

FACTORES DE PRESERVACIÓN DIFERENCIAL DE RESTOS ÓSEOS HUMANOS CONTEMPORÁNEOS DE LA "COLECCIÓN CHACARITA" (CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA)

Leandro Luna^{1,2*}, Claudia Aranda¹, Solana García Guraieb^{2,3}, Tamara Kullock⁴, Alfonsina Salvarredy⁵, Roberto Pappalardo⁴, Paula Miranda^{2,3} y Hernán Noriega⁴

¹Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires. Argentina

³Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

⁴Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

⁵Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Argentina

PALABRAS CLAVE Osteoteca; tafonomía; estudios actualísticos; integridad ósea; restos humanos

RESUMEN Numerosos agentes intrínsecos y extrínsecos afectan de diferentes formas los grados de preservación de restos óseos humanos. La observación de la forma e intensidad en las que tales factores inciden en las características del registro osteológico de una muestra contemporánea con información fehaciente de referencia (sexo, edad, fecha y causa de muerte), ofrece la posibilidad de aportar datos locales para contribuir a la comprensión de la compleja dinámica del proceso de descomposición cadavérica y preservación del esqueleto. En este trabajo se analizan y comparan estadísticamente variables contextuales (anegabilidad y saturación del terreno, alcalinidad y presencia de adipocira, de raíces de árboles y de envoltorio) y tafonómicas (porcentaje de completitud, índice de fragmentación y deterioro óseo) en 20 coxales humanos con objeto de analizar, desde una perspectiva osteológica, de qué forma la variación en el impacto de esos factores afecta los grados de

preservación de los esqueletos. Se identifican tendencias que sugieren la acción de algunos agentes específicos, al mismo tiempo que la ausencia de asociación de numerosas variables aporta información relevante para contrastar con modelos previamente generados. Se describen algunas asociaciones estadísticas entre variables que afectan a los individuos femeninos y otras que indican una tendencia hacia la preservación ósea por parte de la acción de las raíces, en oposición a lo habitualmente planteado en las investigaciones tafonómicas. Por último, se enfatiza la necesidad de considerar variables poco exploradas desde una perspectiva bioarqueológica, como la saturación del terreno, la presencia de algún tipo de envoltorio y la acción de la adipocira, como aspectos que afectan significativamente la preservación ósea y por lo tanto, el potencial del registro analizado para ofrecer información de interés osteológico. *Rev Arg Antrop Biol* 14(Número Especial):53-67, 2012.

KEY WORDS Osteological reference sample; taphonomy; actualistic investigation; bone integrity; human remains

ABSTRACT Numerous intrinsic and extrinsic agents affect the degree of human bone preservation. The analysis of the influence of their action and intensity in the characteristics of an osteological reference sample (with reliable information on sex, age, date and cause of death in each skeleton) provides local data to understand the complex dynamics of cadaveric decomposition and skeletal preservation. This paper discusses the action of several contextual (land floodability and humidity saturation, alkalinity, presence of adipocere, roots and corpse wrapping) and taphonomic variables (bone damage, completeness and fragmentation) in 20 coxal bones in order to examine how they affect the general bone preservation of the skeletons. The identified

trends suggest the action of some specific agents, while the lack of association of many variables also provides interesting information to be compared with previous models. Specifically, statistical associations between variables that affect female individuals and others that indicate a protective action of roots on bone preservation (as opposed to what is usually stated in taphonomic research) are described. Finally, the need to consider some variables poorly analyzed in previous papers, such as the waterlogged terrain, the presence of some kind of wrapping and the action of adipocere, is stressed as an aspect that significantly improves knowledge about bone preservation. *Rev Arg Antrop Biol* 14(Número Especial):53-67, 2012.

En el ámbito de las investigaciones en antropología forense de los últimos años, se han desarrollado con asiduidad investigaciones actualísticas que focalizan en la obtención de información de primera mano acerca de la variación observada en el proceso de descomposición cadavérica en diferentes contextos ambientales de depositación (i.e. Micozzi, 1991; Haglung y Sorg, 1997, 2002). A partir de ellas

se ha documentado una gran diversidad en las secuencias de deterioro de los diferentes tejidos corporales, en los patrones de desarticulación y

