(5).

De esta manera, los contextos más comunes de aplicación de estos métodos de estimación serán aquellos donde se desconoce la edad real de un individuo sin documentación o que carece de documentos válidos para acreditar su identidad, y que hayan cometido algún delito, en menores sin referentes familiares, solicitantes de asilo, o donde exista la duda, porque de ello dependerá la correcta aplicación de la ley (6).

Por lo tanto, la estimación de la edad se realizará con los métodos más adecuados para cada situación, teniendo en cuenta especialmente el grupo etario de pertenencia del sujeto o de los restos encontrados, y el estado de conservación de estos. En el primer caso, el planteamiento estará basado en dos enfoques: el primero cuando se refiere a subadultos y el otro cuando se refiere a los adultos. En estos últimos, se analizarán los cambios morfológicos que se basan en su mayoría, en procesos degenerativos y de envejecimiento, un fenómeno altamente condicionado por factores

medioambientales, socioeconómicos y de salud(5).

Por ende, las metodologías aplicadas no presentan en la mayoría de los casos, una correlación adecuada entre la edad cronológica o real y la edad biológica de los individuos mostrando en adultos un error de estimación muy elevado, del orden de los 10-15 años (5). Con relación al estado de conservación, la metodología será diversa según se trate de cadáveres completos, restos esqueletizados o de individuos vivos.

Por el contrario, cuando se estima la edad en sujetos que no hayan finalizado su desarrollo; es decir, que tendrían una edad cronológica por debajo de la segunda década de la vida (subadultos)(7); los métodos aplicados se basan en el estudio de los cambios morfológicos del esqueleto, basados en el crecimiento y maduración de huesos y dientes; estos cambios son lo suficientemente significativos y homogéneos que permiten la estimación de edad con mayor fiabilidad(2).

El principal desafío para el odontólogo forense encargado de estimar la edad, y para todos los expertos forenses involucrados, reside en la predicción adecuada en individuos vivos, de un intervalo de tiempo específico denominado como “mayoría de edad” o, en algunos países, “edad legal” (18 años). De acuerdo con este umbral, se puede distinguir un individuo adulto o no adulto, teniendo en cuenta que dicho criterio constituye una referencia social, legal, y penal(8).

Una de las zonas anatómicas utilizadas, para la aplicación de métodos de estimación de la edad, en subadultos, con resultados fiables, son los huesos del carpo dado que, es relativamente sencillo observar mediante imágenes radiológicas, los diferentes estados de desarrollo; sin embargo, cuando se trata del estudio de sujetos que están cercanos a la mayoría de edad, por ejemplo, entre los 16 y 17 años, se puede presentar otra serie de problemas, tal es el caso que, en el momento del análisis de estimación de la edad, los huesos del carpo ya hayan concluido su desarrollo y osificación, lo que imposibilita la aplicación de la metodología para estimar la edad utilizando esta región anatómica(9).

En consecuencia, la utilización de estructuras dentales que aun estén en crecimiento en un individuo adulto (18 años), podría ser un factor determinante, para plantear un metodología confiable y precisa, tal es el caso del tercer molar. De hecho, este diente es el último en aparecer en

la cavidad bucal. Su mineralización comienza después de los 14 años y puede no completarse hasta los 25 años(5).

Este molar en crecimiento y maduración parece depender del crecimiento del hueso mandibular que, a medida que aumenta la edad del sujeto, de manera gradual presenta cambios morfológicos que pueden ser analizados; entre ellos, la apariencia oscura de la pulpa radicular, así como también la zona del ligamento periodontal que rodea a este diente(10).

Actualmente, es utilizado como referente por varios autores en diversos métodos para la estimación de la edad, con resultados muy positivos en cuanto a su fiabilidad (7). Sin embargo, por su propia naturaleza, este diente es complejo de estudiar, y presentan otras problemáticas, ya sea por su morfología, por lo impredecible de su erupción, o incluso cuando no se desarrolla en la cavidad oral, (agenesia dental). En algunos casos es extraído por diferentes causas, lo que obliga a desarrollar adaptaciones dentro de los métodos, que contemplen estos factores(2).

De esta manera la presente investigación pretende analizar la fiabilidad, efectividad y reproducibilidad de un método para la estimación de la edad dental, basado en el análisis radiográfico del grosor de los conductos radiculares de los tres molares mandibulares (1). Para este propósito, se ha estudiado una muestra poblacional de origen mixto, subsahariano y turco, de edad comprendida entre los 16 y 24 años de edad.

El objetivo principal es demostrar, a partir de los resultados, si esta metodología puede ser complementaria de las demás técnicas, ya recomendadas por los protocolos de actuación vigentes y aplicadas en contextos internacionales, y averiguar su replicabilidad, fiabilidad, y reproductividad en el proceso de estimación de la edad legal.

La presente investigación se lleva a cabo en un marco político y social definido por pandemias, conflictos armados, desastres naturales, eventos políticos de gran repercusión, cambio climático, escasez de alimentos, violencia y pobreza, lo cual desencadena una serie de consecuencias que los seres humanos deben enfrentar, como desplazamientos forzados, desaparición de personas e individuos no identificados(11), detonando la aparición de grandes crisis, en donde se destaca la crisis humanitaria generada por el fenómeno migratorio masivo(11).

En consecuencia, se puede observar un aumento en la demanda de los servicios medico legales. Por lo tanto, resulta indispensable llevar a cabo una investigación constante, que emplee metodologías cada vez más confiables, reproducibles, efectivas y que requieran el menor tiempo posible, teniendo como objetivo proporcionar certeza al criterio del juez en la correcta aplicación de la ley, ya sea en la elaboración de protocolos de actuación para la protección de los menores que hayan cometido delitos, en la atención de menores sin referentes familiares o en la evaluación de los solicitantes de asilo(2).

Los menores sin referentes familiares son uno de los grupos más vulnerable ante toda esta problemática y que ha obligado a organismos internacionales y gobiernos a desarrollar protocolos, leyes y normas, que permitan el derecho a la protección del niño de manera ordenada y segura, enmarcada en la carta de las naciones unidas(11).

En el año 2020, 14,200 solicitudes de protección internacional fueron presentadas por menores sin referentes familiares, en los países de la EU, lo que representa el 3% del total de las 485,000 de solicitudes presentadas, de los cuales 9 de cada 10 menores sin referentes familiares son varones y el 41% de estos menores, proceden de Afganistán(11).

Sin embargo, la discusión sobre la precisión de los métodos plantea numerosas interrogantes, como el sesgo asociado a la sobreestimación o subestimación sistémica de la edad, la exactitud con la que se puede estimar la edad, la confiabilidad del uso de imágenes médicas para el estudio de patrones asociados a la edad biológica de un sujeto por ejemplo, las ortopantomografías, tomografías computarizadas, tomografía computarizada de eje cónico, resonancia magnética y, finalmente, el uso de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial(12).

Esto facilita la investigación de nuevas áreas del conocimiento que, mediante experimentos adecuados en términos de muestras utilizada y métodos estadísticos sólidos, contribuya a reducir las incertidumbres y los errores de estimación, y permita, una vez, validados, la integración de sus resultados en los protocolos de actuación en el ámbito de la estimación de la edad en un contexto forense(12).

2. MUESTRAS.

Para la realización de este estudio, se revisó una primera muestra de 1600 radiografías panorámicas u ortopantomografías OPTs de adolescentes y adultos jóvenes de origen africano de Botsuana, en donde se seleccionaron 173 OPTs, pertenecientes a 86 mujeres, y 87 varones. Estas radiografías fueron recolectadas del 2011 hasta 2015, en consultorios privados de ortodoncia con fines diagnósticos y de tratamiento, y fueron seleccionadas según los criterios descritos y propuestos por Roberts et al.(1).

Posteriormente, se realizó la revisión de 1000 radiografías adicionales de otra población de Turquía, de las cuales se seleccionó un total de 132 imágenes radiográficas pertenecientes a 62 mujeres y 70 hombres. Dichas radiografías, fueron proporcionadas por el Departamento de Radiología Oral y Maxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Baskent, en Ankara, Turquía. Este material fue recolectado entre el 2013 y 2016, con objetivos diagnósticos y de tratamientos.

La **muestra** final está constituida por **305** radiografías panorámicas (OPTs) correspondientes a 173 subsaharianos y 132 turcos adolescentes y adultos jóvenes.

De las radiografías panorámicas de ambas poblaciones se dispone exclusivamente de los datos relativos a la fecha de nacimiento del sujeto, fecha de la realización de la radiografía, y el sexo.

Para calcular la edad cronológica en decimales de cada sujeto, se restó de la fecha de la OPT la fecha de nacimiento y el resultado se dividió entre los 365 días del año, de esta manera se obtuvieron 8 rangos de edad de entre los 16- 16.99, 17- 17.99, 18-18.99, 19-19.99, 20-20.99, 21-21.99, 22-22.99, y los 23-23.99 años de edad.

Las imágenes fueron anonimizadas, mediante un procedimiento informático en la Universidad de Granada, desarrollando un algoritmo para eliminar metadatos que puedan permitir la identificación, ruidos e imperfecciones en los bordes de la radiografía.

3. MÉTODOS.

3.1. Diseño Metodológico.

Este es un estudio **observacional**, porque se han analizado radiografías panorámicas OPT'S, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión planteados en la metodología de Roberts et al. (1), de tipo **transversal**, ya que la investigación se ha realizado en un determinado momento temporal, **retrospectivo** porque los datos se han obtenido de los registros radiográficos con diferentes fines diagnósticos y fueron recolectadas de diferentes centros y universidades médicas entre los años 2011 y 2016 de dos países, **comparativo** porque se ha planteado establecer diferencias de sexo.

El método que se ha aplicado es el de Roberts et al.(1), basado en el análisis, mediante radiografía panorámica (OPTs), de los conductos radiculares distales de los 3 molares inferiores izquierdos, para la identificación y clasificación de los dientes, fue utilizada la nomenclatura de la Federación Dental Internacional, utilizada en el ámbito odontológico a nivel internacional.

De esta manera, a los molares analizados se les ha clasificado como, 36, 37, 38, ya que se trata del primer, segundo y tercer molar inferior del cuadrante izquierdo.

A continuación, se han determinado de manera visual las dimensiones de ancho de los conductos radiculares de estos tres dientes. Los valores A, B, C, se asignaron a la sigla RWC (en inglés *Root Canal Width*) de acuerdo con las siguientes categorías:

- Categoría **A**: Cuando el conducto distal de la 36 es **menor** que el conducto distal de la 37, y el conducto distal de la 37 es **menor** que el conducto distal de la 38 (Figura. 1.a)
- Categoría **B**: Cuando el conducto distal de la 36 es **igual** que el conducto distal de la 37, y el conducto distal de la 37 es **menor** que el conducto distal de la 38 (Figura. 1.b)
- Categoría **C**: Cuando el conducto distal de la 36 es **igual** que el conducto distal de la 37, y el conducto distal de la 37 es **igual** que el conducto distal de la 38 (Figura. 1.c)

Figura 1. a. Categoría A: Cuando el conducto distal de la 36 es menor que el conducto distal de la 37, y el conducto distal de la 37 es menor que el conducto distal de la 38.



Figura 1. b. Categoría B: Cuando el conducto distal de la 36 es igual que el conducto distal de la 37, y el conducto distal de la 37 es menor que el conducto distal de la 38 (Fig. 1.b)



Figura 1. c. Categoría C: Cuando el conducto distal de la 36 es igual que el conducto distal de la 37, y el conducto distal de la 37 es igual que el conducto distal de la 38 (Fig. 1.c)



Para el análisis de los conductos radiculares, es fundamental considerar como referencia de mineralización del tercer molar, el estadio H propuesto por Demirjian et al. (13). De acuerdo con este estadio de desarrollo, los ápices de las raíces estén totalmente cerrados (13, 14). Esta característica corresponde a la última etapa de maduración dental, en el tercer molar, tan útil como única, para el proceso de la estimación legal, en individuos de entre los 14 y los 25 años (14).

3.2. Para el análisis estadístico.

Se ha realizado un análisis descriptivo de la muestra para conocer las tendencias de los datos de este estudio. Para este propósito, se han usado medias y desviaciones estándar, así como medianas y rangos intercuartílicos para las variables cuantitativas continuas y proporciones para las variables cualitativas.

En todos los análisis se ha utilizado un nivel de significación de $\alpha=0.05$. Todos los análisis se han realizado con el programa estadístico R v.4.2.2. Además, se ha utilizado el paquete estadístico CARET (Classification and regression training, Kuhn, (2016)), v.6.0-92.

3.3. Para la reproducibilidad del método.

Para el análisis de reproducibilidad del método y, por ende, del acuerdo intra- e interobservador se ha aplicado el coeficiente Kappa de Cohen (K) (15).

Esta medición estadística varía entre 0 y 1. Valores por encima de 0.6 indican que el método es aceptablemente reproducible, siendo los valores por encima de 0.8 los que indican una reproducibilidad óptima o casi óptima (15).

3.4. Para la relación entre el indicador de madurez y la edad legal.

Para conocer si existe alguna asociación entre las distintas categorías y la edad legal (≥ 18 años), se ha realizado una prueba de la χ^2 . A continuación, para determinar qué categorías son realmente útiles en la estimación de la edad legal, se ha realizado una prueba de χ^2 para cada categoría de forma individualizada; además, esta prueba se ha repetido de forma individual para varones y mujeres, de forma que se ha podido estudiar los efectos de la variable sexo.

3.5. Para verificar las categorías de los valores de maduración propuestos por Roberts et. al.(1)

Para evaluar y validar el desempeño del método que se ha aplicado en esta investigación, es decir, la capacidad de dicho método para discriminar entre mayores de edad y menores de edad; se han aplicado pruebas correspondientes a la estadística bayesiana (*Bayesian inference Using Gibbs Sampling BUGS*): sensibilidad (*sensitivity*) y especificidad (*eppecificity*)(16).

En 1947, Yerushalmy, introduce los términos de sensibilidad y especificidad como los indicadores estadísticos que evalúan el grado de eficacia inherente a una prueba diagnóstica (16). Estas pruebas bayesianas son utilizadas de manera más recurrente en estudios médicos de cualquier disciplina, ya que permite analizar componentes aleatorios que determinan las diferentes situaciones del estado fisiológico del sujeto, y miden la discriminación diagnóstica de una prueba con relación a un criterio de referencia que se considera la verdad(16).

En este estudio concreto explican la estimación de la edad a partir del estado de maduración de los molares mandibulares, basándose en la verificación; y tienen como objetivo, mejorar y robustecer las predicciones, así como favorecer el desarrollo del método estadístico(8).

3.6. Sensibilidad (sensitivity)

Indica la capacidad de nuestro estimador para dar como casos positivos los casos realmente mayores; en este caso la proporción de mayores correctamente identificados; es decir, la sensibilidad caracteriza la capacidad de la prueba para detectar la edad legal en toda la muestra(17,18)

3.7. Especificidad (specificity)

Indica la capacidad de nuestro estimador para dar como casos negativos los casos que realmente son menores de edad; en este caso la proporción de menores correctamente identificados; es decir, la especificidad caracteriza la capacidad de la prueba para detectar la ausencia de la edad legal en sujetos de la muestra(17,18).

3.8. Resultados.

Análisis descriptivos de las variables incluidas en esta investigación. Para las variables cuantitativas, se representa la Media ± Desviación estándar; Mediana [Q1-Q3]. Para las variables cualitativas, se representa el número y el porcentaje de casos, según cada categoría de madurez) (Tabla 1).

Tabla 1: Análisis descriptivos de las variables incluidas en el estudio. Para las variables cuantitativas, se representa la Media ± Desviación estándar | Mediana [Q1 -- Q3]. Para las variables cualitativas, se representa el número y el porcentaje de casos, según cada categoría de madurez (A, B, C)

Sexo	Mujeres	148 (48.52 %)
	Hombres	157 (51.48 %)
Edad		20.1 ± 2.25 20.17 [18.18--22.07]
Indicador de madurez	A	31 (10.16 %)
	B	108 (35.41 %)
	C	166 (54.43 %)
Intra-observador	A	36 (11.8 %)
	B	110 (36.07 %)
	C	159 (52.13 %)
Inter-observador	A	38 (12.46 %)
	B	99 (32.46 %)
	C	167 (54.75 %)
Mayoría de edad	Sí	240 (78.69 %)
	No	65 (21.31 %)

3.9.Reproductividad

El método tiene una reproducibilidad entre observadores del **70.13** (K=70.13) y una reproducibilidad intraobservador del **74.98** (K=74.98). Estos valores están en un rango aceptable de reproducibilidad.

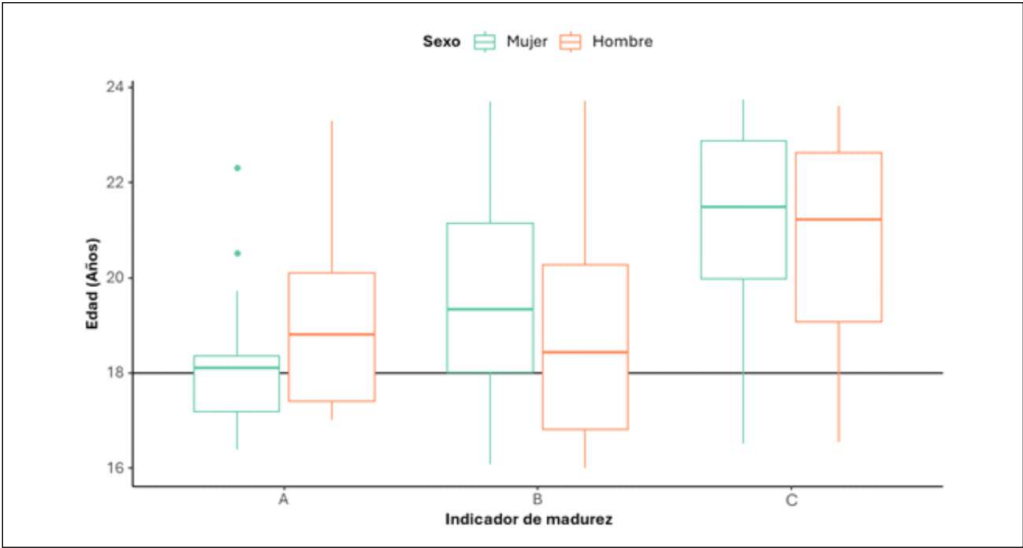
3.10. Relación entre el indicador de madurez y la edad legal.

Existe una asociación entre la categoría del grosor de los conductos radiculares del molar y la mayoría de edad ($\chi^2=28$; $p<0.001$). En función de estos resultados, sin tener en cuenta el sexo, una **categoría A** no permite estimar con exactitud la mayoría de edad, pero las **categorías B y C** permiten estimar la mayoría de edad con un **67.59%** y un **89.76%** de exactitud (Tabla 2. Figura. 2).

Tabla 2: Resultados del test χ^2 para la predicción de la mayoría de edad en el conjunto de la población (Global), mujeres y hombres. Los resultados significativos, que indican que la categoría es indicativa de una mayoría de edad, se indican con asteriscos: $p < 0.001$: ***; $p < 0.01$: **; $p < 0.05$: *. Cl: Intervalo de Confianza 95 %.

	Mayor de edad	Menor de edad	Estimador	CI	χ^2	p-value	
Global							
A	18	13	0,581	0,393-0,749	0,516	0,472	
B	73	35	0,676	0,578-0,761	12,676	3,704e-4	***
C	149	17	0,897	0,839-0,937	103,379	2,767e-24	***
Mujeres							
A	12	10	0,545	0,327-0,749	0,045	0,831	
B	37	12	0,755	0,608-0,862	11,755	0,001	***
C	72	5	0,935	0,848-0,976	56,571	5,419e-14	***
Hombres							
A	6	3	0,667	0,309-0,909	0,444	0,505	
B	36	23	0,610	0,474-0,732	2,441	0,118	
C	77	12	0,865	0,772-0,925	46,022	1,169e-11	***

Figura 2. Distribución de la edad en cada categoría de grosor del conducto radicular molar en función del sexo. Los límites superior e inferior indican el máximo y el mínimo; los límites superior e inferior de cada caja indican el cuartil 3 y el cuartil 1, respectivamente; la barra horizontal dentro del recuadro indica la mediana; los puntos indican los valores atípicos.



En el caso de las mujeres, también se ha detectado una asociación entre la categoría del grosor de los conductos radiculares del molar y la mayoría de edad ($\chi^2=19$; $p<0.001$).

Para las mujeres, una **categoría A** no permite estimar con exactitud la mayoría de edad, pero las **categorías B y C** permiten estimar la mayoría de edad con un **75.51%** y un **93.51%** de exactitud (Tabla 2, Figura 2).

En el caso de los varones, también se ha detectado una asociación entre la categoría del grosor de los conductos del molar y la mayoría de edad ($\chi^2 = 13$; $p < 0.001$).

Para los hombres, una categoría **A o B** no permite estimar con exactitud la mayoría de edad. Tan sólo la categoría **C** permite estimar la mayoría de edad con un **86.52 %** de exactitud (Tabla 2, Figura 2).

3.11. Sobre la verificación de las categorías de los valores de maduración propuestos por Roberts et. al.(1)

Para la estimación de la edad legal en los individuos estudiados, aplicando las afirmaciones de Roberts et. al. (1) se obtienen unos valores de **exactitud** de 0.739 para los hombres y 0.635 para las mujeres. Además, para la población de estudio, se obtienen unos valores de **sensibilidad** de 0.95 para hombres y 0.595 para mujeres, mediante el cual, el método de Roberts (1) es capaz de clasificar adecuadamente el 95 % de hombres y el 59.5 % de mujeres mayores de edad como mayores de edad (Figura. 3a, 3b).

En lo relacionado a la **especificidad**, de 0.079 para hombres y 0.815 para mujeres, según los cuales, el método de Roberts et. al.(1) es capaz de clasificar adecuadamente el 7.9% de hombres y el 81.5% de mujeres menores de edad como menores de edad (Figura. 3a, 3b).

Figura 3.a, 3b. Se obtienen unos valores de exactitud de 0.739 para los hombres y 0.635 para las mujeres. Además, para la población de estudio, se obtienen unos valores de sensibilidad de 0.95 para hombres y 0.595 para mujeres, mediante el cual, el método de Roberts y cols.[9], es capaz de clasificar adecuadamente el 95% de hombres y el 59.5% de mujeres mayores de edad como mayores de edad (Figura. 3a, 3b). En lo relacionado a la especificidad, de 0.079 para hombres y 0.815 para mujeres, según los cuales, el método de Roberts et. al.[9], es capaz de clasificar adecuadamente el 7.9% de hombres y el 81.5% de mujeres menores de edad como menores de edad (Figura. 3a, 3b).

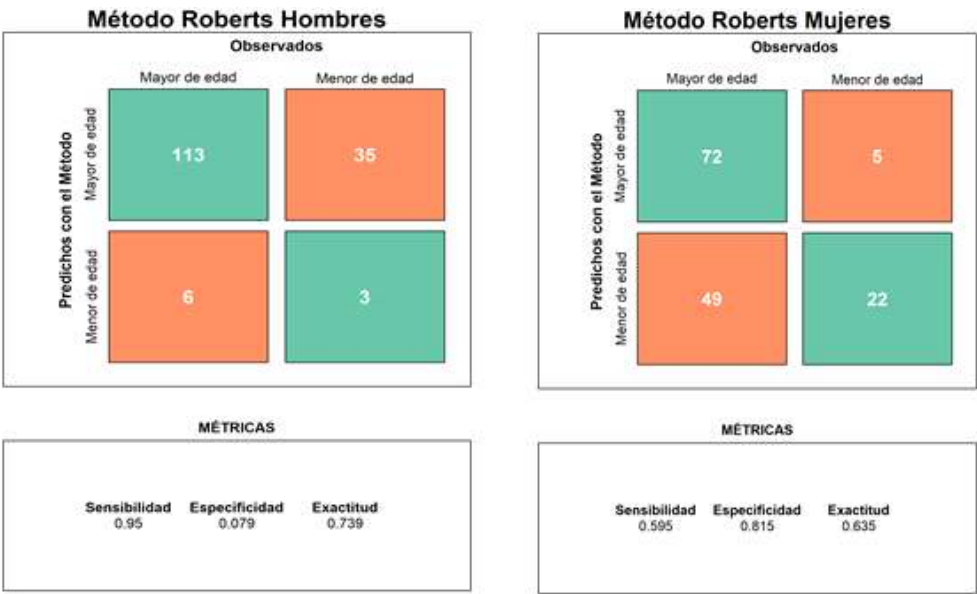


Figura. 3a, 3b. Descripción estadística del modelo propuesto por Roberts y cols.,(2016). A la izquierda para los varones, y a la derecha para las mujeres.

4. DISCUSIÓN.

La dificultad que supone la estimación de la edad sigue siendo motivo de discusión y de constante estudio para los especialistas, dado que el principal problema radica en determinar cuál de las metodologías para la estimación de la edad es mejor, en términos de precisión y exactitud. Sin embargo, al tomar en cuenta las diferentes circunstancias forenses, como por ejemplo la evaluación de individuos vivos, el estudio de cadáveres recientes, o de restos esqueletizados, no se puede decidir si un método es el mejor sino cuál de ellos podría ser el más adecuado para el contexto de aplicación(19).

Cuando se plantea la estimación de la edad en individuos vivos, es imprescindible proporcionar especialmente a las autoridades judiciales un dato fiable de la edad del individuo, así como, el grado de precisión y el error de estimación, de la metodología aplicada(7).

Aunque finalmente el dato obtenido es el relativo a la edad biológica del sujeto, y no a su edad real, es importante aplicar métodos y técnicas que nos permitan cuantificar adecuadamente, desde el punto de vista estadístico, la incertidumbre de la estimación y el peso de los parámetros aplicados para que la decisión de la tercera instancia sea justa con el caso de menores indocumentados(7).

De la misma manera cuando se aplican métodos para la estimación de la edad, a partir del estudio de los dientes, es necesario tener en cuenta que, desde el punto de vista de la maduración y desarrollo de cualquier sujeto, después de los 14 años, y una vez finalizada la formación de los caninos y los premolares, la estimación de la edad se convierte en un proceso más difícil, ya que la mayoría de los dientes han completado su desarrollo, salvo los terceros molares que siguen su formación y mineralización lo que los convierte en el único indicador etario útil(20).

Por otra parte, se sabe que este diente no es precisamente un indicador ideal del desarrollo de una persona, por su frecuente agenesia, su malformación o extracción, así como, sus variaciones en la forma, tiempo de erupción, y tiempo de formación(21); de esta manera la asociación entre edad biológica y formación es muy relativa(9).

Con esta consideración, algunos autores (22, 23); han utilizado el desarrollo y crecimiento del tercer molar, en diversos estudios para la estimación de la edad legal, introduciendo el estadio H (ápices cerrados) propuesto por Demirjian en 1973, con resultados que permiten considerar esta metodología confiable, siempre y cuando se consideren la probabilidad y el intervalo de confianza del 95% para el estadio H.

En este sentido, otro enfoque propuesto por la Sociedad Alemana de Medicina Legal (AGFA), es observar otras estructuras anatómicas que rodean al diente, y que a su vez muestran cambios con el paso de tiempo, y pueden ser considerados como indicadores de crecimiento, estos son, la visibilidad de la cavidad de la pulpa radicular (RPV), y la visualización del espacio de ligamento periodontal (PLV)(1,24).

Este enfoque ha permitido a autores como Roberts (1), plantear en su metodología, el análisis de estos indicadores de crecimiento que rodean al diente, así como la mineralización y maduración de los tres molares mandibulares inferiores.

De esta manera no solo se analiza un diente en desarrollo como el tercer molar, sino el conjunto de características de los tres molares mencionados, específicamente en los conductos radiculares, estableciendo parámetros de madurez que permiten estimar la edad en este grupo etario de interés, de entre los 14 y los 25 años.

Los resultados de Roberts et. al.(1), indican que los sujetos femeninos que obtuvieron una categoría C son considerados como mayores de edad, y si obtuvieron categoría A y B, son menores de edad; y en caso de los varones, los que obtuvieron una categoría de C y B, son considerados mayores de edad(1)

Davidson et al.(25) validaron esta metodología, aplicándola a una población mixta sudafricana, compuesta por 945 radiografías, plantean como primer hallazgo que, un tercer parte de su muestra no pudo categorizarse en el método de Roberts et. al.(1), por lo que asignó una nueva categoría RCW- U, para clasificar esta proporción de la muestra; de esta manera todos los hombres y mujeres de ambos orígenes geográficos, que presentaron categoría RCW-C, superaban el umbral de la mayoría de edad, y debían ser considerados mayores de edad con toda seguridad, de la misma forma que lo propone Roberts et. al. y Davidson et. al. (1,25).

Mientras que los todos los hombres y mujeres que presentaron categoría RCW-A y categoría RCW-U, podrían ser considerados como menores de edad.

Por otra parte, siguiendo la metodología propuesta por Roberts et al.(1), y validada por Davidson et al.(25), se ha decidido en esta investigación, aplicar dicha metodología en una nueva muestra mixta, de origen subsahariano y turco, en donde 173 radiografías OPTs, corresponden a la población subsahariana y 132 OPTs, corresponden a la población turca.

El método tiene una reproducibilidad entre observadores del 70.13 % (K) y una reproducibilidad intraobservador del 74.98% (K). Estos valores están en un rango aceptable de reproducibilidad es coincidente con el 86% (K) indicado por Davidson et al.(25), y en discrepancia con el 97% (K) indicado por Roberts et al.(1); lo que estadísticamente sería considerado óptimo (15).

Además, la mayor diferencia de lo que propusieron dichos autores, el resultado de esta muestra indica que, para el caso de las mujeres que presentan valores de B y C, se deben considerar mayores de edad con un 75.51% de probabilidad y un 93.51% de exactitud.

Y para los varones, una categoría A o B no permite estimar con exactitud la mayoría de edad, lo que indica que las mujeres llegan más rápido a la mayoría de edad (13) ; debido que el desarrollo y la maduración de los tejidos dentales son más adelantados en las mujeres, en relación con los hombres, de la misma manera que ocurre en los huesos del carpo (26).

Mientras que el planteamiento de ambos autores indica que los hombres llegarían más rápido a la mayoría de edad legal, que su desarrollo dental ocurre antes que las mujeres.

Solo en los casos que presentan categoría C, permiten estimar la mayoría de edad con un 86.52 % de exactitud en concordancia con ambos autores.

La discrepancia observada en los resultados de la comparación del método propuesto por Roberts et al.(1), con los resultados de esta investigación, se pueden atribuir a diferencias de tipo geográficos propia de cada población.

Por otro lado, durante esta investigación se presentaron algunas limitaciones que dificultaron la reproducibilidad

de esta metodología, con relación a la selección de imágenes que incluyan de manera estricta la presencia del tercer molar en estadio de maduración H(13), ya que se requiere de una revisión de una cantidad muy grande de radiografías panorámicas OPTs, lo que implica una dificultad mayor para el acceso a este tipo de radiografías, así como la obtención de una muestra representativa, razón por la cual, se hizo otra revisión de radiografías hechas en una población turca, diferente a la originalmente planteada como lo fue la subsahariana.

Además, la imagen panorámica tradicional, solo muestra una imagen bidimensional, y el análisis de los conductos radiculares se complica, debido a que este tipo de radiografía no permite observar en su totalidad, en términos del volumen, el sistema de conductos (27).

Tomando en cuenta estas consideraciones, así como los resultados obtenidos en esta investigación, se pretende plantear otras líneas de investigación; en primer lugar, la utilización de una imagen tridimensional generada a partir de Tomografías Computarizadas de haz Cónico (TCHC) (CBCT en inglés). Esta modalidad ha demostrado tener gran calidad gráfica y nitidez elevada en todos los planos espaciales, sin distorsiones, y sin superposiciones de otras estructuras anatómicas, además de su baja cantidad de radiación (28).

Dado que esta metodología es reciente, se proponen estudios futuros para desarrollar nuevas líneas de investigación que permitan la aplicación de la metodología de Roberts et al. (1) en otras muestras de origen geográfico distinto, utilizando la categoría RCW-U propuesta por Davidson et al.(25), con el objetivo de obtener y comparar nuevos datos, que puedan avalar las conclusiones obtenidas en esta investigación, así como el establecimiento de posibles diferencias a nivel poblacional.

5. CONCLUSIONES.

Se puede afirmar que, en ambos sexos, la categoría **A**, es muy **útil** para la estimación de la **minoría** de la edad, ya que indica claramente que las personas con esta categoría se sitúan por debajo o en la línea del umbral de la mayoría de edad (18 años) independientemente del sexo.

En el caso de las mujeres que presentan la categoría **B**, el método permite predecir la mayoría de edad en un 75.51%

de los casos, y las que presenten la categoría **C**, es un indicativo de la mayoría de edad con un porcentaje de predicción del 93,51%.

En el caso de los hombres, solo los que presentan categoría **C**, indica la mayoría de edad en un porcentaje de predicción de 86.52%, y los que presentan categoría **B** sitúan a los individuos por debajo o en el umbral de la mayoría de edad (18 años), por lo que no deben considerarse como mayores de edad.

Por otra parte, de acuerdo con el dato del **71%** de **exactitud** obtenido en la estimación de la mayoría de edad, la observación y estudio en conjunto de los patrones de crecimiento que se encuentran alrededor y dentro de los conductos radiculares, de los tres molares mandibulares, se puede considerar una metodología **confiable**.

Debido al **error** de estimación del **29%**, de este método, se recomienda usarlo como análisis complementario de otras técnicas ya utilizadas para la estimación de la edad legal, tales como la evaluación de los huesos del carpo, y del extremo medial de la clavícula (2).

El porcentaje de **reproductividad** es del **72%** lo que se considera aceptable. Sin embargo, se deben tomar en cuenta, el sexo, la población de origen del sujeto y la experiencia del profesional forense, así como la calidad de las radiografías, a la hora de llevar a cabo el análisis de los conductos radiculares.

6. BIBLIOGRAFÍA.

1. ROBERTS GJ, LUCAS VS, ANDIAPPAN M, McDONAL F. Dental age estimation: root canal widths of mandibular permanent molars at the 18-year threshold. Proceedings of the 68th Annual Meeting of the American Academy of Forensic Sciences; Las Vegas, NV. Colorado Springs, CO: American Academy of Forensic Sciences. (2016) 270:98-102.
2. BENITO M. El estudio de la edad para la identificación humana [Tesis] [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2015.
3. ISCAN MY, SOLLA, HE, McCABE BQ. Victim of a dictatorial regime: Identification of Mr. Roberto Gomesoto Josman. Forensic Science International. (2005) 151: 213-220.
4. PRETTY IA, SWEET D. A look forensic dentistry Part I: the role of teeth in the determination of human identity, British Dent Journal, (2001) (190): 359-366.
5. TODD TW. Age changes in the pubic bone. American Journal of Physical Anthropology. (1921) (4):1-70.
6. LIVERSIDGE HM, BUCKBERRY J, MARQUEZ-GRANT N. Estimación de edad, Ann Hum. Biol (2015)42 (299-301) <http://dx.doi.org/10.3109/03014460.2015.1089627>.
7. DE LUCA S. Identificación Humana en Antropología Forense: aportaciones para la estimación de sexo y edad [Tesis]. [Granada]: Universidad de Granada; 2011.
8. MALDONADO MB, BRIEM STAMM AD. Métodos para la estimación de la edad dental: un constante desafío para el odontólogo forense. Gaceta Int.cienc. Forense. (2013) 6: 12-19
9. GARAMENDI P. Análisis de parámetros de maduración ósea como indicadores de edad en estudios de radiología digital de tórax y estudios de radiología panorámica dental digital. [Tesis]. [Granada]: Universidad de Granada; 2007
10. OLZE A, SOLHEIM T, SCHULZ R, KUPFER M, SCHMELING A. Evaluation of the radiographic visibility of the root pulp in the lower third molars for the purpose of forensic age estimation in living individuals. Int J Legal Med. (2010) 124 (3):183-186. doi:10.1007/s00414-009-0415-y
11. EUROPEAN ASYLUM SUPPORT OFFICE. Informe de la EASO sobre el Asilo 2021. Informe Anual sobre la situación del asilo en la Unión Europea. (2021) 8:26 doi:10.2847/348593
12. SERRANO CF. Análisis Radiológico y Clínico de la Tomografía volumétrica de Haz Cónica: su interés de salud [Tesis]. [Málaga]: RIUMA, repositorio; 2016.
13. DEMIRJIAN A, GOLDSTEIN H, TANNER JM. A new system of dental age assessment. Ann Hum Biol. (1973) 45 (2): 211-27.
14. MINCER HH, HARRIS EF, BERRYMAN HE. The ABDO study of third molar developmen and its use as an estimator of chronological age. J Forensic Sci. (1993) 38(2):379- 390.
15. COHEN J. A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement (1960) 20 (1): 37-46.
16. YERUSHALMY J. Statical problems in assessing methods of medical diagnosis, with special reference to X- ray techniques. Public Health Reports (1947) 62: 1432-49.
17. LANDIS JR, KOCH GG. La medición del acuerdo del observador para datos categóricos. Biometrics (1977) 33 159-174.
18. SWETS S. Measuring the accuracy of diagnostic sistems. Science (1988) 240 1285 - 1293 , <http://dx.doi.org/10.1126/science.3287615>.

19. SCHMELING A, SCHULZ R, REISINGER W, MUHLER M. Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography. *International Journal of Legal Medicine*. (2004) 118(1): 5-8.
20. SOLHEIM T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scan J Dent Res*. (1992) (100): 193-199.
21. WILLEMS G. A review of the most Commonly used dental age estimation techniques. *The Journal of Forensic Odontology-Stomatology-JFOS* (2011) (19): 9-17
22. WITTSSCHIE D, OTTOW VER, VIETH V, KUPEPERS M, SCHULZ R, HASSU J, BAJANOWSKI T, PUSCHEL K, RAMSTHALER F, PFEIFFER H, SCHMINT S, SCHEMELING A. Radiografía de proyección de la clavícula: ¿sigue siendo recomendable para el diagnóstico forense de la edad en personas vivas? En t. *J. Medicina Legal* 129 (2015) 187-193, <http://dx.doi.org/10.1007/s00414-014-1067-0>.
23. MARQUEZ-RUIZ AB, TREVIÑO-TIJERINA MC, GONZALEZ-HERRERA L, SANCHES B, GONZALEZ RAMIREZ AR, VALENZUELA A. Análisis tridimensional del desarrollo del tercer molar para estimar la edad. *J. ciencia y salud*. (2017) (57) 376-383. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2017.04.002>
24. LUCAS VS, McDONALD F, ANDIAPPAN M, ROBERTS G. Dental Age Estimation: periodontal ligament visibility (PLV) - pattern recognition of a conclusive mandibular maturity marker related to the lower left third molar at the 18-year threshold. *Int J Leg Med*. (2017) 131 (3): 797-801. Doi: 10.1007/s00414-016-1468-3
25. DAVIDSON C, NEL C, BERNITZ H, VAN STANDEN P, UYS A. Validation of Roberts method using root canal width patterns as a mandibular maturity marker in determining the 18-year threshold. *Int. Journal Legal Medicine*. (2021) 135 (4) 1567-1572. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02527-w>
26. TANNER JM. Reliability and validity of computer-assisted estimates of Tanner-Whitehouse skeletal maturity (CASAS): comparison with the manual method. *Hormone Research in Paediatrics*. (1974) 42 (6): 288-294.
27. ITURRALDE D. Prevalencia de alteraciones en el patrón del sistema de conductos radiculares de los molares mandibulares[Tesis]. [Valencia]: Universitat de València; (2018)
28. DOMARK JD, HATTON JF, BENISON RP, HILDEBOLT CF. An ex vivo comparison of digital radiography and cone-beam and micro computed tomography in the detection of the number of canal in the mesiobuccal roots of maxillary molars. *Journal Endodontics*. (2013) 39 (7): 901-905.



Jerarquía, competencia y carroñeo: hacia la construcción de un modelo tafonómico forense para el área periurbana de la Ciudad de Buenos Aires.

HIERARCHY, COMPETITION AND SCAVENGING: TOWARDS THE CONSTRUCTION OF A FORENSIC TAPHONOMIC MEDELS FOR THE PERI-URBAN AREA OF BUENOS AIRES CITY.

Nasti A¹.

1 Área de Criminalística y Estudios Forenses, Instituto Universitario de la Gendarmería Nacional Argentina (IUGNA).

RESUMEN: Se asume que la acción de los carroñeros constituye una de las variables más relevantes que pueden afectar la secuencia de descomposición, la estimación del intervalo post mortem, y, en consecuencia, comprometer la integridad del registro forense. En este sentido, existe una tendencia a que las diferentes especies de carroñeros modifiquen los restos de manera isotrópica, constituyendo lo que comúnmente se denomina "*firma tafonómica*". La observación actualista de la acción de carroñeros sobre restos de *Sus scrofa domesticus* entre los años 2019 y 2023, posibilitó la identificación de los carroñeros más relevantes, su modalidad de comportamiento, el modo en que afecta a los restos biológicos y los patrones de dispersión de los elementos esqueléticos. El resultado fue la construcción de un modelo sobre la acción de los principales carroñeros en contextos ecológicos del conurbano de la Ciudad de Buenos Aires, siendo, hasta la fecha, la primera información sistemática de carácter forense sobre el carroñeo por parte de especies nativas o asilvestradas en esta área.

PALABRAS CLAVE: TAFONOMIA FORENSE; ECOLOGIA DEL CARROÑEO; MODIFICACIONES DE RESTOS BIOLOGICOS; AREA DE HUMEDALES DEL CONURBANO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.

ABSTRACT: It is assumed that the action of scavengers is one of the most relevant variables that can affect the decomposition sequence, the estimation of the postmortem interval, and, consequently, compromise the integrity of the forensic record. In this sense, there is a tendency for different species of scavengers to modify the remains in an isotropic manner, constituting what is commonly called the "taphonomic signature". The current observation of the action of scavengers on remains of *Sus scrofa domesticus* between 2019 and 2023, made it possible to identify the most relevant scavengers, their mode of behavior, the way in which they affect the biological remains and the dispersal patterns of the skeletal elements. The result was the construction of a model on the action of the main scavengers in ecological contexts of the suburbs of the City of Buenos Aires, being, to date, the first systematic forensic information on scavenging by native or feral species in this area.

KEY WORDS: FORENSIC TAPHONOMY; SCAVENGER ECOLOGY; MODIFICATIONS OF BIOLOGICAL REMAINS; WETLANDS AREA OF THE SUBURBS OF THE CITY OF BUENOS AIRES

CONTACTO: Atilio Nasti Email: anasti@iugna.edu.ar

1. INTRODUCCION.

La aparición de restos humanos en áreas que bordean las zonas urbanas es un fenómeno usual dentro de los delitos calificados como homicidio [1]. En este contexto, los diferentes grupos de animales suelen generar un patrón de modificación de los restos provocando la alteración de partes anatómicas de un modo singular. Esto incluye, la secuencia de desarticulación, la modificación de las diferentes partes anatómicas y la dispersión, entre otros

indicadores [2]; [3]; [4]. Por este motivo, los forenses asumen la relevancia que tiene la pérdida de información en sitios donde han actuaron los carroñeros, señalando la relación positiva entre el porcentaje de un cuerpo recuperado y la identificación positiva [5]; [7]; [8]. Debido a que la recuperación exitosa de elementos esqueléticos de una escena forense incide en el éxito de la identificación de un individuo, se deben establecer métodos para mejorar las probabilidades de recuperar e identificar correctamente los elementos esqueléticos. Un

mayor conocimiento de los carroñeros potenciales de una región, y su comportamiento podría ser muy útil al momento de generar pistas sobre la ubicación de los elementos esqueléticos [4]; [8].

Desde hace décadas, se han realizado investigaciones significativas en este sentido, en un intento por identificar la acción de diferentes especies, que incluyen: buitres [8]; [9]; [10], perros, coyotes y zorros [2]; [11], [12]; [13]; [14] [15], gatos monteses [16]; [17]; [18], roedores [19]; [20]; [21], y otros mamíferos y aves [22]; [23]; [6]. El acceso a la carroña es una estrategia de alimentación de recursos biológicos muertos para satisfacer necesidades nutricionales. Casi cualquier animal que incorpore carne en su dieta, desde grandes depredadores carnívoros como el puma, hasta especies omnívoras más pequeñas, como la comadreja, se alimentará de carroña si se le da la oportunidad [24]. En efecto, la carroña no solo es un recurso energético de alta calidad, sino que constituye una relación costo-beneficio ventajosa en comparación con una estrategia de caza [25].

Sin embargo, algunas variables ecológicas (clima, composición de la comunidad y actividad antrópica), entre otras, pueden influir en los patrones de comportamiento de los carroñeros, lo que resultaría en una alteración de los patrones esperados para cada una de las especies [26]; [27]. Si bien la investigación forense puede proporcionar una base para el análisis y la interpretación de diversos casos, la comprensión de las influencias ecológicas específicas en el comportamiento de los carroñeros, constituye una herramienta crítica para dar forma a estrategias efectivas en la recuperación, análisis e interpretación de restos humanos [28]; [29]; [30].