*Correspondencia a: Leandro Luna. Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti (FFyL. UBA). Moreno 350. 1091 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. E-mail: lunaranda@gmail.com

fragmentación y en los grados de completitud de los restos recuperados (Henderson, 1987; Bristow et al., 2011). El comportamiento tafonómico de un cadáver está influenciado por una gran cantidad de factores (Micozzi, 1991), entre los cuales se subrayan algunos intrínsecos, como la causa de muerte, su estado general en el momento de la muerte, el sexo y la edad, la forma, el tamaño y la densidad ósea, la masa corporal, la presencia de patologías, el estado nutricional y el tratamiento médico y otros extrínsecos, como el tiempo entre la muerte y el entierro, el tratamiento del cuerpo antes de la depositación final y las características específicas del ambiente mortuario (presencia y tipo de contenedores y estructuras mortuorias, acidez y granulometría del sedimento circundante, acción de agentes naturales como carnívoros, roedores, insectos, efectos del agua, exposición solar, etc. (e.g. Boddington et al., 1987; Henderson, 1987; Lyman, 1994; Galloway, 1997; Haglund y Sorg, 2002; Prieto et al., 2004; Luna, 2008; Tibbet y Carter, 2008). En resumen, la secuencia y velocidad de la descomposición es catalizada tanto por los procedimientos culturales de disposición de los cuerpos como por numerosos factores postdepositacionales y puede afectar fuertemente la calidad y cantidad de información para realizar interpretaciones bioarqueológicas y paleopatológicas (Boddington et al., 1987).

Si bien el corpus de información generado en estos trabajos ha sido muy importante para conocer las variaciones esperadas en el proceso general de deterioro, tanto en el marco de las investigaciones forenses como bioarqueológicas, existen aspectos específicos del problema que requieren de mayor intensidad y especificidad en las investigaciones. En este contexto, el presente trabajo se generó en el marco de las actividades de exhumación y análisis de laboratorio de restos humanos actuales (i.e. de los últimos 20 años) procedentes del Cementerio de la Chacarita (Ciudad Autónoma de Buenos Aires). El "Proyecto Chacarita: conformación y estudio de una muestra osteológica humana de referencia de poblaciones actuales de Buenos Aires", iniciado en septiembre de 2006, tiene por objetivo principal la conformación y análisis de una osteoteca de referencia procedente de la población contemporánea de dicha ciudad, para evaluar los métodos de determinación de sexo y estimación

de la edad más utilizados en el ámbito forense local. De esta manera, se está formando una colección osteológica cuyo estudio permitirá en el largo plazo, generar técnicas nuevas, específicas para la población de interés y realizar estudios biológicos comparativos (Bosio et al., 2009). El proyecto cuenta actualmente con el aval de la Cátedra de Medicina Legal y del Instituto de Anatomía y Morfología J. J. Naón de la Cátedra de Anatomía, ambas pertenecientes a la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, y del Equipo Argentino de Antropología Forense. Además, ha sido satisfactoriamente evaluado en sus consideraciones éticas por el Comité de Bioética del Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas (CEMIC). La metodología de trabajo general del proyecto apunta a la implementación de estrategias arqueológicas de excavación, conservación y documentación de cada uno de los esqueletos recuperados, de manera de maximizar la recuperación de información osteológica (Bosio et al., 2009; Kullock et al., 2009). Estas actividades consisten en la exhumación con técnicas arqueológicas de esqueletos que no son reclamados por sus familiares y que quedan bajo la tutela del Cementerio de la Chacarita a partir del momento en que vence su plazo de inhumación en tierra. Hasta el presente, la muestra total consta de 139 esqueletos adultos de ambos sexos (NFem=56; NMasc=83) y de edades comprendidas entre los 24 y los 94 años. La mayoría de los individuos son argentinos, aunque también se cuenta con algunos extranjeros, procedentes de países como Italia, Uruguay, Austria, Bolivia, España, Polonia, Taiwan y Turquía. Las fechas de muerte de los esqueletos que comprenden la colección oscilan entre 1987 y 2002 (Bosio et al., 2009).

Durante las actividades de exhumación resultó evidente que los restos recuperados presentaban diversos grados de descomposición e integridad del esqueleto, a pesar de que todos ellos habían sido inhumados en una superficie del espacio relativamente acotada y permanecieron enterrados durante rangos temporales similares. Esta observación inicial fue confirmada posteriormente durante las tareas de conservación y los análisis de laboratorio, observándose grados de preservación ósea muy variables, desde algunos casos con un mínimo o nulo deterioro hasta otros con altos porcentajes de pérdida ósea. Esta