En Argentina se han realizado importantes estudios del comportamiento carroñero a partir de restos consumidos por *Milvago chimango* (chimango) [31], por *Caracara plancus* (carancho) y jote de cabeza negra (*Coragyps atratus*) [31]; [32]; [33]; [34], entre otras especies. Estos estudios estuvieron dirigidos a comprender el comportamiento de estos animales en relación con las condiciones adaptativas del entorno y a la relación etológica intra e inter-especie. Sin embargo, recientemente están apareciendo importantes aportes locales de la acción de diversas especies de carroñeros desde el punto de vista forense [18]; [23]; [35]; [36]; [37]; [38]; [39]; [40].

El Gran Buenos Aires (GBA), también conocido por Conurbano es un área urbanizada que la conforman 24 municipios que rodean a la Ciudad Autónoma de Buenos

Aires y que cuenta con una superficie aproximada de 13.285 km² y 10.865.182 habitantes. Dentro del GBA, existen áreas irregularmente urbanizadas, con parches de sectores naturales y terrenos baldíos que son propicios para ocultar evidencia criminal. Las características ambientales, la biodiversidad, las características topográficas y la distribución espacial de la población humana constituyen un perfil ambiental característico que debe ser evaluado desde el punto de vista del registro forense y que debería ser explorado.

El monitoreo durante 365 días cubriendo las cuatro estaciones (primavera 2019; Invierno 2021; Otoño 2022 y verano 2023), sobre restos de *Sus scrofa domesticus* (cerdo domestico) de 35 kg de peso, fue utilizado para la construcción de un modelo tafonómico de carácter local con motivo de interpretar casos complejos donde estén involucrados menores de edad. Financiado por el Instituto Universitario de la Gendarmería Nacional (IUGNA) y el Ministerio de Seguridad de la Nación, (Legajo 789000 2019-2023), su objetivo principal fue proporcionar un conjunto de datos preliminares para estimar las alteraciones tafonómicas sobre restos biológicos que emularían, potencialmente casos humanos de menores de edad con pesos promedio de 35 kg. La intención final de esta investigación es proporcionar un marco contextual local para la interpretación de las alteraciones post depositacionales de restos biológicos modificados por carroñeros. Se pretende, además, presentar un modelo ecológico que brinde el debate teórico sobre las relaciones entre los recursos (carroña), la etología de los carroñeros y la actividad antrópica en contextos forenses del conurbano bonaerense.

2. MARCO ECOLOGICO.

Los espacios verdes urbanos cumplen una serie de funciones de singular importancia para la ciudadanía. Algunas son de carácter físico, como el aporte de oxígeno, los efectos de atenuación de temperaturas, de los ruidos o ser refugio de la biodiversidad. Algunos de estos espacios verdes urbanos albergan humedales, que son ecosistemas de gran importancia debido a su rica flora y fauna, al ciclado y filtrado de nutrientes y a los procesos hidrológicos y ecológicos que ocurren en ellos [41].

La Cuenca Matanza-Riachuelo (CMR) ocupa 2047 km² y es drenada por un río típico de llanura (FIGURA 1). En un recorrido de aproximadamente 75 km su curso principal

de agua atraviesa parte de 14 municipios del conurbano bonaerense. Según el último censo (2010), está habitada por 5,8 millones de personas (un 15% de la población de Argentina). Se emplaza topográficamente en la planicie de inundación del Río Matanza, por lo que se trata de tierras de escasa altura y baja pendiente, sujetas a

anegaciones recurrentes. En este sentido, la reserva y su zona de influencia se comportan como un humedal, entre ellas, la Reserva Natural de Ciudad Evita (Ordenanza Municipal 24.247/2015), (FIGURA 2).

El área pertenece a la Región de Humedales de la

FIGURA 1. Ubicación de la cuenca Matanza Riachuelo (Quaini 2011)

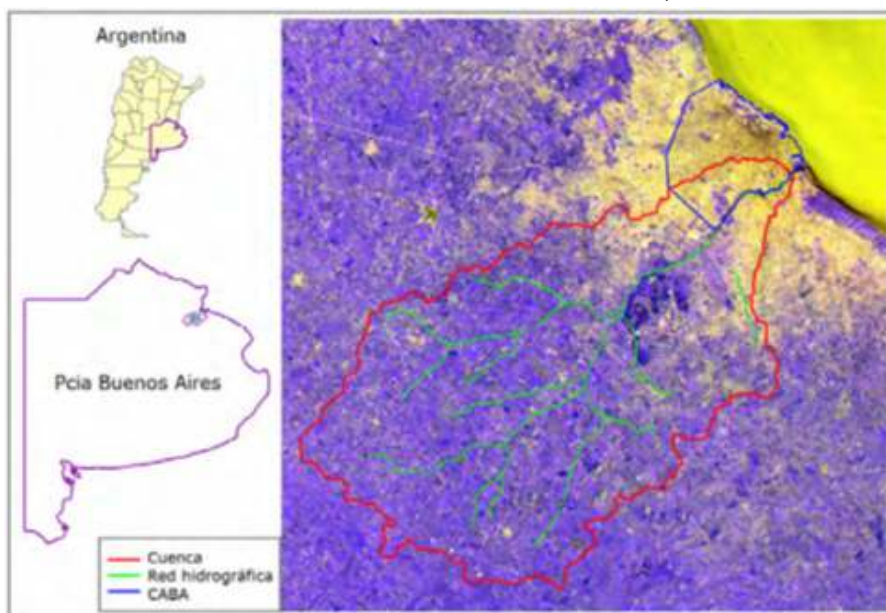


FIGURA 2. Área de la Reserva Municipal de Ciudad Evita (Wertheimer y Pereira 2020).



Pampa, Subregión de Lagunas de la Pampa Húmeda, que corresponde a la porción oriental de la región, emplazada en la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe. El espacio se caracteriza por la presencia de bosques implantados de interés cultural, pastizales y extensos humedales asociados a la planicie de inundación del río Matanza, conformando un ambiente de gran significación ecológica en la parte media de la Cuenca Matanza-Riachuelo [42]. Los pastizales dominados por herbáceas graminoides se encuentran en posiciones relativamente más elevadas, distribuyéndose en manchones aislados que ocupan sectores de mayor altura, lo cual no impide el anegamiento en determinados momentos del año. Se componen de especies exóticas predominantes como el pino, que a su vez sirven de resguardo a un incipiente pero modesto avance de especies nativas como la tala (*Celtis tala*), que en la actualidad cubre una gran extensión, y el lirio amarillo, una especie ornamental invasora típica de humedales. Estas manchas de bosques exóticos se extienden por una superficie de más de 200.000 m² [43].

Además, se identifica en el sitio la presencia de un posible antiguo cauce del río Matanza, que se extiende por casi 2000 metros y que en su porción cabecera da lugar a un cuerpo de agua presente durante todo el año, dominado por juncas (*Schoenoplectus californicus*) en los espacios externos y agua libre al centro (dada por profundidad). A ambos lados del curso o cauce principal se extiende un área inundable, que correspondería a un área de escasa altura y pendiente, que la hace anegable. Estos cuerpos de agua temporarios son áreas inundables con presencia de plantas palustres (*Eleocharis* y *Hydrocotyles*) y están asociados al valle de inundación del antiguo cauce [42]; [43].

Las redes complejas de interacciones ecológicas mantienen la biodiversidad, y la carroña es una de esas redes dentro de la cadena alimentaria, aunque a menudo se subestima [44]. Las especies carroñeras son miembros valiosos de los ecosistemas, ya que estabilizan las redes alimentarias y eliminan la descomposición orgánica. El modo en que los animales buscan comida y los recursos que utilizan no estarían solo determinados biológicamente, ni son, de hecho, completamente aleatorios, por cuanto las decisiones que toman los animales con respecto a las estrategias de acceso a los recursos están siendo continuamente moldeadas por su contexto ecológico [45].

La caza es una actividad energéticamente costosa, por lo que, cuando las tasas de éxito son bajas, los carroñeros pueden usar este recurso para complementar su dieta. Los investigadores se han interesado en la forma en que los animales toman decisiones, generando modelos para predecir los tipos de hábitats que seleccionan los animales, los tipos de recursos que explotan y la cantidad de tiempo que dedican a ello [46]. Debido a que estos recursos son finitos y en muchos casos, impredecibles, las diferentes especies compiten entre sí para obtenerlos, sobrevivir y reproducirse. Tal competencia puede ser intra-específica (es decir, entre miembros de la misma especie) o inter-específica (es decir, entre organismos de diferentes especies) [25].

3. METODOLOGIA.

El presente estudio se llevó a cabo dentro del predio de la Escuela de Gendarmería Nacional Martín Miguel de Güemes, localizada en Ciudad Evita, partido de La Matanza, Provincia de Buenos Aires. (34°44'23 S 58° 31' 36" W) Es un predio de unas 243 hectáreas que forman parte de la Reserva natural de Ciudad Evita. Tanto en América del Norte, Reino Unido, Australia y sud África, los análogos de animales se utilizan comúnmente en estudios forenses para recrear y analizar la escena del crimen, debido a la falta de acceso a cadáveres humanos [47]. En este sentido, y siguiendo esta metodología, se utilizaron cuatro ejemplares de *Sus crofa domesticus* de 35 kg cada uno por cada temporada de observación (primavera 2019; Invierno 2021: otoño 2022 y verano 2023), identificándose en todos los casos como Unidad Experimental 3 (UE3). Los animales fueron provistos por el Bioterio de la Universidad Maimonides y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de la Estación de Castelar. La eutanasia fue realizada bajo sedación anestésica siguiendo el protocolo internacional de eutanasia sincrónica [48].

La evolución tanatológica fue cuantificada de acuerdo con el TBS (*Total Body Score*) en base a Galloway [49]. La unidad de análisis del comportamiento de cada carroñero fue el **Evento**, considerado como la asociación de cualquier espécimen animal con la UE3. Los eventos se dividen en *Merodeo*: secuencias de movimientos en torno a la UE3; *Exploración*: contacto entre el espécimen y la UE3; *Marcado*: rastro de orina u

glándulas olfativas sobre la UE3; *Alimentación*: consumo por parte de los especímenes sobre cualquier parte anatómica de la UE3; y, por último, *Arrastre*: desprendimiento (desarticulación) y transporte por fuera del contexto anatómico de la UE3. La duración temporal de cada evento se midió en minutos y se utilizó un índice *IE* (Índice de interacción de cada especie por temporada: *minutos totales/ número de eventos*) para evaluar la asociación de una especie sobre la UE3.

El monitoreo de los carroñeros fue obtenido mediante dos cámaras *Gadnic (Huntertrail 99 CAM)* con detector de movimiento infrarrojo de manera secuencial con intervalos de disparo de 5 segundos. Las imágenes (*n*: 14.345), fueron descargadas y analizadas para determinar la especie involucrada, la fecha y el tiempo invertido en cada tipo de evento. La base de datos fue organizada y analizada mediante el software *Wild.ID Trap@*. Si el evento ocurrió entre la salida y la puesta del sol, fue considerado como un evento diurno. Si el evento ocurrió entre una hora después de la puesta del sol y una hora antes de la salida del sol del día siguiente, fue considerado como nocturno. Finalmente, si el evento ocurrió en el lapso de una hora antes de la salida del sol o hasta una hora después de la puesta del sol, fue considerado como crepuscular. La hora de salida y puesta del sol para cada día calendario, se obtuvo por medio del software *Moonrise*. Las mediciones sobre distancias y velocidades de movimiento de los animales fueron realizadas a través del software *Tracker@*. Los datos climáticos locales se obtuvieron de la estación meteorológica *Meteostar@*, durante las 24 horas, con intervalos de una hora, mientras que se realizaron mediciones puntuales de corrección sobre la UE3 con la utilización de una data logger *HOBOMMHY@*.

La Secuencia y el porcentaje de desarticulación fue calculado por partes anatómicas en base al esqueleto completo (100%): Cráneo y Mandíbula (10%); esqueleto axial y costillas (30%); Miembros delanteros (30%) y Miembros traseros (30%). Finalmente se utilizó una regresión logística multinomial, para analizar la relación entre los eventos de los carroñeros, las fases lunares y los periodos de lluvia, por un lado, y la relación entre el IPM y la dispersión de elementos anatómicos por el otro. No existe un rango estándar de peso utilizado para

clasificar el tamaño de los carroñeros, sin embargo, para la presente investigación se utilizó la clasificación de Delaney-Rivera y colaboradores [50] en: grandes (≥ 40 kg), medianos (11-40 kg) y pequeños (≤ 10 kg).

4. DATOS RELEVADOS.

La TABLA 1, muestra el número total de total de especies relevadas (*n*:12), identificándose un total de 286 eventos sobre la UE3. El promedio de cada especie visitante por temporada fue de $5,75 \pm 0,94$. con una media total de eventos para todas las especies por temporada de 23,83, DS: 32,47. Sin embargo, en el presente trabajo, nos detendremos principalmente en aquellas especies que han generado algún tipo de alteración relevante en el registro forense. Cuando nos referimos a alteración, se hace referencia al carroñeo de tejidos blandos, como también al carroñeo implicado en la desarticulación y dispersión de las partes anatómicas de la UE3. En este sentido, zorro (*Lycalopex gymnocercus*), perro (*Canis lupus familiaris*), carancho (*Caracara plancus*) y comadreja (*Didelphis alviventris*), son las especies que más han modificado la UE3, ($4 \pm 0,84$), mientras que la presencia del gato montés (*Leopardus geoffroyi*) solo ha merodeado y marcado el territorio sin tocar a la UE3.

Además de *Caracará* (carancho), y otras aves rapaces como el Chimango (*Milvago chimango*), y el Gavilán Común (*Accipiter nisus*), existen varias especies de aves con un número alto de eventos, pero que se restringen a la alimentación de larvas de insectos, algunos sobre la UE3 mayormente (*Caliphoras*), esto es, *Furnarius rufus* (hornero común; *Pitangus sulphuratus* (Bienteveo); y otros exclusivamente en el terreno circundante como *Passer domesticus* (Gorrión común); *Colaptes melanochloros* (Carpintero común); y *Melanerpes erythrocephalus* (Carpintero de cabeza roja).

TABLA 1. Muestra total de especies relevadas, su clasificacion y eventos asociados a la UE3 a lo largo de las tres temporadas. Clasificación segun Van Schaik y Griffiths (1996).

Especie	Nombre comun	Peso (Kg)	Eventos	Diurno	Nocturno	Crepuscular	Clasificación
		Kg	n:	%	%	%	
Peso < 5 Kg							
<i>Furnarius rufus</i>	Hornero	0.03/0.06	30	100	0	0	Diurno
<i>Didelphis albiventris</i>	Comadreja overa	2.5	18	0	100	0	Nocturno
<i>Caracara plancus</i>	Carancho	1/1.5	59	98	0	2	Diurno
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilan comun	0.22	1	100	0	0	Diurno
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo	0.052/0.068	28	100	0	0	Diurno
<i>Passer domesticus</i>	Gorrion comun	0.024/0.040	2	100	0	0	Diurno
<i>Colaptes melanochloros</i>	Carpintero comun	0.212/0.063	1	100	0	0	Diurno
<i>Melanerpes erythrocephalus</i>	Carpintero cabeza roja	0.072	1	100	0	0	Diurno
<i>Milvago chimango</i>	Chimango	0.289	3	100	0	0	Diurno
Peso > 5 Kg							
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	Zorro	4.8/5	109	0	92	8	Nocturno
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro	14/25	32	44	50	9	Catameral
<i>Leopardus geoffroyi</i>	Gato Montes	3.0/8.0	2	50	50	0	Catameral

Existen principalmente tres especies de aves rapaces en el entorno donde nos centramos, de la familia Falconidae: el carancho, (*Caracara plancus*), *Gavilan común* (*Accipiter nissus*) y el chimango (*Milvago chimango*), cuya dieta incluye la carroña en un importante porcentaje [51]; [52]. El género Caracará tiene una distribución limitada en América del Norte, pero está presente en todo México y al sur de Tierra del Fuego [53]. El Caracará Del Sur (*Caracara plancus*), localmente conocido como Carancho, es un raptor común en Argentina [54], aunque en la provincia de Buenos Aires, esta especie estaría decreciendo [34]; [55].

El Carancho es típicamente un raptor oportunista, aunque gran parte de la alimentación se conforma de carroña (animales muertos en carretera, cadáveres de ganado), pocos estudios cuantitativos de su dieta están disponibles en la literatura. En ciertas regiones, esta especie suele merodear cerca de mataderos y

vertederos de basura mientras que en la Patagonia se asocian con ovejas y ganado [34]; [56]; [57]. En referencia a la acción de *Caracara* sobre la UE3, básicamente comienza picoteando los ojos y comisura de los labios, alternando la exploración y picoteo de la piel en la zona más delgada del vientre, rasgando los tejidos y exponiendo las vísceras, sumergiendo toda su cabeza en el cadáver para acceder a tejidos más profundos, provocando frecuentemente heridas de márgenes simétricos de forma circular u ovoides [9]; [18]; [58]. La TABLA 2, resume el tiempo invertido por *Caracará* en cada uno de los eventos a lo largo de las cuatro temporadas. De un total de casi 20 horas, el 83% corresponde a la temporada de primavera, mientras que tenemos un 16% para invierno, y 0,77% en otoño. Recordemos que para la temporada de verano (2023), no se registró la presencia de esta especie sobre la UE3. De 59 eventos totales, el 72% se produce en primavera, seguido por el invierno en un 23%.

TABLA 2. Eventos en (horas/minutos/segundos) de acción de *Caracará plancus* (carancho) sobre UE3. (IE) Índice de Interacción: tiempo total en minutos/Numero de eventos. (IPM): Intervalo post mortem en días., al momento de la localización de la UE3.

Periodo	Merodeo	Exploracion	Marcado	Alimentacion	Arrastre	Tiempo Total	N° Eventos	IE	IPM
Primavera	01:18:51	00:00:00	00:00:00	14:21:47	00:00:00	16:05:17	43	0,37	1
Invierno	00:00:01	00:00:00	00:00:00	2:42:28	00:00:00	03:09:01	14	0,22	2
Otoño	00:03:59	00:00:00	00:00:00	00:11:29	00:00:00	0:15:28	2	0,07	1
Verano	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	0	0,00	0
Total	1:22:51	0:00:00	0:00:00	17:15:44	0:00:00	19:29:46	59		

De un total de 20 horas de acción sobre la UE3, el 88% corresponde a alimentación. A diferencia de algunas observaciones del comportamiento carroñero de esta especie [33], no se han registrado transporte de partes esqueléticas ya que la acción de caracará sobre la UE3 se concentra mayormente en consumir tejidos y vísceras.

El zorro pampeano *Pseudalopex gymnocercus* (Fisher 1814), es una de las especies del género sudamericano *Pseudalopex*, que, pese a su amplia distribución, ha sido muy poco estudiada. La información precisa sobre los límites de su distribución y sobre las áreas de solapamiento con el zorro gris *Pseudalopex. griseus* (Gray 1837) resulta insuficiente [59]. Es escaso e incompleto el conocimiento sobre su ecología y estado poblacional, siendo la mayor parte de la información proveniente de un trabajo de Crespo, realizado en el centro de Argentina en ambiente de monte y de estepa pampeana [60] [61]. Para la especie considerada *Lycalopex. gymnocercus*, las hembras se registran promedios de 4,21; 4,61; 4,67 kg mientras que para los machos los promedios fueron del orden de 4,63; 5,88; 5,95 kg [61].

La TABLA 3, muestra la acción de *Lycalopex* para las cuatro temporadas. El índice de interacción (IE) más significativo, se da durante el invierno (9,33) y el otoño (6,43), bajando en primavera-verano. *Lycalopex* accede durante las primeras 24 horas a la UE3 para las estaciones de invierno, otoño y verano, mientras que, durante el periodo de primavera, lo hace a los 14 días. De un total de 10:34 horas de acción sobre la UE3, el 5,80 % se da durante la primavera, mientras que un 43,42 % aparece en invierno; 20,79 % en otoño y 31,23% en verano. Como se puede apreciar, la temporada de verano muestra el mayor número de eventos (54), sin embargo, su IE es de 3,76 lo que sugiere que *Lycalopex* ha interactuado más veces con la UE3, pero ha invertido menos tiempo sobre ella.

En este sentido y de modo discriminado, los eventos muestran un 19,63% de merodeo; 1,93% de exploración; 0,29% marcado; 73,40 % de consumo y un 4,06% de arrastre. Merodeo y alimentación son los eventos más relevantes, en invierno y otoño. *Lycalopex* intervino a la UE3, durante un total de 6 días en primavera, 14 días en invierno; 10 en otoño y 27 días en verano

TABLA 3. Eventos en (horas/minutos/segundos) de acción de *Pseudalopex gymnocercus* (zorro) sobre UE3. (IE) Índice de Interacción: tiempo total en minutos/Numero de eventos. (IPM): Intervalo post mortem, en días al momento de la localización de la UE3.

Periodo	Merodeo	Exploracion	Marcado	Alimentacion	Arrastre	Tiempo Total	N° Eventos	IE	IPM
Primavera	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:06:07	00:00:00	00:06:07	3	0,02	14
Invierno	0:00:05	00:19:11	00:00:04	4:20:02	0:42:38	04:49:38	31	0,14	1
Otoño	1:41:41	00:00:00	00:00:03	0:33:20	0:00:00	02:15:04	21	0,10	1
Verano	00:21:26	00:01:48	00:00:23	02:59:36	00:00:00	3:23:13	59	0,05	1
Total	2:03:07	0:20:59	0:00:30	7:59:05	0:42:38	10:34:02	109		

Las densidades más bajas se han observado en lugares de escasa disponibilidad de presas y/o donde el zorro coexiste con especies competidoras de mayor tamaño. Durante los últimos años ha llamado especialmente la

atención su gran penetración en áreas urbanas, teniendo mucho éxito en los suburbios de baja densidad, aunque también han sido vistos en zonas densamente pobladas [62]; [63].

En muchas poblaciones urbanas, suburbanas y rurales, la proliferación de perros callejeros deriva en grupos de animales de toda raza y condición que simplemente luego migran y recorren los campos ocupando su tiempo en depredar. Cazadores por naturaleza, en muchas ocasiones aprovechan la oportunidad con animales solitarios, chicos o disminuidos que son presa fácil del acoso hasta el agotamiento y posterior muerte [64]. El perro doméstico es parte de las comunidades urbanas y rurales, sin embargo, en cualquier lugar del mundo los perros sueltos y abandonados que no cuentan con la alimentación, refugio y cuidados de salud necesarios generan impactos en la sociedad afectando la salud pública, al medio ambiente y a las actividades productivas [65]; [66].

En la actualidad los perros independientes parciales, principalmente de las periferias de la ciudades y basurales a cielo abierto, son los que comienzan el proceso de asilvestramiento, observando este fenómeno en todos los centros urbanos del país. La TABLA 4, muestra el *IE* para las cuatro estaciones del año. En primavera el *IE* es más relevante (0,13), apareciendo en escena al 5 día de IPM, mientras que en invierno aparece al día 1 de IPM con un índice de interacción sensiblemente menor (0,012). Otoño y verano no muestran diferencias significativas. Del tiempo total dedicado a la UE3 (1,30 hora), el merodeo ocupa un 16%, mientras la alimentación un 82%. *Canis* estuvo en interacción con la UE3 5 días en primavera; 7 en invierno, 10 en otoño y 13 días en verano. La FIGURA 13, muestra el carroñeo de un ejemplar de *Canis* sobre el vientre de la UE3 durante la temporada de primavera.