FACTORES DE PRESERVACIÓN DIFERENCIAL EN RESTOS ÓSEOS

circunstancia es de fundamental importancia para los estudios osteológicos planteados en el proyecto, ya que afecta diferencialmente la potencialidad de la información que ofrece la muestra. El presente trabajo es un resultado de esas primeras observaciones directas sobre los restos recuperados. Se consideró inicialmente que en este caso particular, algunos de los factores que pueden tener una incidencia directa sobre la variación en la preservación y deterioro de los restos, son la acidez y la permeabilidad del suelo, la humedad del sedimento, el tiempo de entierro, la edad, el sexo y la presencia de determinadas patologías, entre otras variables (i.e. Galloway, 1997; Haglund y Sorg, 1997, 2002; Turner y Wiltshire, 1999; Janaway, 2008; Bristow et al., 2011). De esta manera, el objetivo principal es analizar la variación en los grados de preservación de los restos humanos que componen la osteoteca y realizar una primera evaluación de la forma e intensidad en que actúan diferentes agentes postdeposicionales sobre los restos humanos. En el largo plazo, interesa analizar de qué forma la variación en el impacto de esos factores afecta las posibilidades de obtener datos confiables sobre el sexo y la edad de los individuos. En este sentido, la importancia que ofrecen información fehaciente sobre el sexo, la edad, la fecha y la causa de muerte de los individuos, estriba en que permiten desarrollar estudios estadísticos para sustentar con un sólido basamento empírico, las interpretaciones sobre las tendencias observadas. Por otra parte, se pretende contribuir desde esta perspectiva, a la discusión bioarqueológica del problema general, aportando datos desde un enfoque actualístico observacional, muy poco explorado hasta el momento en el país. En este ámbito, la información generada contribuye a delinear marcos de referencia confiables para la interpretación de las características del registro óseo de las poblaciones pasadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudios recientes han establecido que el sexo y la edad de los individuos suelen ser factores que influyen significativamente sobre los grados de preservación (Walker, 1995; Haglund y Sorg, 1997, 2002; Bello et al., 2006).

Por este motivo, en el presente estudio se utilizó el coxal como unidad de análisis, ya que este elemento óseo contiene varias porciones anatómicas que permiten determinar el sexo y estimar la edad de muerte con una alta confiabilidad (Ferembach et al., 1980; Buikstra y Ubelaker, 1994; Walker, 2005; Krenzer, 2006), lo que lo hace el elemento más diagnóstico para la construcción de perfiles biológicos. Al mismo tiempo, es uno de los más susceptibles a sufrir los efectos de procesos postdeposicionales (Lyman, 1994; Walker, 1995).

La muestra incluye los coxales correspondientes a 20 individuos adultos de ambos sexos (8 femeninos y 12 masculinos) y de edades comprendidas entre los 33 y los 92 años (Tabla 1), exhumados en cuatro sectores diferentes del cementerio, denominados 15, 17 (ex 4a), 18 (ex 8a) y 20 (ex 12a) (Fig. 1). La misma fue seleccionada del total de individuos recuperados mediante un muestreo estratificado al azar. En esta primera etapa del análisis, el tamaño muestral



Fig. 1. Plano del cementerio de la Chacarita y ubicación de cada una de las inhumaciones analizadas. Referencias: Cuadrados: individuos masculinos; Círculos: individuos femeninos.

permitió generar resultados que funcionan como disparadores para desarrollar en el futuro, protocolos de investigación con muestras de mayor tamaño y que consideren emplazamientos más diversos de las inhumaciones y mayor cantidad de variables.

Para cada uno de los casos analizados, la metodología de exhumación siguió los lineamientos básicos del protocolo de excavación arqueológica, el cual fue desarrollado por los integrantes del equipo de trabajo. En forma paralela, se realizó in situ un control básico de algunas variables tanto microambientales como relativas a la modificación superficial y estructural de los restos humanos (estado general de los restos, remociones, alteraciones postmortem, presencia de plantas en las cercanías, etc.). El trabajo de laboratorio consistió en la limpieza y acondicionamiento de los restos recuperados (rotulado, remontaje de huesos fragmentados, recambio de bolsas y almacenaje final). Posteriormente, se

realizó el inventario detallado de cada esqueleto y la descripción de los elementos óseos presentes y de su estado de preservación (Bosio et al., 2009; Kullock et al., 2009).

Algunos de los factores ambientales que inciden en forma significativa sobre las tasas de descomposición cadavérica fueron considerados como constantes, ya que se parte del supuesto que afectaron de igual manera a todos los entierros analizados. Dentro de los más importantes deben mencionarse la profundidad de la inhumación, la calidad del ataúd y el tipo de suelo. Todos los cuerpos analizados fueron inhumados a una profundidad aproximada de entre 0,80m y 1m, en ataúdes de madera fina de calidad regular, lo cual facilitó el proceso de esqueletización, en un ambiente sedimentológico de textura limosa, composición mineralógica rica en material orgánico y consistencia blanda, con proporciones variables de arcillas y pobres condiciones de permeabilidad. Otros agentes

TABLA 1. Información general de la muestra relevada y de los resultados obtenidos para cada una de las variables analizadas

Sigla	Sexo	Edad (años)	% compl.	IF	DO	RA	EN	AN	AD	AL	IPE
CC01	M	47	2	0,14	3	NO	5	2	NO	1	14
CC11	M	63	3	0,28	3	SI	5	2	NO	1	14
CC17	M	33	5	1	2	SI	5	3	SI	2	4
CC22	M	74	3	0,2	3	NO	1	3	NO	2	9
CC23	M	55	4	1	2	NO	3	3	SI	2	9
CC24	F	72	4	0,5	2	NO	3	3	SI	2	9
CC36	F	49	5	0,67	2	SI	3	3	SI	2	9
CC43	F	77	2	0,14	3	NO	5	1	NO	2	9
CC50	M	67	4	0,33	3	SI	5	1	NO	2	14
CC54	F	86	4	0,5	2	NO	5	1	NO	2	9
CC58	M	87	2	0,07	3	NO	5	1	NO	2	14
CC64	M	80	4	0,28	2	NO	5	1	NO	2	8
CC65	F	89	4	0,5	3	NO	1,2	1	NO	2	8
CC69	F	92	1	0,05	4	NO	5	3	NO	2	10
CC70	F	86	3	0,33	3	NO	5	3	NO	2	10
CC76	M	56	4	0,17	2	NO	5	2	NO	1	14
CC78	M	71	5	1	1	SI	5	2	NO	1	13
CC80	M	76	3	0,05	3	NO	5	2	NO	1	16
CC84	M	60	3	0,11	4	SI	5	2	NO	1	13
CC90	F	56	4	0,67	2	NO	5	1	NO	2	8

Referencias: M: masculino; F: femenino; % compl.: porcentaje de completitud; IF: índice de fragmentación; DO: deterioro óseo; RA: raíces de árboles y arbustos; EN: envoltorio; AN: anegabilidad y saturación del terreno; AD: presencia de adipocira; AL: alcalinidad; IPE: intervalo post-entierro.

considerados constantes, fueron la humedad ambiental relativa (promedio anual mayor al 70%), la temperatura (promedio anual entre 11 y 24°C), el promedio de precipitaciones (entre 60 y 140mm mensuales) y la presión ambiental (alrededor de los 1013 milibares), de acuerdo con el Atlas Ambiental de Buenos Aires (AABA, 2010).

Se analizó el comportamiento de variables intrínsecas y extrínsecas. Para varias de ellas se desarrolló un protocolo de relevamiento y una categorización que permitió identificar las variaciones observadas con confiabilidad para posteriormente, evaluar la covariación de sus manifestaciones y distinguir tendencias para interpretar los patrones generales en el grado de preservación ósea.

Las variables relevadas se dividieron en tres grupos. El primero de ellos incluye aquellas relevadas en forma escópica en laboratorio, visualizando diferentes aspectos de los coxales. Se buscó mediante su estudio, dar cuenta del grado de alteración general de cada elemento. Otro conjunto de variables, se refiere a las características contextuales de la fosa en la que fue inhumado el cuerpo. En este caso el objetivo fue

describir mediante una variedad de indicadores, la intensidad de los agentes de perturbación y sus posibles causas. El último grupo incluye variables que se consideran básicas del perfil biológico de cada individuo (sexo y edad), así como el lapso de tiempo de inhumación.

Variables relevadas en los coxales

En cada elemento muestreado, se relevaron tres variables en forma macrosópica a ojo desnudo. Cuando se apreciaron diferencias tanto en un mismo coxal como entre los homólogos contralaterales, se consideró para asignar valor a la variable, el grado más alto observado. Tales variables son:

Porcentaje de completitud (% compl.; modificado de Gordon y Buikstra, 1981; Henderson, 1987; Lieverse et al., 2006). Esta variable evalúa la cantidad de tejido óseo presente y permite establecer la proporción de masa preservada y el grado de destrucción ósea. Las categorías en las que se dividió son las siguientes: 0=elemento ausente; 1=1-25% del elemento presente; 2=26-50%; 3=51-75%; 4=76-95%; 5=más del 95% (Fig. 2).