TABLA 4. Tiempo (horas/minutos/segundos) de acción de *Canis familiaris* (perro) sobre UE3. (*IE*) Índice de Interacción: tiempo total en minutos/Numero de eventos. (IPM): Intervalo post mortem en días, al momento de la localización de la UE3.

Periodo	Merodeo	Exploracion	Marcado	Alimentacion	Arrastre	Tiempo total	Nº Eventos	IE	IPM
Primavera	00:09:40	00:00:00	00:00:00	01:09:25	00:00:00	01:19:05	9	0,13	5
Invierno	0:06:04	00:00:00	00:00:00	0:00:16	00:00:00	00:06:20	5	0,012	1
Otoño	0:01:39	00:00:00	00:00:00	0:00:00	0:00:00	00:01:39	4	0,002	4
Verano	00:04:15	00:00:13	00:02:09	0:00:00	0:00:00	00:06:37	14	0,004	1
Total	0:21:38	0:00:13	0:02:09	1:09:41	0:00:00	1:33:41	32		

La comadreja overa *Didelphis albiventris* (Lund 1840), es un mamífero marsupial omnívoro (frugívoro/insectívoro), de hábitos mayormente nocturno/crepuscular, y de carácter solitario. La época reproductiva se da entre agosto y febrero, variando su inicio según parámetros climáticos (principalmente temperatura), lo que también influye en que tengan una o dos camadas al año [67].

En ambientes urbanos en Brasil se estimó un área de acción de 1100 m², mientras que en ambientes Rurales de Santiago del Estero se describió un área de acción de 900

m². La TABLA 5, muestra que para *Didelphis* el *IE* más relevante (9,5) es en invierno, siendo otoño, primavera y verano las estaciones menos importantes (0,5/0,15/0). El acceso sobre la UE3 tuvo lugar del día 1 a al 14 de IPM para la temporada de invierno; del 3 a al 7 en otoño, y del día 12 al 26 de IPM en verano, mientras que esta especie estuvo ausente de registro en primavera. De un total de 2,30 horas sobre UE3, el merodeo consumió un 4,34% mientras que la exploración 7,39% y sobre todo consumo con un 66,52%, son los eventos presentes en esta especie.

TABLA 5. Tiempo (horas/minutos/segundos) de acción de *Didelphis albiventris* (comadreja) sobre UE3. (*IE*) Índice de Interacción: tiempo total en minutos/Numero de eventos. (IPM): Intervalo post mortem, en días al momento de la localización de la UE3.

Periodo	Merodeo	Exploracion	Marcado	Alimentacion	Arrastre	Tiempo total	Nº Eventos	IE	IPM
Primavera	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	0	0,00	-
Invierno	0:01:40	00:17:52	00:00:02	1:53:18	0:00:00	02:13:12	14	0,15	1
Otoño	0:00:00	00:00:50	00:00:00	0:00:00	0:00:00	00:00:50	1	0,05	2
Verano	00:07:37	00:00:00	00:00:00	00:07:35	00:00:00	0:15:12	3	0,05	4
Total	00:09:17	0:18:42	0:00:02	2:00:53	0:00:00	2:29:14	18		

En cuanto a la presencia de gato montés (*Leopardus geoffroyi*), estos son mayormente carnívoros solitarios, por lo que se espera que, si se encuentran con un cadáver accidentalmente, la interacción podría ser poco relevantes desde el punto de vista tafonómico. Sin embargo, en el sureste de Texas, se observó que un lince interactuaba con un cadáver unas 88 veces en el transcurso de dos días, y consumía gran parte de la carne de los muslos y el brazo izquierdo. Durante el presente estudio, esta especie se ha detectado durante la temporada de invierno solo con comportamientos de merodeo y marcado de territorio. Si bien la recolección de restos por *Leopardus geoffroyi* (gato montés) está escasamente documentado, es importante tener en cuenta que este fenómeno ha ocurrido [18], aunque es menos probable que los felinos localicen carroña, ya que los depredadores de emboscada tienden a cubrir menos terreno dentro de sus territorios a diario.

De de un total de doce (12) carroñeros, solo cuatro (4) contribuyeron a la modificación de la UE3, por lo que solo nos referiremos a aquellas especies con alteración

significativa de los restos biológicos desde el punto de vista forense, es decir, carroñeo de tejidos/huesos y dispersión, esto es: *Caracara* (carancho), *Lycalopex* (zorro); *Canis* (perro domestico) y *Didelphis* (comadreja). En este sentido, es fundamental entender en qué orden y qué daño fue realizado por cada especie, con el fin de establecer una comprensión clara de, cómo estos diferentes grupos de animales influyen en los cadáveres depositados en sitios al aire libre. La TABLA 6, muestra el número y porcentaje de cada tipo de evento por especie con relación a las cuatro temporadas. *Merodeo* y *Consumo* son los eventos más significativos en las cuatro especies, siendo *Lycalopex* el más relevante, seguido por *Caracara*, *Canis* y *Didelphis*, respectivamente. *Lycalopex* seguido por *Canis*, son las especies involucradas en el arrastre y transporte de partes anatómicas. Las diferentes actividades sobre los eventos totales (n=225) entre estaciones fue diferente ($X^2=9,21$; $p=0,02$; $gdl=3$), siendo otoño (12,78%) y primavera (25,57%) las estaciones con menor actividad, mientras que invierno (29,8%) y verano (32,42%) las de valores mayores.

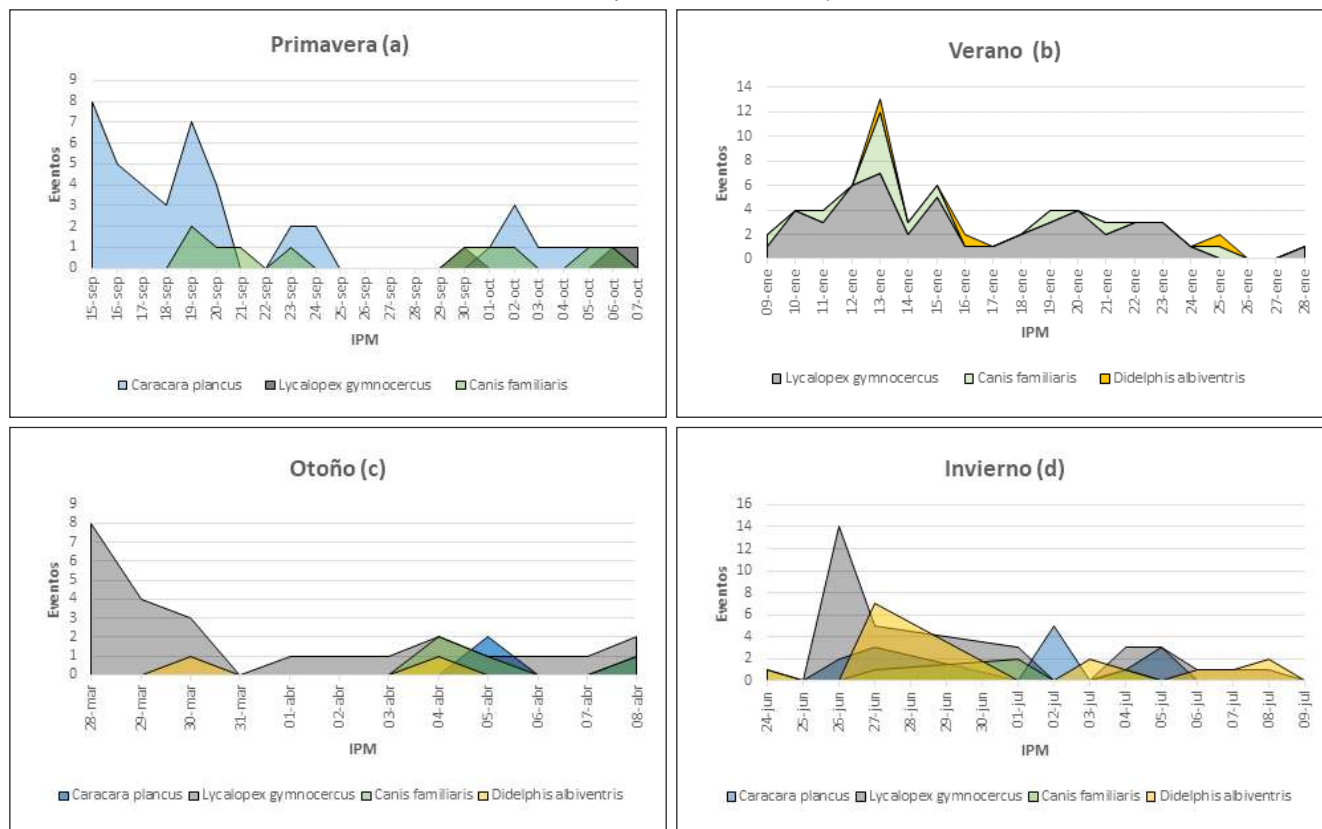
TABLA 6. Eventos totales y porcentaje por especie y por actividad a lo largo de las cuatro temporadas.

Periodo	Especie	merodeo	%	exploracion	%	marcado	%	consumo	%	arrastre	%	Total Eventos
Primavera	<i>Caracara</i>	10	22,7	0	0,0	0	0,0	33	75	1	2,3	44
	<i>Lycalopex</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	60	2	30	3
	<i>Canis</i>	6	70	0	0,0	0	0,0	2	20	1	10	9
	<i>Didelphis</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	Total	16		0	0,0	0	0,0	38		4		56
Invierno	<i>Caracara</i>	1	7,14	0	0,0	0	0,0	13	92,8	0	0,0	14
	<i>Lycalopex</i>	2	6,45	1	3,22	2	6,5	22	71	4	13	31
	<i>Canis</i>	4	75	0	0,0	0	0,0	1	25	0	0,0	4
	<i>Didelphis</i>	2	14,28	2	14	1	7	9	64	0	0,0	14
	Total	9		3		3		45		4		63
Otoño	<i>Caracara</i>	1	50	0	0,0	0	0,0	1	50	0	0,0	2
	<i>Lycalopex</i>	12	57,14	0	0,0	2	9,5	6	28,6	1	50	21
	<i>Canis</i>	4	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4
	<i>Didelphis</i>	0	100	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
	Total	17		1		2		7		1		28
Verano	<i>Caracara</i>	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0
	<i>Lycalopex</i>	15	25,42	6	10,16	1	2	32	54	5	9	59
	<i>Canis</i>	8	57,14	1	7,14	5	36	0	0,0	0	0,0	14
	<i>Didelphis</i>	1	33,3	0	0,0	0	0,0	2	67	0	0,0	3
	Total	24		7	0,0	6	0,0	34		5		78

La FIGURA 3 (a, b, c y d), muestran la secuencia de Eventos de las cuatro especies carroñeras más relevantes (*Lycalopex*; *Canis*; *Didelphis* y *Caracara*), en relación al IPM a lo largo de las cuatro estaciones. Se puede apreciar que la ocurrencia de las cuatro especies es más intensiva (número de eventos a lo largo de días de IPM), en la temporada de otoño y principalmente en invierno,

mientras que es menor en primavera y verano, esto es el número de eventos está distribuido a lo largo de más días de IPM. Más allá de estas diferencias, en todas las temporadas observadas *Lycalopex* y *Caracara* y en menor medida *Canis*, llevaban regularmente partes de los cadáveres lejos de la estación de consumo [18];[57].

FIGURA 3. Intervalo Post Mortem (IPM) y eventos de carroñeo para la UE3 durante 365 días.



En cuanto a la acción de *Lycalopex* y *Canis*, el carroñeo del vientre, tórax, y esternón, permiten el acceso a los miembros delanteros, que son transportados fuera del perímetro original de depositación. Se ha observado en dos oportunidades (invierno y otoño) que los cuartos delanteros se desarticulan junto a las primeras tres cervicales y la cabeza como una sola unidad. La misma será desarticulada en cualquiera de sus partes (miembro delanteros y cabeza) antes del transporte [68].

En relación del resto de las aves, estas actuarían en forma individual, ocupándose del *merodeo* y la *alimentación* de larvas. El Benteveo (*Pitangus sulphuratus*), y el Hornero (*Furnarius rufus*), son las especies que interactúan la

mayor parte del tiempo con la UE3, alimentándose de larvas, tanto sobre la carroña, como en los alrededores de la misma. Por su parte, el gorrión común (*Passer domesticus*), el carpintero común (*Colaptes melanochloros*) y el carpintero de cabeza roja (*Melanerpes erythrocephalus*), no fueron evaluadas como especies relevantes.

Argumentamos que la tasa de consumo de cadáveres dependerá del tamaño corporal del carroñero y del número de individuos que se alimentan; y puede ocurrir a lo largo de un período de días o meses [12]. En este estudio, los carroñeros mayormente, acceden primero al vientre (eventración) ascendiendo desde la cavidad

abdominal a las vísceras, al tórax, esternón, sección distal de las costillas y apófisis transversa de las vértebras (torácicas y lumbares). Luego continúa el esqueleto apendicular (miembros delanteros y miembros traseros). La secuencia de la desarticulación dependerá del éxito e insistencia del carroñero en sortear la barrera impuesta por la vestimenta, exponiendo la cintura pelviana y/o escapular. En el caso del cerdo, por su peculiar estructura

anatómica del cuello, los cuartos delanteros pueden interesar cuello, parte de la columna cervical y cabeza. Para el periodo (otoño-invierno) la desarticulación total de la UE3, se completó a los 14 días de IPM, mientras que para la temporada (primavera –verano) fue a los 23 y 20 días respectivamente. La TABLA 7, muestra la secuencia de desarticulación en escala ordinal para las cuatro estaciones.

TABLA 7. Secuencia en escala ordinal de desarticulación sobre *Sus scrofa* (UE3) por secciones anatómicas para las cuatro temporadas.

Parte Anatómica	Primavera	Invierno	Otoño	Verano
Esternon	1	1	1	1
Costilla	2	2	2	2
Columna vertebral	3	3	3	3
Miembros Delanteros	4	5	4	5
Miembros Traseros	6	4	5	4
Cabeza	5	6	6	6

Como vemos, aunque se observan diferencias con relación al rango ordinal en cabeza y el esqueleto apendicular (4;5 y 6), no hay diferencias significativas entre las cuatro estaciones para el esqueleto axial (esternón 1, costillas 2, columna y pelvis, 3) (Kruskal-Wallis $p \leq 0,05$), [69]. No hay diferencias significativas en el porcentaje de desarticulación con relación al IPM entre las temporadas de otoño/invierno ($p \geq 0,05$), mientras que verano, pero principalmente la primavera ($p \leq 0,001$) es la

que presenta más diferencias. En esta estación *Lycalopex* y *Canis*, como principales agentes carroñeros, aparecen recién el día 5 y 14 de IPM respectivamente, dilatando, en consecuencia, la secuencia de desarticulación de la UE3. La TABLA 8, muestra la duración total en días de la UE3 a lo largo de las cuatro temporadas, hasta su total desarticulación, transporte y/o dispersión por parte de los carroñeros ($16,5 \pm SD4,57$), como así también el número de especies involucradas ($5 \pm DS2,70$).

TABLA 8. Temporada, días de duración y número de especies involucradas .

Temporada	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
días	12	14	22	19
Nº especies	4	10	5	5

En principio, podemos observar que se podrían agrupar en dos grandes temporadas, (A) otoño/invierno y (B) primavera /verano. Sin embargo, el número total de especies involucradas con la UE3 durante la temporada de invierno constituye casi el 50% de especies presentes. En cuanto a alcanzar el porcentaje de desarticulación total (100%), es la estación de primavera y verano las más

prolongadas (día 23 y 20 de IPM), mientras que otoño/invierno, muestran el mismo IPM, esto es 14 días, casi el 50% menos de tiempo si lo comparamos con primavera/verano (Mann-Whitney $p \geq 0,05$). Es interesante observar que primavera y verano obtienen un IPM de 20 y 23 días, obteniendo valores altos de eventos totales (58 y 78 respectivamente), sin embargo, la UE3

dura menos en las temporadas de invierno y otoño (14 y 12 días) respectivamente de IPM, donde las actividades de los carroñeros fueron más relevantes (64 y 28 eventos totales). Nuevamente, la cantidad de eventos totales de los gremios sobre la UE3, no sería un indicador confiable para evaluar la alteración de la UE3 por los carroñeros, sino que el tiempo de duración de cada evento, sería la variable relevante.

La TABLA 9, muestra el estado de desarticulación ($\leq$ a 50 / $\geq$ a 50%) con relación al *Total Body Score* (TBS). Se puede ver que, con excepción del verano, en donde el TBS llevo a 35 puntos al día 20 de IPM, y primavera donde el TBS mostro una marca de 11 puntos en el día 23 de IPM, en las temporadas de otoño/invierno, el TBS no presenta diferencias significativas. Nuevamente la velocidad de desarticulación y transporte por parte de los carroñeros en otoño/invierno, explicaría la baja numeración del TBS.

TABLA 9. Porcentaje de desarticulación y Total Body Score (TBS) para la UE3 durante las cuatro temporadas

% Desart.	Primavera	Invierno	Otoño	Verano
50 $\leq$	8	3	3	3
100	11	6	8	35

Tomando en consideración las cuatro temporadas del año, podemos inferir que la supervivencia de la UE3, comprende un rango mínimo/máximo de entre 14 y 23 días. El estadístico de supervivencia de Kaplan-Meier indicaría que, se esperarían 19,33 días de duración de la UE3, con un rango de variación de 15 a 24 días.

5. INTERPRETACION.

Los casos aquí estudiados demuestran que, *Lycalopex*, y *Caniss*, fueron los carroñeros que causaron la mayor modificación y dispersión del cuerpo, mientras que *Didelphis* y *Caracará*, se concentraron más en el carroñeo de las partes blandas, incidiendo en forma poco significativa en la desarticulación y dispersión de partes esqueléticas. El comportamiento de *Caracará* sobre la UE3 fue más intensivo en la temporada de invierno y primavera donde se espera que ocurra el ciclo reproductivo, preparación del nido y la cría. Aunque tienen un mayor potencial para localizar restos biológicos que el de varios carroñeros terrestres, debido a la combinación de su agudo sentido del olfato, su poderosa vista y su capacidad de volar, se espera que el número total de eventos y el *IE* sean más relevantes en estas temporadas. *Caracará* transporta mayormente jirones de tejido y no piezas esqueléticas a diferencia de lo observado para otras especies (Kjorlien et al.:104) [26]; [70]. La presencia de *caracará* en contextos urbanos con importantes cantidades de desechos, pueden servir

como recursos adicionales para esta especie, incorporando comportamientos adaptativos en este sentido. Se espera que en sistemas donde el recurso alimenticio se dispone de forma abundante y predecible, las parejas reproductivas no superpongan sus territorios [34]. Con relación a las horas del día activas de *Caracará* sobre la UE3, se da mayormente entre las 8 y 18hs. En invierno los picos de presencia se dan antes del anochecer, mientras que, en primavera, comienzan más temprano y supera a las 19hs.

Por su parte, *Lycalopex* mostro diferentes comportamientos y patrones de carroñeo y transporte, prefiriendo buscar en diferentes momentos del día, en diferentes etapas de descomposición y diferentes condiciones climáticas. Luego de múltiples eventos de merodeo, exploración y marcado del territorio, *Lycalopex* procedería a provocar inicialmente mordeduras repetitivas con pequeños intervalos, afectando solo la epidermis. A intervalos irregulares, intentara arrastrar la UE3 por una de sus extremidades posteriores. Vemos que, el número total de eventos, así como el *IE* más relevante se observa durante la temporada de invierno y otoño que es una temporada de escasez de recursos, y donde las crías comenzarían a salir de los cubiles.

Durante las temporadas de primavera y verano, se concentrarían los periodos de apareamiento y nacimiento en esta especie [61]; [71]. Observamos que en estas estaciones la actividad es menor (*IE*:0,02), mientras que, en verano, aunque los eventos totales son altos, el *IE*

nuevamente muestras valores similares a primavera (0,06). El periodo de nacimiento y lactancia de las crías podría estar involucrado en el acceso tardío de *Lycalopex* a la UE3 en primavera (día 14 de IPM), y en el menor tiempo invertido en la UE3 en verano. Aunque hay evidencias concretas de la gran flexibilidad adaptativa del zorro, se espera que en contextos suburbanos fuertemente antropizados, el ambiente soporte una población promedio de 5 individuos por km² [63]. Es relevante tener en cuenta la relación entre el IE y los rangos horarios de acción. El rango horario de acción de *Lycalopex* en verano/invierno, mostrando que no hay diferencias significativas ($p \geq 0,05$), siendo los horarios del amanecer y crepúsculo los más explotados. Solo en un evento, durante la temporada de verano, se ha registrado la presencia de *Lycalopex* a las 8:33 hs.

Es probable, que la intención sea la de transportar la UE3 o partes de la misma, para prevenir la competencia interespecie. En efecto, *Lycalopex* tiene una tendencia a transportar las partes anatómicas a su cubil, más que consumirlas en el sitio, a diferencia de otras especies de cánidos, como perros o lobos [71]; [72]. Como se ha podido observar en este estudio mediante el registro horario de las cámaras trampa, *Lycalopex* evitaría merodear, explorar y carroñar frente a la potencial presencia de *Canis*. El intervalo de tiempo mínimo detectado entre la presencia de ambas especies, fue de 30 minutos.

Canis es la especie dominante en el contexto estudiado, aunque los eventos totales de esta especie, involucra merodeo, marcado y exploración más que el consumo y la dispersión. *Canis* está presente en todas las temporadas, con 14 eventos en verano y 9 en primavera con un IE de 0,004, y 0,13 respectivamente, mientras que para la temporada de invierno y otoño muestra 5 y 4 eventos respectivamente con un IE de 0,012 y 0,002. Es evidente que la estación de primavera fue la temporada donde *Canis* actuó sobre la UE3 en forma más intensiva, aunque en verano es en donde presenta la mayor cantidad de eventos totales. Los cánidos salvajes frecuentemente trasladan los huesos a las madrigueras [73]; [74], mientras sus primos domesticados, lo trasladan al *Locus* de sus dueños y pueden esconderlos en sus lugares favoritos para procesarlos después, esperando que estos huesos estén más dañados que los dejados en la escena de la muerte [75]. Es difícil evaluar el rol de *Canis* en el carroqueo, ya que, en este contexto de análisis, esta especie está en interacción constante con el hombre, adquiriendo recursos adicionales. No obstante, y como dato relevante, la acción de *Canis*, a menudo puede exponer áreas de

tejido blando que de otro modo pueden ser dificultoso para los zorros como, por ejemplo, la presencia de ropa en los restos biológicos. En cuanto al análisis del rango horario de acción, muestra que esta especie tendría un comportamiento de tipo catameral, mostrando una diferencia significativa entre la temporada de invierno/verano ($p < 0,05$), ocupando durante el invierno, un rango horario diurno. En cuanto a la acción de *Canis* sobre la UE3, vemos que no se observan las magnitudes mayores de eventos, necesariamente en las primeras etapas de descomposición, sino que los mayores eventos de carroqueo se dan sobre la UE3 en un TBS de 6 puntos durante la temporada de invierno. Mientras que, para la temporada de verano, donde el TBS de 33 muestra el pico de evento de carroqueo.