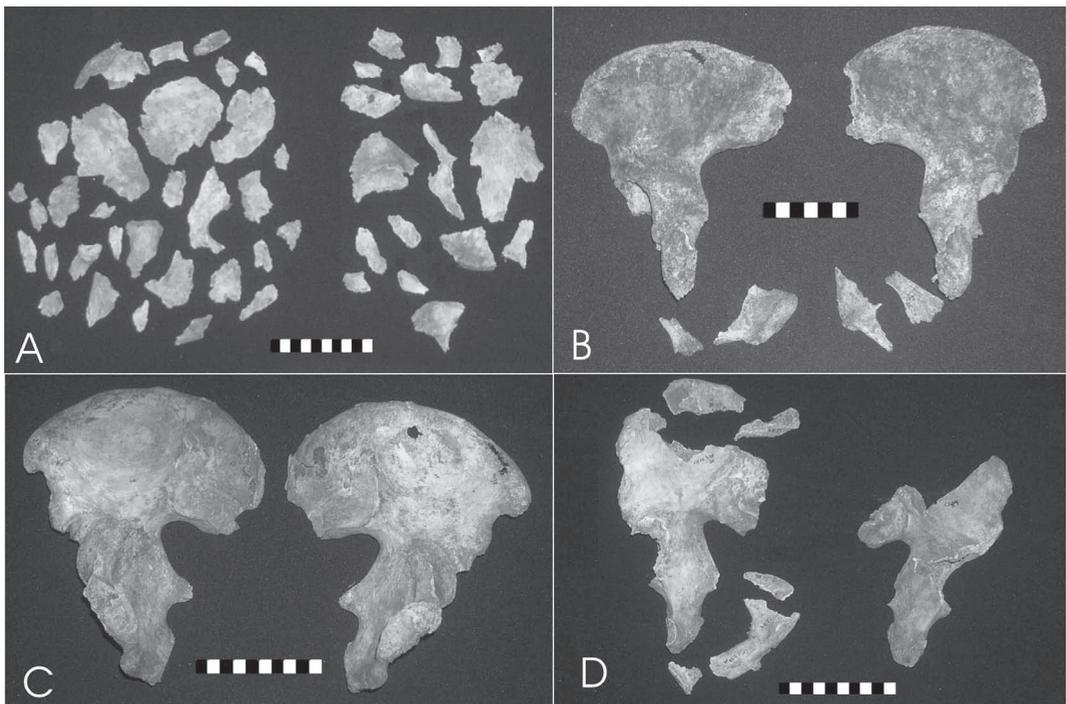


Fig. 2. Elementos que ejemplifican diferentes categorías de las variables relevadas en los coxales. Referencias: A: CC69 (% compl.=1; IF=0,05); B: CC70 (% compl.=3; IF=0,33); C: CC78 (% compl.=5; DO=1); D: CC84 (DO=4)

Índice de fragmentación (IF; Mondini, 2003; Lieverse et al., 2006; Luna, 2008). Esta variable permite conocer la intensidad de la fragmentación. Si bien en la mayoría de los análisis se considera a este índice como la razón entre el número mínimo de especímenes (NISP) y el número mínimo de elementos (MNE) (Lyman, 1984, 1994), se sigue en este trabajo la propuesta de Mondini (2003), quien sugiere aplicar la razón inversa MNE/NISP, la cual tiene la ventaja de variar entre 0 y 1. De esa manera su lectura es más sencilla, ya que cuanto mayor sea el valor obtenido, menor será la fragmentación del conjunto (Fig. 2).

Deterioro óseo (DO; modificado de Gordon y Buikstra, 1981). Esta variable evalúa la alteración macroscópica de la estructura trabecular y cortical del elemento (Lyman, 1984, 1994; Rodríguez, 1997). Pretende resumir el deterioro general ocasionado por diferentes agentes post-depositacionales, de manera de obtener información global sobre el grado de integridad ósea. Cada una de las categorías definidas describen aspectos de la integridad del elemento, desde un hueso intacto, sin modificaciones estructurales evidentes, hasta su destrucción masiva y se definen de la siguiente manera: 1=El aspecto que presenta la superficie cortical es suave. Se evidencia una buena preservación de la estructura ósea, con mínimo o nulo deterioro a nivel macroscópico; 2=Superficie cortical suave en gran parte del elemento, aunque algunos sectores acotados presentan destrucción parcial cortical y exposición de tejido esponjoso; 3=Superficie cortical rugosa, áspera y/o agrietada. Pérdida de parte de la estructura ósea externa; parte de los bordes suele presentar un grado inicial de erosión y pérdida cortical. Alteración mínima o nula de la trabécula; 4=Deterioro masivo de la superficie del hueso con pérdida de tejido y alta exposición de trabécula ósea (Fig. 2). Para asignar valor a esta variable en cada caso, se consideró el estado más representado en el elemento en términos de su superficie y volumen. Entre los elementos homólogos contralaterales se consideró el grado de deterioro más alto observado.