Las imágenes capturadas de *Didelphis albiventris*, documentaron cuatro comportamientos primarios de alimentación sobre la UE3: 1) carroqueo de tejidos blandos, 2) búsqueda masiva de larvas en estadios tardíos, 3) búsqueda de larvas que migraban lejos de la carroña, y 4) búsqueda de larvas y pupas y otros insectos enterrados debajo de la hojarasca del suelo. Este marsupial muy adaptado a zonas urbanas come de la basura y frecuentemente es atraído por el alimento para mascotas. En relación a este estudio, su actividad más importante fue relevada durante la temporada de invierno (IE 9,5) temporada de menos recursos y donde se ubicaría el nacimiento de la última camada, fenómeno también observado por [22]. La temporada de verano y otoño obtuvo un IE de 0,05. No se lo detectó en primavera. Solo se alimenta de tejido y no se han registrado eventos de rastro y dispersión, aunque se sabe que pueden consumir carroña en capacidades similares a las del mapache [76]. Para la temporada de invierno, los valores más altos de eventos de carroqueo de *Didelphis* se dan en un TBS bajo, durante los primeros días de IPM. Sin embargo, durante la temporada de verano, *Didelphis* accede sobre la UE3 en un TBS de 25 y de 35 al día 17 de IPM. *Didelphis* es capaz de acumular grandes reservas de grasa corporal para prepararse para el invierno [77]. *Didelphis* rara vez se alimentaba durante largos intervalos de tiempo, con excepción de la temporada de invierno (2 horas en 14 eventos (IE 0,15).

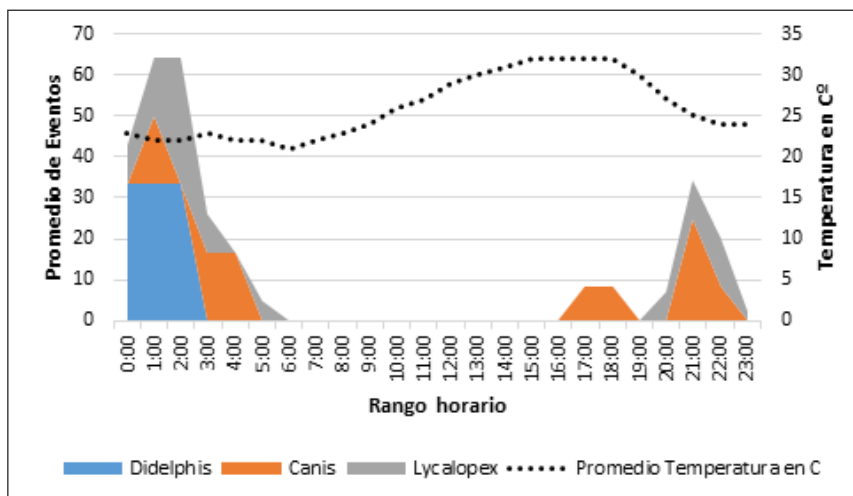
En general, se argumenta que los mamíferos grandes (>10 kg) tienden a tener un patrón de actividad catemeral, es decir, pueden estar activos durante el día y la noche, mientras que los mamíferos de menor tamaño suelen ser más activos durante la noche, básicamente como respuesta adaptativa en la competencia interespecífica [78]. Muchos estudios han documentado la influencia de

la luz de la luna en la detección visual de alimentos, incluidas las presas, y por lo tanto también influir en el riesgo de depredación. Muchas especies En caso de que el riesgo de depredación supere al de búsqueda de alimento, se espera un nivel de actividad más bajo durante las noches de brillo lunar. Por el contrario, si el aumento en el éxito de la búsqueda de alimento supera el riesgo de depredación, se espera un mayor nivel de actividad durante las noches de brillo lunar [79].

Tomando los eventos de *Lycalopex* durante las temporadas extremas (verano/invierno), se calculó la regresión lineal entre el porcentaje de brillo lunar como variable independiente y la cantidad de eventos totales como la regresiva. El resultado obtenido fue r^2 0,50 para verano, mientras que en la temporada de invierno el r^2 fue de 0,72. En este sentido, parecería que *Lycalopex*, como especie crepuscular/nocturna, estaría más activa en verano en aquellos días con menos brillo lunar (< 50%), porque es justamente, durante la misma temporada donde *Canis* se movería el 71 % de los eventos durante la noche, con un brillo lunar > a 50%. A diferencia de lo anterior, durante la temporada de invierno *Canis* está activo el 80% durante el día, lo que podría ser aprovechado por *Lycalopex* para merodear durante la noche con menos riesgo de competencia interespecífica.

Así como el brillo lunar puede ser una variable que podría modificar el comportamiento de algunas especies, la regulación de la temperatura corporal derivada, tanto por el esfuerzo físico, como por la radiación solar, son dos aspectos adaptativos de importancia [80]. Las FIGURAS 4 y 5, muestran la cantidad de eventos totales por hora en relación a la temperatura en C° para *Lycalopex*, *Canis* y *Didelphis*, para las temporadas de invierno y verano donde se han registrado valores extremos de temperatura. Para la temporada de verano los resultados de una correlación entre las dos variables muestran un r^2 : - 0,43 para *Lycalopex*; r^2 - 0,18 para *Canis* y r^2 - 0,36 para *Didelphis*, lo que apoyaría el argumento, que todas las especies, disminuirían su actividad en un rango horario donde la temperatura es mayor ($\geq$ C°30), incluso *Canis*, tomando en consideración que esta especie se comporta como animal diurno en invierno, mientras incursiona en la noche durante el verano ($p \leq 0,001$). La FIGURA 34, nuestra para la temporada de invierno, que *Canis* es el único mamífero cuya actividad está presente en los rangos horarios de mayor temperatura junto a *Caracará*, mientras que tanto *Lycalopex*, como *Didelphis* son de por sí, especies nocturnas y crepusculares, por lo que estarán naturalmente limitados a los rangos horarios de mayor temperatura

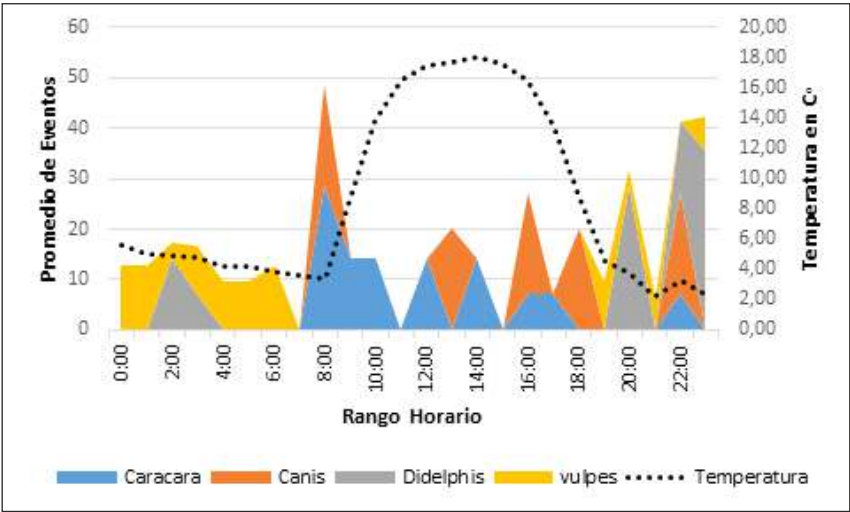
FIGURA 4. Rango horario, temperatura y eventos totales por especie para la temporada de verano.



Es interesante notar que, para la temporada de invierno, *Canis* está activo durante el día el 80% de los eventos, lo

que dejaría a *Lycalopex* y a *Didelphis*, por fuera de la competencia con esta especie.

FIGURA 5. Rango horario, temperatura y eventos por especie para la temporada de invierno.



La cantidad de lluvia es otro de los factores climáticos que podrían influenciar en el acceso a los recursos, ya que, por ejemplo, el costo de transporte en terrenos anegados podría incrementar el costo energético e inhibiendo la búsqueda de carroña [81]. Durante la temporada de primavera cayeron 121mm que se concentraron entre el **30 de septiembre al 2 de octubre**, (16,17 y 18 de IPM), mientras que en verano cayeron 110 mm en cinco días distribuidos entre el día 7 y 17 de IPM. Las correlaciones entre el número de eventos totales para las cuatro especies en relación a la cantidad de lluvia mostraron una diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre las muestras para primavera, mientras que es mucho menor para verano. Las temporadas de otoño e invierno no recibieron lluvias significativas durante la duración del experimento.

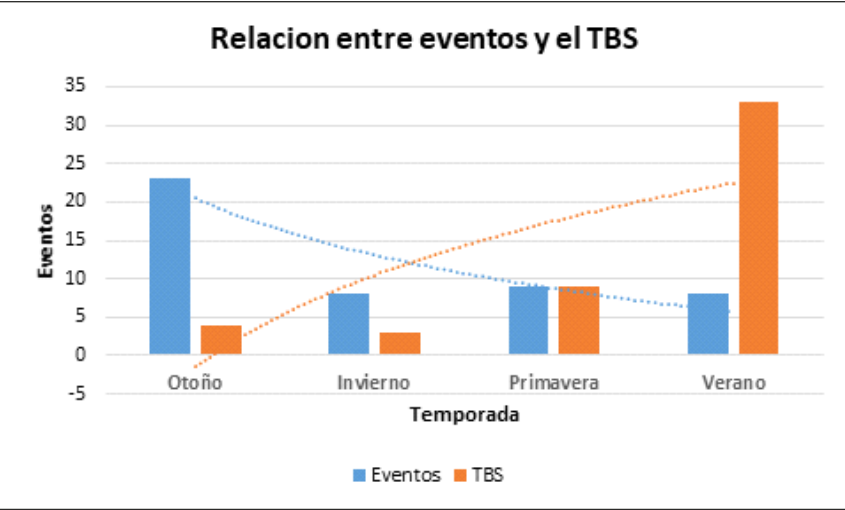
En el mismo contexto de análisis, el estado de evolución de descomposición de una carcasa limitaría el acceso de

mamíferos carroñeros [72]. En verano, cuando las temperaturas son más altas, los vertebrados carroñeros también compiten con microbios y artrópodos por la carroña, lo que podría promover un consumo más rápido de la misma [25]. En este sentido, esperaríamos cierta relación entre el TBS de la UE3 y los picos de ocurrencia de eventos. La TABLA 10 y FIGURA 6, muestran la cantidad máxima de eventos para las cuatro especies a través de las cuatro temporadas, en relación al TBS. Se puede ver que existiría una leve tendencia a una correlación negativa ($r: -0,42$) entre ambas variables. Si bien esta relación no tiene mucha fuerza estadística, se puede ver claramente que los mayores números de eventos se dan en estadios iniciales del TBS. Salvo verano donde el TBS se acelera notablemente y donde, de un total de 73 eventos, 8 se dan en un TBS avanzado de 33 puntos.

TABLA 10. Eventos Totales de las cuatro especies con relación al TBS para las cuatro temporadas.

Periodo	Eventos totales	TBS Min/Max	Evento maximo	TBS
Otoño	28	3 a 4	23	4
Invierno	63	3 a 7	8	3
Primavera	56	3 a 18	9	9
Verano	73	3 a 35	8	33

FIGURA 6. Relación entre la cantidad total de eventos para las cuatro especies y el TBS para las cuatro temporadas. Las líneas punteadas muestran las tendencias logarítmicas.



Los carroñeros terrestres también se benefician de un excelente olfato que permitiría la detección desde largas distancias de carroña antes y durante la descomposición. En general, el aumento del área de superficie de los cornetes olfativos en los conductos nasales se correlaciona directamente con la sensibilidad olfativa, encontrando que los cánidos y otras especies carroñeras con grandes rangos de acción en relación al lugar central (nidos/cubiles), tendrían una alta superficie de cornetes [25]. En esta misma línea argumental, consideramos importante evaluar cuál es el tiempo de detección de la carroña por parte de las diferentes especies, ya que esto sería significativo para la interpretación forense, no solo

para las expectativas de localización de un cuerpo, sino también para poder predecir el estado de modificación e integridad de los restos biológicos.

En relación al tiempo de detección de la carroña la TABLA 11, muestra los resultados acumulados e individuales para cada una de las especies. Vemos que *Caracara* es el primero en detectar la carroña, seguido por *Didelphis*, *Canis* y por ultimo *Lycalopex*. Sin embargo, es *Lycalopex* la especie que ha detectado primero a la UE3 a lo largo de las temporadas de otoño, invierno y verano, no así en primavera, donde la secuencia es seguida por *Caracar*, *Didelphis* y por ultimo *Canis*.

TABLA 11. tiempo de detección en días (acumulado e individual) de la carroña por temporada y por especie.

Temporada	Caracara	Lycalopex	Canis	Didelphis	Mean±SD
Otoño	1	1	7	2	2,75±2,87
Invierno	2	1	1	3	1,75±0,95
Primavera	1	14	5	0	5,00±6,37
Verano	0	1	1	4	1,50±1,73
Mean±SD	1,00±0,81	4,25±6,50	3,00±3,00	2,25±1,70	

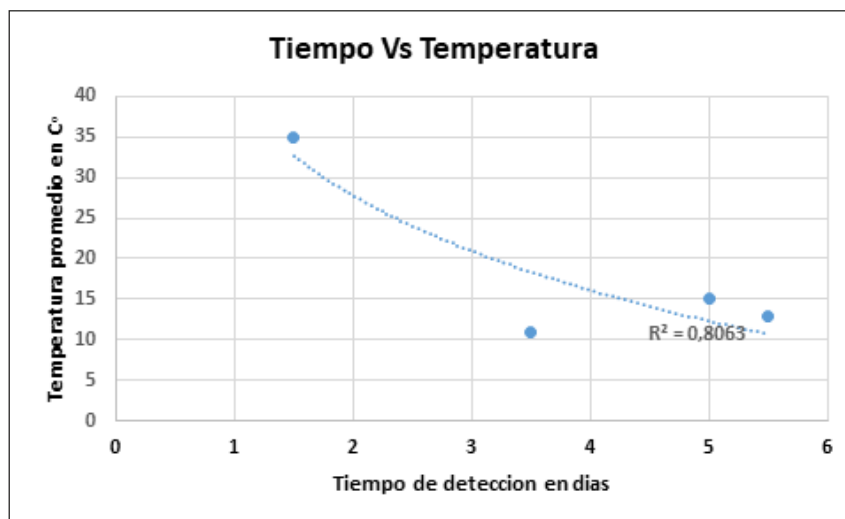
Si comparamos ahora las diferentes temporadas con relación al tiempo de detección, verano claramente tiene el menor promedio (1,50±DS1,73), seguido por la temporada de invierno con un promedio de 1,75 pero con una DS significativamente menor (0,95). Asumimos que la variable temperatura, jugaría un rol importante en el tiempo de detección por parte de los carroñeros, sobre

todo tomando en consideración la fisiología adaptativa del olfato en estos mamíferos [80]. En efecto, la velocidad de putrefacción de los tejidos por la temperatura hace que los olores se dispersen más en verano, con la consecuente posibilidad de ser detectado más rápido por los carroñeros. La FIGURA 7, muestra una correlación de R² de 0,80, entre el aumento de

temperatura y el tiempo de detección en días, lo que nos indicaría una moderada correlación entre las variables,

adecuándose al modelo de detección temprana en la temporada de verano ($1,50 \pm 1,73$).

FIGURA 7. Regresión entre Tiempo de detección en días y temperatura en C° para las cuatro temporadas y para las cuatro especies.



Sin embargo, y parece claro al respecto, que no solamente jugaría un rol significativo la temperatura como variable para la detección de la carroña, sino que otros factores críticos como la escasez de recursos en la temporada de invierno ($1.75 \pm DS0.95$). En definitiva, podríamos argumentar que se espera, bajo las mismas condiciones ambientales, que los carroñeros podrían detectar restos biológicos en un rango de 1 ± 5 días de IPM, ($2.5 \pm DS1.59$) [25].

Se ha encontrado que la velocidad del viento, la temperatura, la humedad y la altura de la vegetación, tendrían un efecto en la capacidad de los carroñeros para localizar el alimento. En efecto, las condiciones de alimentación de los predadores olfativos podrían ser mejores a bajas temperaturas y alta humedad atmosférica, y velocidades del viento entre $\frac{1}{4}$ m/s, optimizando el rastro olfativo [82]. Las condiciones frescas y húmedas permitirán que los aromas permanezcan más tiempo en el aire, en el suelo y en la vegetación, mientras que, durante las condiciones cálidas y secas, los aromas se vaporizan rápidamente y se dispersarían en la atmósfera [82]. Observaciones en otros contextos ecológicos, mostraron la presencia de una mayor diversidad de especies carroñeras en verano, mientras que el tiempo de detección era más rápido en primavera [82]. En general se argumenta que los carroñeros orientados visualmente (carroñeros visuales),

con conductas de alimentación diurna, tendrían dificultades para encontrar alimento en aquellos sitios donde la carroña está visualmente ocluida por la vegetación. Por el contrario, los carroñeros olfativos, que se alimentan principalmente durante la noche, tendrían dificultades para localizar alimentos en sitios donde las corrientes de aire son muy turbulentas [82].

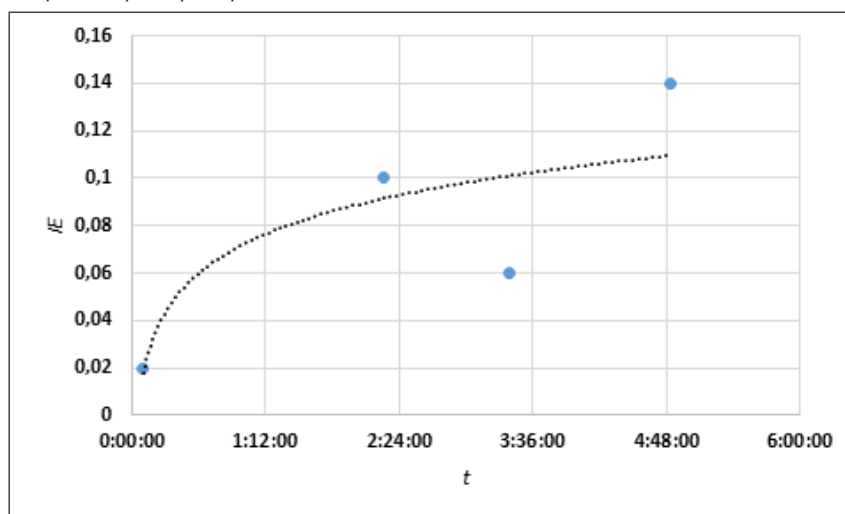
A diferencia de un marco socio biológico cerrado, donde los modelos predictivos y las explicaciones son derivadas mayormente de las características genéticas, la ecología evolutiva da un lugar sumamente importante al ambiente como variable predictiva del comportamiento entre los cuales, los humanos, están tomando cada vez más relevancia [81]; [83]; [84]. Modelo ecológico de *Dieta Optima* predice que, frente a una diversidad de recursos disponibles, el predador decidirá el más rentable energéticamente, es decir debería ignorar los recursos de baja rentabilidad cuando hay recursos más rentables [87]. Debemos considerar que, en contextos antropizados, las especies carroñeras a menudo son propensas a explotar recursos alternativos, aumentando la riqueza y diversidad de su población [88]; [89]. En efecto, en ecosistemas templados, el invierno suele ser un período de alta demanda energética y baja disponibilidad de alimentos [72], en consecuencia, los carroñeros facultativos, podrían depender en gran medida de la carroña para obtener proteínas valiosas [81];

[85]; [86]; [87]. Tomando como ejemplo a *Lycalopex* como al principal carroñero, los elevados *IE* para invierno y otoño, corresponderían al tiempo invertido por *Lycalopex* en consumir la carroña *in situ* la mayor parte del tiempo posible y luego transportar las unidades anatómicas a los cubiles, entre otros objetivos, para evitar a *Canis* [90] FIGURA 8.

En este sentido, Orians y Pearson [91] argumentan que un animal que se mueva entorno a un lugar central viajará

hacia una fuente de recursos y una vez obtenido, lo transportará al lugar central. El ciclo alimentario de este animal consiste entonces en viajes de ida y vuelta desde el lugar central a la fuente, y viceversa. En este sentido, *Lycalopex* se comportará como un *forager* en torno a un lugar central, adquiriendo recursos de frutas e insectos (bajo costo) cuando atraviesa los parches, mientras que cuando encuentra aves, roedores, lo llevaría a los cubiles [92].

FIGURA 8. Tiempo (*t*)/Índice de interacción (*IE*) invertido en alimentación en las cuatro temporadas para *Lycalopex*.



El almacenamiento o la ocultación intencional de los recursos alimenticios, es otro comportamiento que sirve para maximizar los beneficios energéticos que se pueden obtener de la carroña. El almacenamiento es más común en latitudes más altas, donde las fluctuaciones anuales en las condiciones ambientales resultarían en diferencias estacionales más críticas en la disponibilidad de recursos [93]; [94]. El almacenamiento, principalmente en *Lycalopex*, pero también extensivo a *Didelphis*, e incluso a *Caracará*, reduciría la competencia intra e interespecífica por el recurso y, por lo tanto, estimularía la supervivencia durante los periodos de escasez de alimentos. El transporte de piezas es preferido por aquellas especies que no pueden monopolizar fácilmente un cadáver completo, mientras que el acaparamiento es utilizado por especies más grandes y competitivas, como *Canis*. En referencia a la conducta de *Lycalopex*, el consumo de carroña *in situ* se combina con el intento prematuro del transporte de piezas hacia los cubiles, probablemente para evitar la competencia con *Canis*.

Aunque las aves estarían mejor adaptadas para localizar carroña, las especies terrestres podrán competir con éxito si pueden localizarla y defenderla rápidamente [25]. Por lo tanto, las adaptaciones del carroñeo de las especies terrestres que son más exitosas promueven la locomoción eficiente y la detección rápida de los cadáveres, ya que la explotación de carroña no requiere mucho gasto de energía, más allá de la ubicación inicial y la defensa del recurso. Es probable que, al menos en parte, *Lycalopex* se comporte en forma adaptativa similar a algunos animales salvajes como *Canis latrans* (Coyote), que tienen éxito en las zonas urbanas, donde estarían subsidiados con alimentos antropogénicos [89]. Los patrones de movimiento estarían vinculados con la composición de la dieta basada en el consumo de recursos antropogénicos, clasificando el comportamiento territorial del coyote como un residente con áreas de distribución en reservas naturales urbanas [89].