Variables contextuales

Se consideraron cinco variables relacionadas con las características específicas del

contexto de la inhumación. Muchos estudios han demostrado que el ambiente depositacional tiene un efecto profundo sobre las tasas de descomposición de los tejidos corporales (Weitzel, 2005; Jagers y Rogers, 2009), motivo por el cual resulta imprescindible identificarlas en cada caso, para poder establecer explicaciones confiables. Fueron relevadas en la ubicación misma de cada tumba, simultáneamente y con posterioridad a las actividades de recuperación de los restos y también realizando entrevistas a varios de los sepultureros que colaboraron con la extracción del sedimento depositado por encima de los ataúdes. La información por ellos brindada fue de fundamental importancia para definir con claridad la contextualización de los sectores de exhumación.

Presencia de raíces de árboles (hasta tres metros de distancia desde los límites de la tumba) y de arbustos (hasta un metro y medio) (RA). La acción de las raíces de árboles y arbustos es usualmente vista como uno de los principales agentes de destrucción ósea. Produce un incremento en la actividad microbiótica, penetran dentro de la cavidad medular y suelen fragmentar los huesos largos longitudinalmente y destruir por completo las epífisis (Nawrocki, 1995; Saul y Saul, 2002). También contribuyen fuertemente a la pérdida de colágeno y a la desmineralización ósea y pueden dejar marcas que siguen un patrón dendrítico en el cortical (Behrensmeyer, 1978; Lyman, 1994). Este agente produce una destrucción diferencial, dependiendo de la cantidad de raíces que actúan sobre el esqueleto, así como también de su diámetro. En algunos casos se ha documentado que las raíces muy pequeñas pueden formar una malla que al recubrir los huesos, actúa eliminando el colágeno pero al mismo tiempo preservando su morfología y disminuyendo de esa manera, el deterioro de los restos (Buikstra y Ubelaker, 1994; Saul y Saul, 2002). Ambas situaciones tienen un impacto importante en el grado de preservación de las muestras osteológicas, influyendo significativamente en su integridad.

Presencia de envoltorio (EN). Se trata de otro aspecto poco analizado pero que parece influir fuertemente en la velocidad y características del proceso de descomposición corporal y deterioro óseo. Los diferentes tipos de envoltorio pueden producir un profundo efecto sobre

los cambios corporales postmortem, ya que las partes cubiertas suelen presentar una preservación mucho mejor, entre otros aspectos porque se favorece la formación de adipocira (ver más abajo) y se impide el contacto directo del tejido óseo con factores ambientales, tales como el sedimento o las raíces (Mant, 1987). Dentro de esta variable, se incluye cualquier tipo de material (exceptuando el ataúd) que pueda haber contribuido a acelerar el perfil biológico de cada individuo y lentificar el proceso de deterioro del cuerpo. Las categorías consideradas fueron las siguientes: 1=mortaja; 2=vestimenta personal; 3=bolsa plástica procedente de la morgue; 4=otros; 5=ninguno. La presencia de vestimenta suele producir una disminución de los efectos del entorno, dificultando el accionar de los agentes postdepositacionales y evitando el contacto directo con el sedimento. Por eso, indirectamente su presencia suele contribuir a la preservación ósea (Janaway, 2002, 2008; Krenzer, 2006).

Aneabilidad y saturación del terreno (AN). Los porcentajes y la fluctuación de la humedad del sedimento, son factores que pueden alterar en forma dramática tanto la velocidad del proceso de descomposición, como los grados de preservación ósea. Estas variables están relacionadas tanto con la altura del terreno como con la permeabilidad del sedimento. Los suelos arenosos son muy permeables, drenan con rapidez y facilitan el proceso de esqueletización cadavérica, mientras que los suelos que contienen altos porcentajes de materiales arcillosos, tienden a reducir la velocidad de descomposición, inhibiendo la actividad de organismos aeróbicos (Hopkins et al., 2000). A su vez, en los terrenos relativamente bajos y con un drenaje pobre, las lluvias tienden a acumularse, ocasionando un ambiente de mayor humedad que puede saturarse recurrentemente con cada lluvia. Otro factor importante se relaciona con los ciclos de mojado y secado del entorno cadavérico, los cuales tienen un impacto muy importante sobre el proceso de descomposición, a medida que la secuencia se repite (Hedges y Millard, 1995; Gill-King, 1997; Nielsen-Marsh y Hedges, 2000; Nielsen-Marsh et al., 2000; Hopkins, 2008). Dado que el agua sirve de medio para el intercambio de iones minerales entre el hueso y los componentes inorgánicos del