6. CONCLUSIÓN.

Este es el primer estudio sistemático de largo plazo, con fines forenses, en utilizar el comportamiento animal para identificar y evaluar el carroñeo sobre restos biológicos en descomposición de ejemplares de *Sus scrofa domesticus* , dentro de una instalación de investigación experimental al aire libre. Debido a esto y a la documentación de campo, gran parte de las modificaciones óseas y de tejidos blandos se atribuyeron a carroñeros específicos.

Existirían doce especies que han interactuado con la UE3 a lo largo de 365 días de observación, siendo en orden de importancia *Lycalopex*, *Canis*, y *Didelphis* como mamíferos, junto a una especie carroñera aviaria, *Caracara*, entre las especies más importantes. La TABLA 12, resume la actividad de todas ellas, mostrando los

indicadores de relevancia forense. También asumimos que el estado de evolución de descomposición de una carcasa, (TBS), condicionaría el acceso de los carroñeros. Existiría una relación entre el TBS y los picos de eventos de los carroñeros, mostrando los picos máximos en estadios iniciales del TBS. Sin embargo, durante la temporada de verano, se ha observado eventos de alimentación sobre un TBS de 30 puntos. La secuencia de acceso de los mamíferos carroñeros sobre la UE3, comienzan con el vientre (eventración) ascendiendo de la cavidad abdominal al tórax, esternón, sección distal de las costillas y apófisis transversa de las vértebras (torácicas y lumbares). Luego continúan con los miembros delanteros y miembros traseros. En el caso del cerdo, por su peculiar estructura anatómica del cuello, los cuartos delanteros pueden interesar cuello, parte de la columna cervical y cabeza como una sola pieza a ser transportada

TABLA 12. Resumen de la actividad de las especies estudiadas y su relevancia forense. El Grado (Alto/Moderado y Bajo), este definido por la incidencia en la alteración y/o transporte de las piezas anatómicas. * *Leopardus geoffray* (Gato montés): se observaron dos ejemplares en la estación de primavera de 2023 durante otro proyecto experimental, en la misma área, produciendo importante alteración de partes blandas en restos biológicos calcinados al día 5 de IPM (nota Nasti 2024).

Especie	IPM de aparición	Impacto Forense	Grado	Temporada
Zorro <i>Lycalopex gymnocercus</i>	1	Daños a los tejidos blandos Daños a los huesos desarticulación y transporte	Alto Alto Alto	Invierno/Verano/otoño
Perro <i>Canis familiaris</i>	4	Daños a los tejidos blandos Daños a los huesos Dasarticulación y transporte	Moderado Alto Moderado	Verano/Primavera
Comadreja <i>Didelphis albiventris</i>	5	Daños a los tejidos blandos Daños a los huesos Dasarticulación y transporte	Bajo Bajo Bajo	Invierno/Verano
Gato Montes <i>Leopardus Geoffrayi</i>	*	Daños a los tejidos blandos Daños a los huesos Dasarticulación y transporte	Bajo Bajo Bajo	Invierno/verano
Carancho <i>Caracara plancus</i>	1	Daños a los tejidos blandos Daños a los huesos Dasarticulación y transporte	Alto Bajo Bajo	Primavera/Invierno
Chimango <i>Milvago chimango</i>	5	Daños a los tejidos blandos Daños a los huesos Dasarticulación y transporte	Bajo Nulo Nulo	Invierno
Gavilan comun <i>Acccipiter nisus</i>	5	Daños a los tejidos blandos Daños a los huesos Dasarticulación y transporte	Bajo Nulo Nulo	Invierno
Hornero <i>Furnarius rufus</i>	7	Alimentacion de larvas	Alto	Verano/primavera
Benteveo comun <i>Pitangus sulphuratus</i>	4	Alimentacion de larvas	Alto	Invierno/primavera
Carpintero cabeza roja <i>Melanerpes eritrocephalus</i>	3	Alimentacion de larvas	Bajo	Invierno
Carpintero comun <i>Colaptes melanocralas</i>	3	Alimentacion de larvas	Bajo	Invierno
Gorrión comun <i>Passer domesticus</i>	8	Alimentacion de larvas	Bajo	Invierno

Este estudio ha demostrado que las temporadas de más actividad de los mamíferos carroñeros, fue en otoño/invierno, posiblemente coincidiendo, con la época de menores recursos tróficos, en tanto que entre las especies aviares, como el *Caracará*, su acción sobre la UE3 es más agresiva en primavera/invierno, posiblemente relacionadas con época de cría y escasez de recursos respectivamente, siendo que es justamente otoño/invierno, donde la UE3 dura menos tiempo en el registro forense. La riqueza de mamíferos y aves carroñeras detectada fue mayor durante los inviernos relativamente cálidos (5-10 °C) y secos (100-150 mm de precipitación), cuando el alimento era probablemente limitado y tanto la dependencia como la detección de carroña eran altas. La diversidad de mamíferos carroñeros y aves detectados fue mayor en condiciones más secas.

En este sentido, *Lycalopex*, seguido por *Canis*, son los mamíferos más comunes que tienen el potencial de modificar, desarticular, dispersar y transportar restos biológicos por medio del carroñeo. Algunas especies animales interactúan con la carroña antes que otras, mostrando una secuencia de eventos diacrónica/sincrónica que podría comportarse como predictiva. Decididamente en invierno se detecta rápidamente a la UE3 por todas las especies (un día de IPM), menos *Didelphis* que muestra un pequeño delay (tres a cinco días de IPM). Para la temporada de verano, *Caracará* está ausente. En este sentido, esperamos que *Caracará* detecte tempranamente a la carroña en sitios con escasa cobertura vegetal (otoño/invierno/primavera), mientras que no lo haría durante la temporada de alta cobertura vegetal (verano).

La temperatura ambiental, jugaría un rol importante en el tiempo de detección de la carroña, sobre todo tomando en consideración la fisiología adaptativa del olfato en los mamíferos carroñeros. Existiría una correlación significativa entre las dos variables con un tiempo medio de detección por parte de los carroñeros de 2.5 días para las cuatro temporadas. Aunque recientemente se está estudiando la capacidad olfativa en algunas especies de carroñeros aviares, como el buitре, no estamos en condiciones de afirmar esto para *Caracará*. Esta especie está ausente en la temporada de verano donde se espera que el espectro olfativo de la materia en descomposición sea más elevado. Aunque a veces se puede observar a *Lycalopex* en horarios diurnos, la presencia de *Canis* como especie competitiva, lo restringe a horarios nocturnos y crepusculares, mientras que *Didelphis* es claramente una especie de hábitos nocturnos. Por su

parte, *Caracará* es una especie de hábitos diurnos, al mismo tiempo que las demás especies de aves presentes en interacción con la UE3. Finalmente, *Canis* como especie catameral, es decididamente la que condiciona la conducta del resto de los carroñeros. En efecto, durante la temporada de verano, se espera que la presencia de *Canis* se vea restringida, a los rangos horarios crepuscular y nocturnos, debido al promedio elevado de temperatura, compitiendo de esta manera con *Lycalopex* y *Didelphis*.

La concentración del volumen de precipitación caída podría afectar la búsqueda de carroña, no solo de *Caracará*, sino también del resto de los mamíferos carroñeros. En este sentido, la precipitación fue un factor que podría influir en el proceso de desarticulación y dispersión ya que, se ha observado una suspensión de eventos por parte de los carroñeros en los días en que llovía o en un día después de haber llovido, constituyendo una ventana muy valiosa en el proceso de modificación, desarticulación y/o transporte de restos biológicos. Por otra parte, la luminosidad lunar, también podría determinar algunos aspectos etológicos de las especies involucradas. En este sentido, la mayor actividad nocturna de *Lycalopex* con bajas condiciones de luminosidad lunar ($\leq$ al 50%) en la temporada de verano, estaría asociada con el comportamiento de *Canis*, que, en grupos de más de dos individuos, aprovecha a merodear en la noche cuando la temperatura es menor. Observamos que en invierno *Lycalopex* estaría más activo en las noches más luminosas, probablemente porque *Canis* merodea más durante el día en esta temporada. Sin embargo, esperamos que la competencia interespecífica sea baja, debido a que no existe una población grande de zorros, no hay perros asilvestrados completos y la población de felinos silvestres es reducida.

Para el periodo (otoño-invierno) la desarticulación se completó a los 14 días de IPM, mientras que para la temporada (primavera –verano) fue a los 23 y 20 días respectivamente. El porcentaje de supervivencia muestra una sobre representación del esqueleto axial en detrimento del apendicular, siguiendo la secuencia modelo de Haglund [12], existiendo una correlación establecida entre el proceso de desarticulación y el IPM. La duración de la UE3 como evidencia del registro forense, tomando en consideración las cuatro temporadas, tendría una vigencia media de 16,5 días con una DS de 4,57, es decir, un rango de entre 12 y 21 días. Evidentemente, esta estimación no solo depende del contexto ecológico, sino también del tamaño de la carroña (113) Walker et al. 2021). En definitiva, los

carroñeros utilizarán este recurso en la medida que esté disponible, y aunque su abundancia suele variar, obviamente solo es útil si se puede encontrar y consumir. La disponibilidad de carroña se produce en “pulsos” de recursos, es decir que está disponible inmediatamente después de que un organismo muere, pero que tiende a agotarse rápidamente [95] (167) Ostfeld y Keesing, 2000). En este contexto ecológico, la carroña se dispone en parches aislados a lo largo de un territorio, y los subproductos tóxicos acumulados de la descomposición produciría que un cadáver sea comestible por los vertebrados durante un tiempo limitado después de la muerte, a lo que a menudo se conoce como una “ventana” en la acción de los carroñeros vertebrados [25] DeVault et al., 2003).

Esperamos, una tasa significativa de visitas de los respectivos gremios para la obtención de energía, sobre todo en aquellos parches donde se ha detectado una fuente vital de proteínas (UE3). La explotación de este recurso en la temporada crítica (escasez o demanda de recursos), hará que los animales pasen poco tiempo viajando entre parches agotados, donde la extracción de energía sería baja, y como consecuencia trataran de maximizar los beneficios de la fuente. En el caso de *Lycalopex*, esta especie maximizará el procesamiento de la carroña durante el invierno, exponiéndose a la competencia con *Canis*, pero, si *Lycalopex* abandona el recurso rápidamente, podría pasar la mayor parte del tiempo viajando, siendo su tasa de extracción demasiado baja. Por el contrario, en el caso de *Didelphis*, su alimentación se centra en la abundante población de insectos carroñeros eliminando o reduciendo las especies de dípteros, alterando en consecuencia, la muestra entomológica. Por lo que se refiere a su alimentación sobre tejidos blandos, rara vez producía daño óseo macroscópico.

Finalmente, las 6 especies de aves restantes, han intervenido en la alimentación de larvas, mayormente alrededor de la UE3 que las que estaban entre los tejidos. Aunque consideramos que se debería poner atención a este tipo de comportamiento, al actuar como individuos aislados, las alteraciones no fueron consideradas significativas. Además, de lo expuesto, el comportamiento de los carroñeros debe de ser interpretado en un contexto donde las especies involucradas están habituados a la presencia humana. En este sentido, hemos advertido que las cámaras trampa utilizadas para monitorear el comportamiento animal, han registrado diferencias de menos de 5 minutos entre la presencia humana y la de carroñeros silvestres como

Lycalopex y *Caracará*. En esta dirección, no se ha relevado diferencias de comportamiento entre los carroñeros con relación a la densidad de personas en el área. Se ha evaluado la cantidad y duración de los eventos de estos carroñeros durante los días de gran movimiento de personas, como también en días y horarios sin actividad humana y no se han encontrado diferencias significativas. Estimamos que los carroñeros están acostumbrados a la presencia humana, ya que diariamente conviven con ruidos de hasta 75 decibeles producido por el tránsito vehicular de la autopista Richieri y, sobre todo, del polígono de tiro, donde se generan detonaciones de 150 a 180 decibeles.

Las investigaciones forenses que involucran sospechas de alteración por animales requieren una búsqueda planificada de la escena y las áreas circundantes en busca de restos humanos. El objetivo es recuperar el porcentaje más alto de un conjunto de restos con el fin de hacer identificaciones e interpretaciones más precisas. En definitiva, la interpretación de la escena del crimen se verá beneficiada con la continuidad de los métodos actualísimos en los estudios forenses. Aunque la mayoría de las contribuciones en esta dirección proviene de los Estados Unidos de América, el norte de Europa y Australia, [96] es necesario de estimular el desarrollo local y regional. La tafonomía forense necesita más datos en otros contextos ecológicos en orden de construir una metodología fiable para la identificación, recuperación y explicación de los fenómenos tafonomicos en la escena forense.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. SORG MH, HAGLUND WD, WREN JA. (2012). Current research in forensic taphonomy. In DC Dirkmaat, editor, *A Companion to Forensic Anthropology*. West Sussex UK: Wiley--Blackwell, pp. 477--498.
2. HAGLUND, W. (1997a). Dogs and coyotes: postmortem involvement with human remains. In: Sorg M, Haglund W, editors. *Forensic taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, FL: CRC Press. P 367--381.
3. SORG, M.S. (2013). Developing Regional Taphonomic Standards This report has not been published by the U.S. Department of Justice. To provide better customer service, NCJRS has made this Federally funded grant report available electronically.
4. LLOVERAS, LL., RISSECH, C. Y ROSADO, N. (2016). Tafonomía forense. En Sanabria-Medina, C. (Ed.), *Patología y*

- antropología forense de la muerte: la investigación científico-judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas, hasta la audiencia pública (pp. 453-523). Bogotá D.C., Colombia: Forensic Publisher
5. KOMAR DA, Y POTTER WE. (2007). Percentage of Body Recovered and Its Effect on Identification Rates and Cause and Manner of Death Determination. *Journal of Forensic Sciences* 52(3):528-531.
 6. BARTELINK, E. J. AND L. N. BRIGHT (2009). Taphonomic Signatures of Animal Scavengers in Northern California. *Proceedings of the American Academy of Forensic Sciences, Abstracts of Papers*, Denver, CO.
 7. CAMARÓS, E., CUETO, M., TEIRA, L. C., TAPIA, J., CUBAS, M., BLASCO, R., Y RIVALS, F. (2013). Large carnivores as taphonomic agents of space modification: an experimental approach with archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 40(2), 1361-1368
 8. BECK, J, OSTERICHER, I., SOLLISH, G., Y DE LEÓN, J. (2015). Animal scavenging and scattering and the implications for documenting the deaths of undocumented border crossers in the Sonoran Desert *J Forensic Sci.* 2015 Jan;60 Suppl 1: S11-20. doi:10.1111/1556-4029.12597. Epub 2014 Nov 14
 9. REEVES NM. (2009). Taphonomic Effects of Vulture Scavenging. *Journal of Forensic Sciences* 54(3):523-528.
 10. SALADIÉ, P., HUGUET, R., DÍEZ, C., RODRÍGUEZ-HIDALGO, A., & CARBONELL, E. (2013). Taphonomic modifications produced by modern brown bears (*Ursus arctos*). *International Journal of Osteoarchaeology*, 23(1), 13-33.
 11. COLARD, T., DELANNOY, Y., NAJI, S., GOSSET, D., HARTNETT, K., Y BÉCART, A. (2015). Specific patterns of canine scavenging in indoor settings. *Journal of Forensic Sciences*, 60(2), 495-500.
 12. HAGLUND WD, REAY DT, SWINDLER DR. (1989). Canid scavenging/disarticulation sequence of human remains in the Pacific Northwest. *J Forensic Sci* 1989; 34:587-606.
 13. STEADMAN DW, WORNE H. (2007). Canine scavenging of human remains in an indoor setting. *Forensic Science International* 173(1):78-82.
 14. WILLEY, P., Y SNYDER, L. M. (1989). Canid modification of human remains: implications for time-since-death estimations. *Journal of Forensic Sciences*, 34(4), 894-901.
 15. LLOVERAS, L. A; MORENO-GARCIA Y J. NADAL. (2012) Feeding the Foxes: An Experimental Study to Assess Their Taphonomic Signature on Leporid Remains. *International Journal of Osteoarchaeology Int. J. Osteoarchaeol.* Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/oa.1280.
 16. MONTALVO, C.I.; BISCEGLIA, S.; KIN, M. Y SOSA, R.A. (2012). Taphonomic analysis of rodent bone accumulations produced by Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*, Carnivora, Felidae) in Central Argentina. *Journal of Archaeological Science*, 39:19331941. doi:10.1016/j.jas.2012.02.024
 17. RAFUSE, D; GONZÁLEZ, M; KAUFMANN, C; ÁLVAREZ, M, C, GUTIÉRREZ, M Y AGUSTINA MASSIGOGE. (2014). Análisis comparativo de los patrones de modificaciones óseas de dos carnívoros sudamericanos: El gato montés (*LEOPARDUS GEOFFROYI*) y el zorro pampeano (*LYCALOPEX GYMNOERCUS*). Aportes para la identificación de la acción de pequeños carnívoros en el registro arqueológico, *MAGALLANIA* (Chile), 2014. Vol. 42(1):167-186
 18. ÁLVAREZ, M. C., GUTIÉRREZ, M. A., MASSIGOGE, A., BORRERO, L. A., KAUFMANN, C. A., RECOFSKY, M., Y BELARDI, J. B. (2022*). Acumulaciones de restos óseos en nidos de carancho (*Caracara plancus*, Aves, Falconiformes) de la Patagonia Austral. Implicaciones tafonómicas y arqueológicas. *Revista del Museo de Antropología*, 15(3), 219-234.
 19. HAGLUND WD. (1992). Contribution of Rodents to Postmortem Artifacts of Bone and Soft Tissue. *Journal of Forensic Sciences* 37(6):1459-1465.
 20. HAGLUND WD, editor. (1997b). *Scattered Skeletal Human Remains: Search Strategy Considerations for Locating Missing Teeth*. Boca Raton: CRC Press. 383-394 p
 21. KLIPPEL. W. E. Y SYNSTELIEN, J. A. (2007). Rodents as taphonomic agents: Bone gnawing by brown rat sand gray squirrels. *Journal of Forensic Sciences*, 52: 765-773.
 22. SYNSTELIEN, J. A. (2015). *Studies in Taphonomy: Bone and soft tissue modifications by postmortem scavengers*. PhD diss., University of Tennessee, 2015. https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/3313
 23. MONTALVO, C.I. Y TALLADE, P. (2009). Taphonomy of the accumulations produced by *Caracara plancus* (Falconidae). Analysis of prey remains and pellets. *Journal of Taphonomy*, 7:235-248
 24. SELVA, NURIA Y FORTUNA, MIGUEL. (2007). The nested structure of a scavenger community. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*. 274. 1101-8. 10.1098/rspb.2006.0232.
 25. DE VAULT, T.L., RHODES, O.E Y SHIVIK, J.A. (2003). Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *Oikos*, 102(2), 225-234. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12378.x>
 26. KJORLIEN, Y., BEATTIE, O.B., PETERSON, A.E. (2009). Scavenging Activity can Produce Predictable Patterns in

- Surface Skeletal Remains Scattering: Observations and Comments from two Experiments, *Forensic Science International*, Vol. 188, pp. 103-106
27. BRIGHT, L. (2011). *Taphonomic Signatures of animal scavenging in northern California: A Forensic Anthropological Analysis*. A Thesis Presented to the Faculty of California State University, Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Arts in Anthropol
28. BEARY, M. O., Y LYMAN, R. L. (2012). The use of taphonomy in forensic anthropology: past trends and future prospects. *A companion to forensic anthropology*, 499-527.
29. ADRIARI, A. Y KOLZ, A.L. (1998). The use of radio transmitters to track specific bones of scavenged pig carcasses *Can. Soc. Forens. Sci. J.* Vol. 31. No 1 (1998) pp. 127-133
30. SINCERBOX, S., Y DI GANGI, E. (2018). *Forensic Taphonomy and Ecology of North American Scavengers 2018*, Pages 1-16, Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813243-2.00001-4>
32. MONTALVO, C. P., TALLADEA, O., FERNÁNDEZ, F., GERMÁN, B., MOREIRAB, J., DANIEL, C.D, RAFUSEE, J., LUCIANO, J Y DE SANTIS, M. (2011). Bone damage patterns found in the avian prey remains of crested caracara *Caracara plancus* (Aves, Falconiformes) *Journal of Archaeological Science*, 38 (12), 541-548. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.08.021>
33. BALLEJO, F., FERNÁNDEZ, F Y DE SANTIS, L. J. M. (2012). Tafonomía de restos óseos provenientes de egagrópilas de *Coragyps atratus* (jote de cabeza negra) en el Noroeste de la Patagonia argentina. *Revista Del Museo De Antropología*, 5 (1) , 2 1 3 - 2 2 2 . d o i : <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v5.n1.9141>
34. BALZA, U. (2016). Estado de la población reproductora del carancho austral (*Phalacrocorax australis*) en bahía Franklin, Isla de Los Estados: uso de los recursos en un escenario alterado por especies invasoras. *Centro Austral de Investigaciones Científicas – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CADIC-CONICET)*. Buenos Aires, marzo de 2016 Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. *Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas*
35. MARTIN, F. M., Y BORRERO, L. A. (1997). A puma lair in southern Patagonia: implications for the archaeological record. *Current Anthropology*, 38(3), 453-461.
36. MARTIN, FM. (2002). Carnívoros y huesos humanos de Fuego-Patagonia. Apor tes desde la Tafonomía Forense. Tesis Licenciatura. Buenos Aires. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Buenos Aires. Disponible en: <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/9925>
37. MANSEGOSA, D.A., MARCHIORI, J. I Y GIANNOTTI, P. S. (2020). Desarticulación, consumo y marcas en cadáveres humanos producidas por carnívoros: Un estudio comparativo con casos forenses del Centro-Oeste de Argentina. *Revista Internacional de Antropología y Odontología Forense. International Journal of Forensic Anthropology and Odontology*, 3(1), 6-17.
39. (63) NASTI, A. (2021). Carroñeo y dispersión de restos de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en contextos de humedales: implicancias forenses. *Revista argentina de antropología biológica*, 23(2).
40. MARCHIORI, J. I., MANSEGOSA, D. A., GIANNOTTI, S., FERNÁNDEZ AISA, C. A., JOFRÉ, F. N., Y ABALLAY, F. H. (2022). Carroñeo de cadáveres humanos: aportes desde la tafonomía y la entomología a causas forenses (Mendoza, Argentina). *Intersecciones en Antropología*
41. MULVANY, S. H., CANCIANI, M. H., PÉREZ SAFONTAS, M., SÁNCHEZ ACTIS, T., TANGORRA, M., & SAHADE, E. (2019). Inventario de humedales de la provincia de Buenos Aires. In *XXI Jornadas de Geografía de la UNLP (La Plata, 9 al 11 de octubre de 2019)*.
42. QUAINI K.P. (2011). *Análisis Espacio-Temporal de la Cuenca Matanza-Riachuelo, Provincia de Buenos Aires*. Magister en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias. Falda del Cañete, Córdoba, Argentina
43. MINOTTI, P. Y QUINTANA, R. (2016). Regiones de Humedales de Argentina (Documento de avance). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322870166_
44. WILSON, R. P., F. QUINTANA, AND V. J. HOBSON. 2012. Construction of energy landscapes can clarify the movement and distribution of foraging animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279:975–980.
45. BEASLEY, J. C., OLSON, Z. H., Y DEVAULT, T. L. (2015). Ecological role of vertebrate scavengers. *Carion ecology, evolution and their applications*, 107-127
46. STEPHENS, G. J., JOHNSON-KERNER, B., BIALEK, W., Y RYU, W. S. (2008). Dimensionality and dynamics in the behavior of *C. elegans*. *PLoS computational biology*, 4(4), e1000028.
47. MATUSZEWSKI, S., HALL, M. J., MOREAU, G., SCHOENLY, K. G., TARONE, A. M., Y VILLET, M. H. (2020). Pigs vs people: the use of pigs as analogues for humans in forensic entomology and taphonomy research. *International journal of legal medicine*, 134, 793-810
48. European Commission Euthanasia of experimental animals. (1997). Document Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities 1997, 98 pp. ISBN 92-827-9694-9

49. GALLOWAY, A. (1997). The process of decomposition: A model from the Arizona Sonoran Desert. In: Haglund WD, and Sorg MH. *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. Boca Raton: CPR Press, pp. 139--149
50. DELANEY-RIVERA, C., PLUMMER, T. W., HODGSON, J. A., FORREST, F., HERTEL, F., Y OLIVER, J. S. (2009). Pits and pitfalls: taxonomic variability and patterning in tooth mark dimensions. *Journal of Archaeological Science*, 36(11), 2597-2608.
51. WALLACE, M. P., & TEMPLE, S. A. (1987). Competitive interactions within and between species in a guild of avian scavengers. *The Auk*, 104(2), 290-295.
52. Global Raptor Information Network (GRIN). (2019). Species account: Southern Caracara (Caracara plancus). Downloaded from <http://www.globalraptor.org>
53. VARGAS, R. Y M.S. MARCO FAVERO. 2007. Diet of the southern Caracara (caracara plancus) in Mar Chiquita Reserve, Southern Argentina. *J. Raptor Res.* 41(2):113–121E 2007 The Raptor Research Foundation, In Journal of Raptor Research, 41(2):113-121. 2007. Published By: The Raptor Research Foundation DOI: [http://dx.doi.org/10.3356/0892-1016\(2007\)41\[113:DOTSCC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.3356/0892-1016(2007)41[113:DOTSCC]2.0.CO;2)
54. CANEVARI, P. CANEVARI, R CARRIZO, G HARRIS, J RODRIGUEZ MATA Y STRANECK, R. (1991). Nueva Guía de las aves argentinas. Fundacion ACINDAR. Buenos Aires, Argentina.
55. WHITE, M., OLSEN, P., Y CLIFFL. D. (1994). FAMILIA FALCONIDAE. 216–247. IN J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, AND J. SARGATAL, editors. eds. Handbook of the birds of the world, Vol. 2, New World Vultures to Guinea fowl. Lynx Editions. Barcelona, Spain
56. RIVERA-RODRÍGUEZ, L. B., & RODRÍGUEZ-ESTRELLA, R. (1998). Breeding biology of the Crested Caracara in the Cape Region of Baja California, Mexico (Biología Reproductiva del Caracara en la Región del Cabo de baja California, México). *Journal of Field Ornithology*, 160-168
57. TRAVAINI, A, DONA ÁZAR, J, RODRIGUEZ, A, CEBALLOS, O, FUNES, M, DELIBES, M Y F. HIRALDO 4. (1998). Use of European hare (*Lepus europaeus*) carcasses by an avian scavenging assemblage in Patagonia *J. Zool., Lond.* (1998) 246, 175±181 # 1998 The Zoological Society of London. United Kingdom
58. KOMAR, D., Y BEATTIE, O. (1998). Identifying bird scavenging in fleshed and dry remains. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 31(3), 177-188
59. LUCHERINI, M. Y; ESTELA LUENGOS VIDAL. (2008). «*Lycalopex Gymnocercus* (Carnivora: Canidae)». *Mammalian Species* 820 (1): 1-9. ISSN 0076-3519. doi:10.1644/820.1
60. REDFORD, K. H., Y EISENBERG, J. F. (1992). *Mammals of the Neotropics: the southern cone* (Vol. 2, pp. 1-430). Chicago: University of Chicago Press
61. CRESPO, J. A. (1971). Ecología del zorro gris *Dusicyon gymnocercus antiquus* (Ameghino) en la provincia de La Pampa. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Ecología* 5:147–205.
62. HARRIS, S. (1981). The food of suburban foxes (*Vulpes vulpes*), with special reference to London. *Mammal Review*, 11(4), 151-168.
63. HARRIS, S., Y RAYNER, J. M. V. (1986). Urban fox (*Vulpes vulpes*) population estimates and habitat requirements in several British cities. *The Journal of Animal Ecology*, 575-591. <https://doi.org/10.2307/4740>
64. MEZZABOTTA, A. (2018). El problema de las especies exóticas en las áreas protegidas; los perros domésticos y el impacto sobre la fauna en la Reserva Natural Otamendi (APN) y sus alrededores. *Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires-Facultad de Ciencias Humanas*
65. DOS SANTOS, C. L. A., SILVA., P. DOS SANTOS, M. R. PARDINI Y C. R. CASSANO. (2017). Dog invasion in agroforests: The importance of households, roads and dog population size in the surroundings. *Perspectives in Ecology and Conservation* 15:221–226.
66. ARRERA, R. O. M. M. I. (2018). Análisis de registros de ataques a fauna silvestre chilena por carnívoros domésticos perro (*Canis lupus familiaris*) y gato (*Felis silvestris catus*) entre los años 2000 y 2016. *Rev Med Vet Investig*, 1(1), 92-101
67. PÉREZ CARUSI, L. C., FARACE, M. I., RIBICICH, M. M., Y GÓMEZ VILLAFANE, I. E. (2009). Reproduction and parasitology of *Didelphis albiventris* (Didelphimorphia) in an agroecosystem landscape in central Argentina.
68. DELANNOY C. Y, NAJI S, GOSSET D, HARTNETT K, ANNE B. (2015). Specific patterns of canine scavenging in indoor settings. *Journal of Forensic Sciences* 2015;60:495–500
69. CAMERON, A. C. (2016). *Estimating the post-mortem interval of skeletal remains: a taphonomic approach* (Doctoral dissertation, The Australian National University (Australia)).
70. SPRADLEY, M. K., HAMILTON, M. D., GIORDANO, A. (2012). Spatial Patterning of Vulture Scavenged Human Remains, *Forensic Science International*, Vol. 219, 2012, pp. 57-63
71. YOUNG. A. 2017. *The effects of terrestrial mammalian scavenging and avian scavenging on the body. Taphonomy of human remains: forensic analysis of the dead and the depositional environments*. Edit by Eline Schotsman, Nicholas Marquez. Grant and Shari Forbes. 2017 Jhon Wiley and sons Ltd 212-234

72. YOUNG, A., STILLMAN, R., SMITH, M. J., & KORSTJENS, A. H. (2015b). Scavenger species-typical alteration to bone: Using bite mark dimensions to identify scavengers. *Journal of Forensic Sciences*, 60(6), 1426-1435.
73. HAGLUND WD, REAY DT, SWINDLER D.R. (1988). Tooth mark artifacts and survival of bones in animal scavenged human skeletons. *Journal of Forensic Sciences* 33(4):985--997.
74. MONDINI M, MUÑOZ AS. (2008). Pumas as taphonomic agents: a comparative analysis of actualistic studies in the Neotropics. *Quat Int*. 180:52--62.
75. BINFORD, L (1981). *Bones. Ancient Men and Modern Myths*. Lewis R. Binford. Academic Press, New York, 1981. xxviii, 322 pp
76. KING, K. A., LORD, W. D., KETCHUM, H. R., & O'BRIEN, R. C. (2016). Postmortem scavenging by the Virginia opossum (*Didelphis virginiana*): impact on taphonomic assemblages and progression. *Forensic Science International*, 266, 576-e1
77. KANDA, L. L. (2005). Winter energetics of Virginia opossums *Didelphis virginiana* and implications for the species' northern distributional limit. *Ecography*, 28(6), 731-744.
78. KRONFELD-SCHOR, N., DOMINONI, D., DE LA IGLESIA, H., LEVY, O., HERZOG, E. D., DAYAN, T., & HELFRICH-FORSTER, C. (2013). Chronobiology by moonlight. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1765), 20123088
79. PARODI PARODI, A. (2015). Patrones de actividad e influencia del ciclo lunar en la actividad de una comunidad animal del Parque Nacional del Manu. Tesis para optar al grado de licenciado en biología. Universidad peruana Cayetano Heredia. Lima, peru
80. LENIS SANIN, Y., ZULUAGA CABRERA, A. M., & TARAZONA MORALES, A. M. (2016). Adaptive responses to thermal stress in mammals. *Revista de Medicina Veterinaria*, (31), 121-135.
81. SHEPARD, E. L., WILSON, R. P., REES, W. G., GRUNDY, E., LAMBERTUCCI, S. A., & VOSPER, S. B. (2013). Energy landscapes shape animal movement ecology. *The American Naturalist*, 182(3), 298-312.
82. RUZICKA, R. E., Y CONOVER, M. R. (2012). Does weather or site characteristics influence the ability of scavengers to locate food? *Ethology*, 118(2), 187-196. doi: 10.1111/j.1439-0310.2011.01997.x
83. PERRY, G., Y PIANKA, E. R. (1997). Animal foraging: past, present and future. *Trends in Ecology & Evolution*, 12(9), 360-364.
84. MCNAB, B. K. (1963). Bioenergetics and the determination of home range size. *The American Naturalist*, 97(894), 133-140.
85. PULLIAM, H. RONALD (1974-01). On the Theory of Optimal Diets. *The American Naturalist* (en inglés) 108 (959): 59-74. ISSN 0003-0147. doi:10.1086/282885
86. TUCKER, V. A. (1970). Energetic cost of locomotion in animals. *Comparative Biochemistry and Physiology* 34:841-846.
87. NATHAN, R., W. M. GETZ, E. REVILLA, M. HOLYOAK, R. KADMON, D. SALTZ, AND P. E. SMOUSE. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 105:19052-19059
88. LAMBERTUCCI, S. A., TREJO, A., DI MARTINO, S., SÁNCHEZ-ZAPATA, J. A., DONÁZAR, J. A., & HIRALDO, F. (2009). Spatial and temporal patterns in the diet of the Andean condor: ecological replacement of native fauna by exotic species. *Animal Conservation*, 12(4), 338-345.
89. NEWSOME, S.D., GARBE, H.M., WILSON, E.C. (2015). Individual variation in anthropogenic resource use in an urban carnivore. *Oecologia* 178, 115-128 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00442-014-3205-2>
90. KOBRYN, H. T., SWINHOE, E. J., BATEMAN, P. W., ADAMS, P. J., SHEPARD, J. M., & FLEMING, P. A. (2023). Foxes at your front door? Habitat selection and home range estimation of suburban red foxes (*Vulpes vulpes*). *Urban Ecosystems*, 26(1), 1-17.
91. ORIAN, G Y PEARSON, N (1979). On the theory of central place foraging. In *Analysis of ecological systems*, Horn, G.R y R.D. Michell Ed, pp. 155-177, Ohio stat press
92. CASTILLO, D. F., BIROCHIO, D. E., LUCHERINI, M., Y CASANAVE, E. B. (2011). *Diet of Adults and Cubs of Lycalopex gymnocercus in Pampas Grassland: A Validation of the Optimal Foraging Theory?* *Annales Zoologici Fennici*, 48(4), 251-256. doi:10.5735/086.048.0406
93. LOPEZ-LOPEZ P, BENAVENT-CORAI J, GARCIA-RIPOLLE S C, URIOS V. (2013). Scavengers on the Move: Behavioural Changes in Foraging Search Patterns during the Annual Cycle. *PLoS ONE* 8(1): e54352. doi: 10.1371/journal.pone.0054352
94. KANE, A., & KENDALL, C. J. (2017). Understanding how mammalian scavengers use information from avian scavengers: cue from above. *Journal of Animal Ecology*, 837-846.
95. OSTFELD, R. S., & KEESING, F. (2000). Pulsed resources and community dynamics of consumers in terrestrial ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 15(6), 232-237
96. GARCIA-PUTNAM, A. (2014). An investigation of the taphonomic effects of animal scavenging. Thesis Presented to the Faculty of the Department of Anthropology East Carolina University in Partial Fulfillment of the Requirements of the Degree of Masters in Anthropology Spring 2014.



Diferentes exposiciones de prótesis dentales acrílicas con códigos QR grabados con láser con fines forenses.

DIFFERENT EXPOSURES OF ACRYLIC DENTAL PROSTHESES WITH QR CODES ENGRAVED BY LASER FOR FORENSIC PURPOSES.

Briem Stamm AD^{1,2}, Fernández Iriarte MA¹, Zemborain CR¹, Outes María S¹, Casadoumécq AC¹, Bello JF¹, Rannelucci LR¹, Salazar JD¹, Telechea CR¹, Di Pietro S^{3,4}, Jaime G⁴, Arias CG¹, Gualtieri AF¹

1 Chair of Legal, Forensic Dentistry and History of Dentistry, Faculty of Dentistry, University of Buenos Aires (Buenos Aires, Argentina).

2 Section Forensic Odontology, Directorate of Criminalistics and Forensic Studies, Argentine National Gendarmerie (Buenos Aires, Argentina).

3 Chair of Endodontics, Faculty of Dentistry, University of Buenos Aires (Buenos Aires, Argentina).

4 Jaime's Dental Laboratory (Buenos Aires, Argentina).

RESUMEN: Objetivo: Evaluar el escaneo y decodificación de códigos QR grabados con láser sobre soportes metálicos adaptados a prótesis dentales acrílicas sometidas a exposiciones térmicas y ácidas con fines forenses en identificación humana. Materiales y Métodos: Se elaboraron 150 prótesis acrílicas termocurables. Se expusieron 120 prótesis a la acción de temperaturas de 200°C, 400°C, 800°C. y 1000°C durante 30, 60 y 120 minutos (Grupo 1). Este grupo se dividió en un subgrupo 1.A que incluía 60 prótesis con el código QR grabado sobre un soporte de cromo-cobalto adaptado al acrílico y un subgrupo 1.B con la otra mitad de los aparatos protésicos, que tenían en su estructura un soporte de acero para bandas de ortodoncia con código QR. Las 30 prótesis restantes conformaron el Grupo 2 y se dividieron en el subgrupo 2.A (15 prótesis con soporte de cromo-cobalto) y el subgrupo 2.B (15 prótesis con soporte de acero para bandas de ortodoncia) todas sumergidas en ácido clorhídrico al 40% a temperatura ambiente durante 30, 60 y 120 minutos. El análisis de datos incluyó las pruebas de Chi-cuadrado de Pearson y exacta de Fisher, y regresión logística múltiple. Resultados: En el Grupo 1 la lectura positiva de los códigos QR fue del 75% para el Subgrupo 1.A y del 12% en el subgrupo 1.B. Para el Grupo 2, la lectura positiva de los códigos QR resultó en un 66% en el subgrupo 2.A y un 0% en el subgrupo 2.B. Conclusión: A pesar de los efectos deletéreos de los agentes físicos y químicos sobre el acrílico, bajo ciertas condiciones. Es posible leer e interpretar códigos QR grabados con láser sobre soportes de cromo-cobalto adaptados a la estructura protésica, lo que puede representar una alternativa para la identificación humana.

PALABRAS CLAVE: IDENTIFICACIÓN HUMANA; PRÓTESIS ACRÍLICAS; ÁCIDO CLORHÍDRICO, RESPUESTA RÁPIDA.

ABSTRACT: Objective: To evaluate the scanning and decoding of laser-engraved QR codes on metal supports adapted to acrylic dental prostheses subjected to thermal and acid exposures for forensic purposes in human identification. Materials and Methods: 150 thermo-curing acrylic prostheses were made. 120 prostheses were exposed to the action of temperatures of 200°C, 400°C, 800°C. and 1000°C for 30, 60, and 120 minutes (Group 1). This group was divided into a subgroup 1.A that included 60 prostheses with the QR code engraved on a chrome-cobalt support adapted to the acrylic and a subgroup 1.B with the other half of the prosthetic appliances, which had in their structure a support of steel for orthodontic bands with QR code. The 30 remaining prostheses made up Group 2 and were divided into subgroup 2.A (15 prostheses with chrome-cobalt support) and subgroup 2.B (15 prostheses with steel support for orthodontic bands) all submerged in hydrochloric acid 40% at room temperature, for 30, 60, and 120 minutes. Data analysis included Pearson's Chi-square and Fisher's exact tests, and multiple logistic regression. Results: In Group 1, the positive reading of the QR codes was 75% for Subgroup 1.A and 12% in subgroup 1.B. For Group 2, the positive reading of the QR codes resulted in 66% in subgroup 2.A and 0% for subgroup 2.B. Conclusion: Despite the damaging effects of physical and chemical agents on acrylic, under certain conditions. it is possible to read and interpret laser-engraved QR codes on chrome-cobalt supports adapted to the prosthetic structure, which may represent an alternative for forensic purposes in human identification.

KEY WORDS: HUMAN IDENTIFICATION; ACRYLIC PROSTHESES; HYDROCHLORIC ACID, QUICK RESPONSE.

CONTACTO: ALAM BRIEM STAMM. Email: alanbs.uba@gmail.com

1. INTRODUCTION.

Identifying human remains by denture marking methods has been reported (1) (2) Different tragic vicissitudes producing human losses, such as traffic accidents, natural catastrophes, violent offences, or terrorist attacks, implies severe challenges for the multidisciplinary forensic teams. (3) (4) Besides, the analysis of marked prosthetic appliances might facilitate the resolution of cases involving persons with amnesia, confuse conditions and unconscious victims (5) (6) Certain countries enacted laws for tagging of prostheses, (7) for example, in U.S.A. 23 from 50 States disposed be mandatory to install additions to contribute eventually to establish an unequivocal identity.(8)

According to the stipulations by the American Dental Association (A.D.A.) there are standards to identify dental prostheses. (9) As for the location of the “marking element”, the posterior areas of the lingual rim in lower appliances and of the palate in the upper ones are the most recommended. (10) (11) (12) Two main methods were reported for the prosthetic identification: to mark superficially with a flat round bur letters or numbers, (13) (14) and the technique of embedding, designing directly in the laboratory the identificatory tag in the prosthetic frame. (12) (15) Through time, different strategies for prosthetic marking were suggested, like bar code, legible with a barcode scanner, although its disadvantage is scarce information storable (2) (16) Another option is the lenticular card that keeps the information in image format. (11) It also turned towards the use of stainless-steel bands with patient's data, embedded in a ledge carved previously in the surface of the prosthesis or even typed paper straps. (17) (18) A variation suggested is to use the T-bar, consisting in adapt a translucent methacrylate bar T-sized enclosed in the appliance with a tag. (19) (20) It is necessary to consider that one of the safest and most resistant methods, is to engrave with laser technology, taking into account the different situations that may endanger the integrity of a prosthesis. (6) The use of electronic microchips was advised too the information is enclosed in a microchip, measuring 5 x 5 x 0.6 mm. It is one of the most used methods for its tiny size, acceptable aesthetic and good behavior against high temperatures and acid attacks. (21) (22) (23) (24) (25) However, this means is expensive and the cost of dental prostheses is high for the patient. Identification utilizing radiofrequency (RFID) with tags measuring 8.5 x 2.2 mm² was considered as well. (26) (27).

In turn, the QR (Quick Response) codes meant an authentic technological revolution for their low cost, easy access, and scanning, great capacity for storage of information, quick access, and decoding employing mobile telephone. (28) (29) (30) Different researches about QR codifications for tagging of dental appliances were published, although their possibilities using laser technology were not explored. (31) These works concentrated on the laser engraving of QR codes on a metallic support and embed them in the surface of thermo-cured acrylic dental prostheses, to assess their reliability when exposed to conditions of thermal and acid attacks.

The objective of this research is evaluate the scanning and decoding of laser-engraved QR codes on metal supports adapted to acrylic dental prostheses subjected to thermal and acid exposures for forensic purposes in human identification.

2. MATERIALS AND METHODS.

For this research, 150 thermo-cured acrylic prostheses with QR codes engraved by laser on supports of chrome-cobalt or steel for orthodontics bands were made (acrylic Dentsply, Acrytone teeth) to expose to conditions of thermal or acid attacks for forensic purposes in human identification.

2.1. They were divided into two groups:

2.1.1. Group I: 120 prostheses, exposed to fire; The group I was divided into two subgroups: The subgroup 1.a comprised 60 prostheses. In each prosthesis, 1 mm from its free surface was embedded a support of chrome-cobalt (Cr-Co), measuring 9 mm x 6 mm x 0,5 mm, of the mark Messa, placed close to the first molar, and it was covered with self-curing translucent acrylic (Dentsply). There was engraved with laser a QR Code of 5 mm x 5 mm containing the number of the National Document of Identity (DNI) of one of the researchers (Fig. 1).

Figure 1: QR code and DNI number engraved by laser.



The subgroup 1.b was composed by 60 prostheses with a steel support for orthodontic bands of 9 x 6 x 0,6 mm. This support was added in all prostheses at 1 mm of their free surfaces close to first molar, and it was covered by translucent self-curing acrylic (Dentsply). On its surface was engraved with laser a QR Code, measuring 5 x 5 mm, with the number of the DNI of one of the researchers.

All prostheses in the subgroups 1.A and 1.B were exposed to temperatures of 200° C (30 prostheses), 400° C (30 prostheses) 800° C (30 prostheses), and 1000° C (30 prostheses) for 30, 60, and 120 minutes. Two electric ovens were used, the first (mark Manfredi, Italian) with a heating capacity from 0 to 1,200°C, and the second (mark Tecnodont, Argentine) with a heating capacity from 0 to 1,000°C, besides an acrylic polymizer, mark Tecnodont.

Group II: comprised 30 prostheses, submerged in hydrochloric acid.