suelo que lo rodea (diagénesis), a mayor circulación de agua y variaciones temporales en los niveles de humedad del sedimento, mayor será la degradación de los componentes minerales del hueso. Por el contrario, en ambientes continuamente saturados en agua, el intercambio de oxígeno disminuye y la preservación de tejido óseo es mucho mayor. Teniendo en cuenta estos factores, los períodos de descomposición del cuerpo fluctúan fuertemente; en promedio, ésta puede producirse en un suelo seco y arenoso en alrededor de 6-7 años, mientras que en terrenos húmedos y anegables, ese lapso puede llegar a los 9-10 años e inclusive a los 15-20 años (Krenzer, 2006). Para la categorización de esta variable fue fundamental la información de personal del cementerio, contribuyendo a delimitar los espacios más elevados y por lo tanto no anegables, los intermedios y los más bajos y anegables. También se tuvieron en cuenta los datos disponibles en el Atlas Ambiental de Buenos Aires (AABA, 2010). Esta variable se categorizó de la siguiente manera: 1=terrenos que no se anegan ni se saturan; 2=terrenos que se anegan y saturan cuando ocurren precipitaciones fuertes pero que tienen un buen drenaje (en estos casos, la característica principal es la variación recurrente entre ciclos húmedos y secos del sedimento); 3=terrenos que se anegan y saturan con escaso drenaje, en los que predomina el ambiente sedimentario con altas tasas de humedad, sin fluctuaciones importantes.

Presencia de adipocira (AD). La adipocira es una sustancia gris-blancuecina anaeróbica que procede de la saponificación de los tejidos blandos en los cadáveres que han permanecido largo tiempo en el agua o enterrados en sitios húmedos y con bajas tasas de intercambio de oxígeno (Mant, 1987; Micozzi, 1991; Fiedler et al., 2009; Fründ y Schoenen, 2009; Liu et al., 2010). También pueden contribuir a su formación, la naturaleza del terreno y la asociación con algún tipo de vestimenta (O'Brien, 1997; Forbes et al., 2005a, b; O'Brien y Kuehner, 2007; Ubelaker y Zarenko, 2011). La adipocira está compuesta principalmente por ácidos grasos saturados y ácidos esteáricos y palmíticos (Duraes et al., 2010) y su presencia puede prolongarse significativamente en el tiempo, contribuyendo a retardar el proceso de descomposición y a preservar el esqueleto (Clark et al., 1997; Janaway, 2002;

Sibón Olano et al., 2004; Tibbett y Carter, 2008; Fründ y Schoenen, 2009). Esto lleva a considerar, como un aspecto muy importante, que el contexto ambiental influye significativamente en el tipo y las tasas de descomposición cadavérica (Bell et al., 1996). En contextos en los cuales existe una reducción del intercambio de oxígeno ambiental, la formación de adipocira es un proceso que ofrece importante información contextual (Mant, 1987). Por ejemplo, Duraes et al. (2010) pudieron establecer, analizando las tasas de formación de adipocira en cuatro ambientes sedimentológicos diferentes, que el efecto variable de la acción de estos sedimentos está directamente relacionado con su proporción de permeabilidad, es decir, que el contenido de agua de los sedimentos es un factor crucial en la formación de adipocira. Para este trabajo se considera que esta variable puede explicar un porcentaje importante de la variación observada en los grados de descomposición ósea; a estos efectos se la categorizó en términos dicotómicos como presente o ausente.

Alcalinidad (AL). Los valores del pH del sedimento que contiene a los cuerpos, pueden tener un efecto importante en las tasas de descomposición y en el grado de erosión ósea (Jaggers y Rogers, 2009; para una opinión contraria, ver Mant, 1987). Por término general, los suelos básicos tienden a preservar los restos biológicos mucho mejor que los suelos ácidos (Gordon y Buikstra, 1981; Rodríguez Cuenca, 1994; Gill-King, 1997; Ubelaker, 1999; Krenzer, 2006). Además, durante el proceso de descomposición, el sedimento que contiene a los cuerpos se torna significativamente más ácido (Hopkins et al., 2000), por lo que la preexistencia de restos orgánicos en el lugar de entierro, consecuencia de su uso reiterado para la depositación de cuerpos, intensifica la velocidad de descomposición debido al aumento de la biomasa asociada al sedimento. A su vez, la alta densidad de microorganismos (principalmente bacterias) que caracteriza a los sedimentos en cementerios, suele aumentar sustancialmente la acidez (Janaway, 1987; Balzer et al., 1997). La acidez está, además, asociada con suelos lixiviados y con altas precipitaciones, mientras que la alcalinidad se manifiesta principalmente en regiones secas, aunque también depende de la absorción de la acidez por la vegetación y la biomasa microbiana (Tibbett y Carter, 2008).