The 30 prostheses in the group 2 were subdivided as well into two groups of 15 units each. The subgroup 2.A had the chrome-cobalt support adapted on the acrylic; while the subgroup 2.B had the steel support for orthodontic bands. The prostheses of both groups were submerged in hydrochloric acid 40%, at room temperature, for 30 minutes (10 prostheses), 60 minutes (10 prostheses), and 120 minutes (10 prostheses).

To optimize the reading and interpretation of the results after the analysis of the physical and chemical effects, the scale of evaluation “Positive” (to QR codes effectively scanned) or “Negative” (to QR codes not scanned effectively) was considered.

In the context of this study, all QR Codes were engraved with the Engraving Laser System with technology supplied by “Laboratorios Romi – Sistema de Implantes Rosterdent”. The only information entered through the QR codes generator software in the website (<http://www.theqrcodegenerator.com/>) was the number of the DNI of one of the researchers. The QR Code reader application was made through the Play Store on Smartphone devices with Gamma Play, scanning the QR code in seconds. The hydrochloric acid was purchased through a trading company.

2.1.2. Inclusion criteria: The supports of chrome-cobalt and steel for orthodontics bands, with the QR Code containing the number of DNI engraved by laser, were verified before their inclusion in the thermos-cured prostheses through reading and decoding, using mobile telephones Samsung J7, iPhone X, and Galaxy S9. If the results were positive, they were used in the research (Fig. 2).

Figure 2: Acrylic prosthesis prepared for exposure to fire or hydrochloric acid 40%.



2.1.3. Exclusion criteria: The supports of chrome-cobalt and steel for orthodontic bands, before their adaptation on the surface of the thermos-cured acrylic prostheses, with a “negative reading” of the QR Code (containing the number of DNI), would be discarded for the experimentation.

In the analysis of the results, the description of categorical variables included absolute frequencies and percentages with 95% confidence intervals (CI95) estimated using the Wilson score method. To assess association in bivariate analyses, Pearson's Chi-square or Fisher's exact tests were used, as applicable. That is, when all the expected frequencies were equal to or greater than 5, the Chi-square test was used. Otherwise, Fisher's exact test was used.

In prostheses exposed to fire, to find independent predictors of the reading result (positive or negative), a multiple logistic regression was performed using the gradual method ($p < 0.05$, entry; $p > 0.1$, removal). The logistic analysis included three independent variables: support, temperature, and time. The reference categories were the following: Cr-Co, 200 °C, and 30 min, respectively.

In prostheses immersed in 40% hydrochloric acid (HCl), the description of the results according to support and

time only included absolute frequencies. Percentages were not shown because the total number of observations was considered to be relatively small. For this same reason, a multivariate analysis was also not performed for the treatment with HCl (40%).

Values $p < 0.05$ were considered statistically significant.

The following programs were used: R v. 4.1.3(32) with base packages, DescTools (33) and ggplot2,(34) and MedCalc v. 20,110). (35) R was used to estimate CI95 of percentages (33) perform Chi-square and Fisher's exact tests (base) and make the figures (ggplot2). Multiple logistic regression was performed with MedCalc.(35)

2.1.4. Exclusion criteria: The supports of chrome-cobalt and steel for orthodontic bands, before their adaptation on the surface of the thermos-cured acrylic prostheses, with a “negative reading” of the QR Code (containing the number of DNI), would be discarded for the experimentation.

In the analysis of the results, the description of categorical variables included absolute frequencies and percentages with 95% confidence intervals (CI95) estimated using the Wilson score method. To assess association in bivariate

analyses, Pearson's Chi-square or Fisher's exact tests were used, as applicable. That is, when all the expected frequencies were equal to or greater than 5, the Chi-square test was used. Otherwise, Fisher's exact test was used.

In prostheses exposed to fire, to find independent predictors of the reading result (positive or negative), a multiple logistic regression was performed using the gradual method ($p < 0.05$, entry; $p > 0.1$, removal). The logistic analysis included three independent variables: support, temperature, and time. The reference categories were the following: Cr-Co, 200 °C, and 30 min, respectively.

In prostheses immersed in 40% hydrochloric acid (HCl), the description of the results according to support and time only included absolute frequencies. Percentages were not shown because the total number of observations was considered to be relatively small. For this same reason, a multivariate analysis was also not performed for the treatment with HCl (40%).

Values $p < 0.05$ were considered statistically significant.

The following programs were used: R v. 4.1.3 (R Core Team, 2022) (33) with base packages, DescTools (Signorell et al.,

2021) (34) and ggplot2 (35) and (32) R was used to estimate CI95 of percentages (DescTools package), (34) perform Chi-square and Fisher's exact tests (base) and make the figures (ggplot2). Multiple logistic regression was performed with MedCalc. (32)

3. RESULTS.

3.1. Prostheses exposed to fire.

Among the 120 prostheses exposed to fire, there were 55 positive results (46%; CI95: 37% to 55%) and 65 negatives (54%; CI95: 45% to 63%). Bivariate analysis (Table 1) indicates that the reading result was significantly associated with support ($p < 0.0001$), temperature ($p < 0.0001$), and time ($p < 0.01$). When Cr-Co and steel supports were used, the result was positive in 75% (95 CI: 63% to 84%) and 17% (95 CI: 9% to 28%) of the observations, respectively (Fig. 3). The following positive results percentage was found at the temperatures of 200°C (83%), 400°C (50%), 800°C (33%), and 1000°C (17%) as demonstrated in Fig. 4.

Figure 3. Result of the reading according to the support in prostheses exposed to fire. Stacked Bar Chart: The values inside the bars indicate the percentages of positive and negative results for each support.

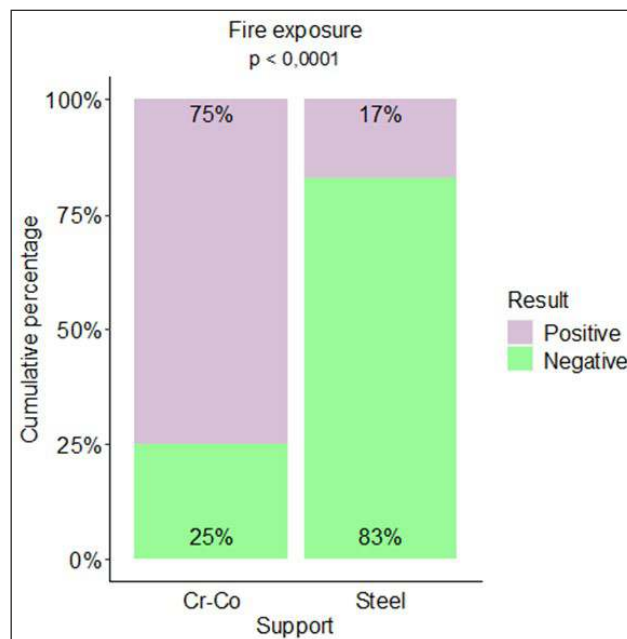
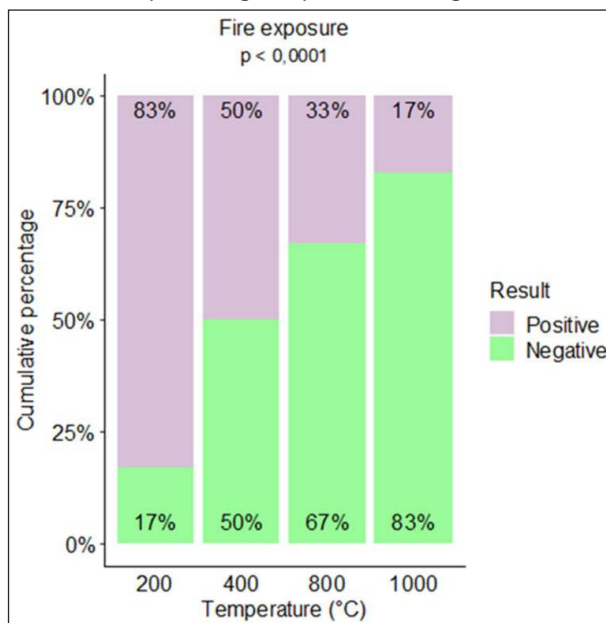


Figure 4. Result of the reading according to the temperature in prostheses exposed to fire. Stacked Bar Graph: The values within the bars indicate the percentages of positive and negative results for each temperature.

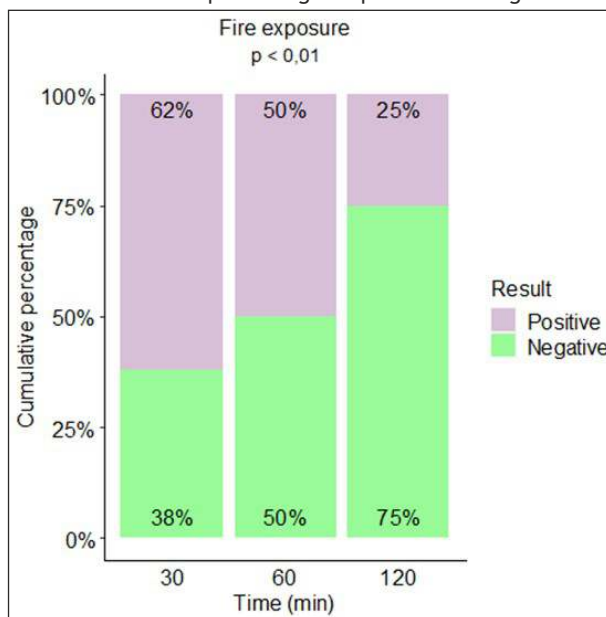


In the different times of exposures, the percentage of positives results obtained were 30 minutes (62%), 60 minutes (50%), and 120 minutes (25%) (Fig. 5).

The three variables significantly associated with the reading results in the bivariate analysis (support,

temperature, and time) were included in a multiple logistic regression analysis. According to this multivariate analysis, there are two independent predictors of a negative result (Table 2): steel support (OR = 30.4; CI95: 9.7 to 95.1) and temperature of 1000°C (OR = 18.1; CI95: 4.6 to 70.7).

Figure 5. Result of the reading according to time in prostheses exposed to fire. Stacked bar graph: The values inside the bars indicate the percentages of positive and negative results for each time.



3.2. Prostheses submerged in 40% hydrochloric acid (HCl) solution.

Among the 30 prostheses immersed in HCl solution (40%), there were 10 positive results (33%; 95% CI: 19% to 51%) and 20 negative results (67%; 95% CI: 49% to 81%). Bivariate analysis (Table 3) indicates that reading outcome was significantly associated with support ($p < 0.001$) and time ($p < 0.05$).

Within the 15 Cr-Co supported systems, there were 10 positive results. In contrast, in the 15 prostheses that had steel support, the result was completely negative (Fig. 6). Within the 30 minutes and 60 minutes' exposures, 5 of the 10 prostheses had a positive result. In contrast, in the 120 minutes' exposures, all 10 observations were negative (Fig. 7).

4. DISCUSSION.

One of the most used strategies in the last years in forensic dentistry was based on the tagging of dental prostheses. (36) (37) (38) But the main disadvantage appears in situations of extreme temperatures when the plastic materials evaporate and the metallic or ceramic structures, full or partial, become adequate vehicles with certain tolerance. (36) (37) (39) The systems of codification 1D ("bar codes"), different types of codification 2D (Code

49, pdf417, 2d Matrix), and especially the very successful and consolidated QR codes were presently considered as adequate technologies to identify and manage sanitary information in situations of low budget. (31) (40) The QR code was developed in Japan by the Denso Wave Corp., a subsidiary of Toyota. To differ with the "barcodes" (1D), the codes 2D, like the QR code, use dots instead of lines to store an important amount of information, represented in thousands of characters. Thanks to the possibility to codify a hyperlink (URL) the reading of the code will favor any mobile device can access quickly and without any typing specific sites where the searched information is safeguarded. (29) (30) The information accessible through these codes include pictures, demographic data, weight, stature, blood group, hair and eye color, dental files, fingerprints, personal and filiation data, etc. (29) (31) Thus, the great development of telephonic applications showed efficacy to read and interpret medical and epidemiological data.

The QR code is detected as a digital bi-dimensional image through an image sensor, then is analyzed by a programmed processor (41) (42) They are accurate, of less cost and they store a great amount of data (29) If printing the QR code on paper, its size will be directly proportional to the amount of information included. In the present search, when the QR code was generated with laser technology, was engraved with a size of 5 x 5 x 5 mm (At 50 pixels) (Fig. 4).

Figure 6. Result of the reading according to the support in prostheses immersed in HCl solution (40%). Stacked bar chart: The values inside the bars indicate the absolute frequencies (N) of positive and negative results for each support.

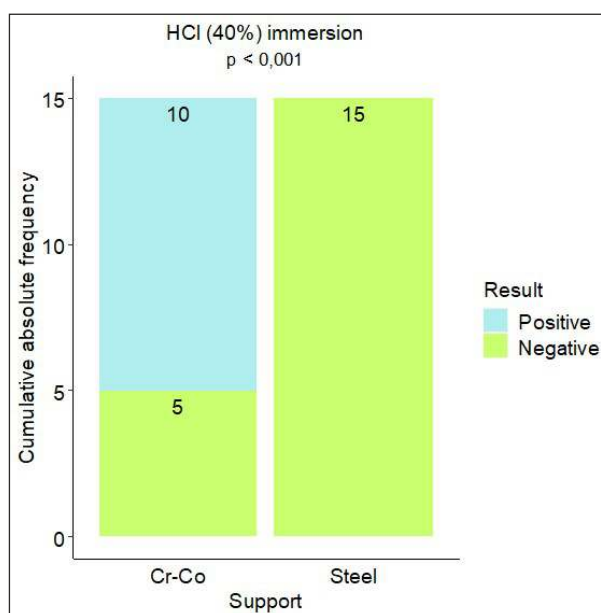
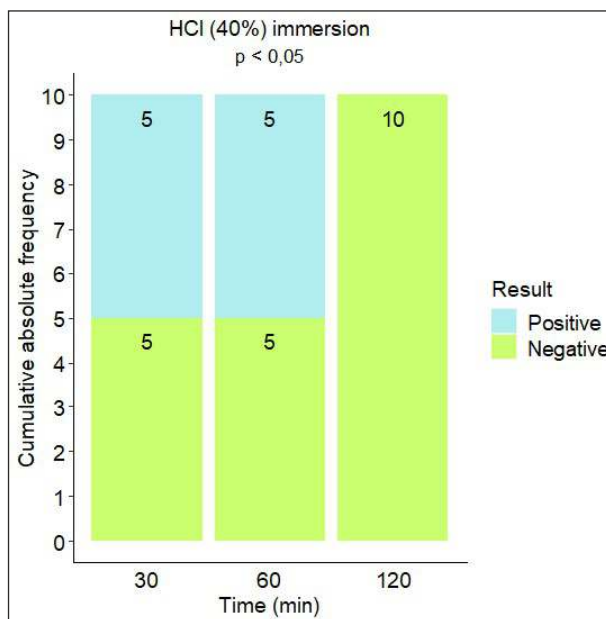


Figure 7. Result of the reading according to time in prostheses immersed in HCl solution (40%). Stacked bar graph: the values inside the bars indicate the absolute frequencies (N) of positive and negative results for each time.



Within prostheses exposed to fire, the results suggest that the reading and interpretation of the QR code are favored when Cr-Co supports are used, while it is not favored at a temperature of 1000 °C. For treatments with HCl (40%) the results are less conclusive because a relatively small sample size prevented a multivariate analysis. But the trend that emerges from the bivariate analysis is that the positive results would be related to Cr-Co supports and times of 30 or 60 minutes.

5. CONCLUSIONS.

Despite the damages of the physic and chemical agents on the thermo-cured acrylic, under certain conditions was possible to read and interpret QR codes engraved digitally with laser on chrome-cobalt supports adapted to the prosthetic structure; The versatility and celerity for decoding and reading the information enclosed in such the QR codes foresee a great potential for forensic dentistry. It could represent an alternative for human identification.

Larger studies that could include fully metallic prostheses, like those of chrome-cobalt, or even dental implants, may represent feasible variables to promote and consolidate standardizing and regulatory aspects

about the necessity of tagging dental prostheses; with forensic purposes in the Argentine Republic.

6. REFERENCES.

1. MACENTEE M, CAMPBELL T. Personal Identification using dental prostheses. J Prosthet Dent. 1979;(80). [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(79\)90032-5](https://doi.org/10.1016/0022-3913(79)90032-5)
2. RICHMOND R, PRETTY I. Denture marking - Patient preference of various methods. Forensic Sci. 2007; 52: p. 1338-42.
3. BERNITZ H. The challenges and effects of globalization on forensic dentistry. In Dent. 2009;59.
4. INTERPOL. Identificación de víctimas de catastrofes. En INTERPOL. Organización Internacional de Policía Criminal.; 2018.
5. BERRY F, LOGAN , PLATA R, RIEGEL R. A postfabrication technique for identification of prosthetic devices. Prosthet Dent. 1995;216(11): p.615-7.
6. KALYAN A, CLARK RK, RADFORD DR. Denture identification markinh should be standard practice. Br Dent. 2014; 216(11): p.615-7.

7. GOSAVI S. Forensic odontology: A prosthodontics view. *Forensic Dent Sci.* 2012;(4): p. 38-41.
8. CARDOZA AR, WOOD JD. Atypical forensic dental indentifications. *Calif Dent Assoc.* 2015; 43: p. 303-8.
9. American Dental Association (ADA).
10. COSS P, WOLFAARDT J. Denture Identification system. *Prosthet Dent.* 1995;74.
11. COLVENKAR SS. Lenticular card: a new method for denture identification. *Indian J Dent Res.* 2010; 21(1): p. 112-4.
12. CORTES V, CARRASCO F, VERGARA C. Prevalence of partial and total edentulism in Butachauques and Tac Islands, Quemchi (Chile). *Rev Chil Salud Publica.* 2014; 18(3): p. 257-262.
13. LAMB DJ. A simple method for permanent identification of dentures. *Prosthet Dent.* 1992;; p. 67-894.
14. ACHARYA AB, ANEHOSUR GV, KANCHI PP, NAIK MG, NADIGER RK. Perceptions and preferences on dentures marking in an Indian simple. *Gerodontology.* 2012; 29(2): p. 117-24.
15. BANSAL PK, SHARMA A, BHANOT R. Denture labeling: a new approach. *Contemp Clin Dent.* 2011; 2(2): p. 76-8.
16. DATTA P, SOOD S. The various methods and benefits of denture labeling. *Forensic Dent Sci.* 2010; 2(2): p. 53-8.
17. BENGTSOON A, OLSSON T, RENÉ N, CARLSSON G, DAHLBOM U, BORRMAN H. Frequency of edentulism and identification marking of removable dentures in long-term care units. *Oral Rehabil.* 1996; 23(8): p. 520-3.
18. BORRMAN HI, RENE MJ, WASÉN J. Denture marking: a questionnaire for patients and dentists. *J of forensic odontostomatology.* 1997; 15: p. 30-36.
19. RYAN LD, KELLER JB, ROGERS DE, SCHAEFFER L. Clear acrylic resin T-bar used in denture identification. *prosthet Dent.* 1993; 70: p. 189-90.
20. REESON MG. A simple and inexpensive inclusion technique for denture identification. *Prosthet Dent.* 2001; 86: p. 441-2.
21. IBRAHIM WM. Denture microlabeling technique. *Prosthet Dent.* 1996; 76: p. 104.
22. LING B. Computer printer denture microlabeling system. *Prosthet Dent.* 1998; 79: p. 363-4.
23. MILLET C, JEANNIN C. Incorporation of microchips to facilitate denture identification by radio frequency tagging. *Prosthet Dent.* 2004; 92: p. 588-90.
24. MAZZA A, MERLATI G, SAVIO C, FASSINA G, MENGHINI P, DANESINO P. Observations on dental structures when placed in contact with acids: Experimental studies to aid identification processes. *Forensic Sci.* 2005; 50: p. 406-10.
25. LUTHRA R, ARORA S, MESHRAN S. Denture Marking for forensic identification using memory card: an innovative technique. *Indian Prosthodont Soc.* 2012; 12(4): p. 231-5.
26. MATSUMURA H, SHIMOE S. Incorporation of a cast, embossed identification plate into a partial denture framework. *Prosthet Dent.* 2002; 88: p. 215-7.
27. MADRID C, KORSVOLD T, ROCHAT A, ABARCA M. Radio frequency identification plate into a partial denture framework. *Prosthet Dent.* 2002; 107(3): p. 199-202.
28. RAJENDRAN V, KARTHIGEYAN S, MANOHARAN S. Denture Marker using a two-dimensional bar code. *Prosthet Dent.* 2012; 107(3).
29. SUDHEENDRA US, SOWMYA K, VIDHI M, SHREENIVAS K, PRATHAMESH J. 2D Barcodes: a novel and simple method for denture identification. *Forensic Sci.* 2013; 58(1): p. 170-2.
30. RAGAVENDRA TR, MHASKE S, GOURAHA A, YUWANATHI M, KAMATH KP. Quick response code in acrylic denture: will it respond when needed? *Forensic Sci.* 2014; 59(2): p. 514-6.
31. FONSECA GM, CANTIN M, RAGAVENDRA TR, MHASKE S, GOURAHA A, YUWANATHI M, et al. Quick response code in acrylic denture: will it respond when needed? *Forensic Sci.* 2014.
32. Medcalc Statistical Software. MedCalc Software Ltd. 2022.
33. R Core Team. A language and environment for statistical computing. 2022.
34. SIGNORELL A, AHO K, ALFONS A, ANDEREGG N, ARAGON T, ARACHCHIGE C. Desc tools: Tools for descriptive statistics. 2021.
35. WICKHAM H. Elegant graphics for Data Analysis.
36. AGÜLOĞLU S, ZORTUK M, BEYDEMİR K. Denture barcoding: A new horizon. *Br Dent.* 2009; 206: p. 589-90.
37. RICHMOND R, PRETTY I. Identification of the edentulous individual: an investigation into the accuracy of radiographic identifications. *Forensic Sci.* 2010; 55(4): p. 984-7.
38. NAITO Y, MEINAR AN, IWAWAKI Y, KASHIWABARA T, GOTO T, ITO T, et al. Recording of individual identification information on dental prostheses using fluorescent material an ultraviolet light. *Prosthodont.* 2013; 26(2): p. 172-4.

39. DELATTRE VF. Burned beyond recognition: Systematic approach to the dental identification of charred human remains. *Forensic Sci.* 2000; 45: p. 589-96.
40. KAREKER N, ARAS M, CHITRE V. A review on denture marking systems: a mark in forensic dentistry. *Indian Prosthodont soc.* 2014; 14(suppl 1): p. 4-13.
41. GARCIA BETANCES RL, HUERTA MK. A review of automatic patient identification options for public health care centers with restricted budgets. 2012; 4(1): p. 9.
42. SEKYERE K. QR Codes in libraries: Uses and Usage Tracking. *College & undergraduate libraries.* 2012; 19: p. 95-100.x