Los datos de esta variable fueron relevados, teniendo en cuenta la información disponible en el Atlas Ambiental de Buenos Aires (AABA, 2010); la misma fue categorizada como 1=alta (pH básico o neutro, mayor o igual a 7) y 2=baja (pH ácido, menor a 7).

Otras variables

Otras tres variables incluyen información directa que puede ser fehacientemente relevada de las licencias de defunción de cada uno de los esqueletos exhumados. Por ese motivo, son de suma importancia para realizar comparaciones con los datos relevados de las anteriormente definidas.

Intervalo post-entierro (IPE). Esta variable es definida como la cantidad de años transcurridos entre la fecha de entierro y la de exhumación. Se esperaría que cuanto mayor sea el período de inhumación, mayor destrucción deberá observarse en el esqueleto analizado.

Sexo y edad. Son consideradas dos variables importantes ya que en trabajos anteriores se ha demostrado que ambas influyen significativamente en el grado de preservación de los huesos (Walker, 1995; Merbs, 1997; Bello et al., 2006). Dado que la muestra analizada en este trabajo contiene un alto porcentaje de individuos adultos maduros y seniles, uno de los factores que probablemente esté afectando la preservación ósea podría ser la presencia de osteoporosis, la cual suele estar asociada con esos rangos de edad. De todas formas, esta patología sólo puede ser por el momento evaluada indirectamente, teniendo en cuenta la edad de muerte, ya que no se dispone de las historias clínicas de los individuos analizados.

Durante el desarrollo de los análisis, se realizaron pruebas estadísticas y se confeccionaron gráficos bivariados para obtener una visualización inicial de la relación entre pares de variables. Éstas fueron comparadas mediante pruebas de X^2 para evaluar estadísticamente su independencia. En los casos en los que se identificó asociación entre pares, se realizaron análisis para medir el grado de asociación y establecer cuáles de ellas estarían altamente correlacionadas entre sí. También se aplicaron estos estadísticos en aquellos casos en los que la inspección directa de los resultados y/o el análisis gráfico, muestra-

ron probables asociaciones. Dependiendo del tipo de variable, se utilizaron diferentes pruebas estadísticas: el Coeficiente de Correlación de Pearson (r) para variables de intervalo o de razón, las medidas Gamma (γ) y D de Somers para variables ordinales y V de Cramer para variables nominales (Norman y Streiner, 1992), utilizando el programa SPSS 15.0.

RESULTADOS

Si bien algunas de las secciones del cementerio (17, 18 y 20; Fig. 1) de las cuales se exhumó la muestra analizada en este trabajo son contiguas entre sí, las variables relevadas presentaron variaciones importantes en la mayoría de los casos. Dentro del perímetro del cementerio, el terreno presenta una pendiente decreciente desde noroeste hacia el sudeste, cuya altura entre cotas oscila entre los 20msnm en su parte más alta (Av. Elcano) y los 15msnm en su parte más baja, contra el paredón de la Av. Jorge Newbery (Fig. 1). El área más elevada del cementerio se ubica en el sector sudoeste y corresponde a la zona del crematorio. Desde allí, el terreno desciende con una mayor pendiente hacia el sur, sector que se caracteriza por su gran anegabilidad. En relación con los intereses del presente estudio, existe una franja de terreno definida como anegable y saturable que atraviesa todo el cementerio (secciones 2, 3, 7, 11 y 15 y mitad este de la sección 4). Ese mismo sector presenta valores de pH mayores a 7. Por otro lado, teniendo en cuenta las entrevistas con los sepultureros, los terrenos correspondientes a la sección 15 se anegan y saturan sistemáticamente después de cada lluvia intensa, pero dado que presentan un buen drenaje, el agua se escurre con bastante rapidez. De esta manera, se pueden identificar importantes variaciones temporales entre momentos de suelo saturado en humedad y períodos más o menos prolongados de suelo seco. Por el contrario, gran parte de las secciones 17, 18 y 20 suelen permanecer subsuperficialmente saturadas por largos períodos de tiempo. El resto del terreno perteneciente al cementerio puede definirse como no saturable y en general tiene valores de pH menores a 7.

Respecto de la presencia de raíces, las zonas del cementerio relevadas para este trabajo son variables en lo que se refiere a la densidad

vegetal y a las especies dominantes. En algunos casos, las sepulturas no estaban espacialmente asociadas con vegetación de ningún tipo (árboles, arbustos y malezas), mientras que en otros se identificaron árboles inmediatamente al costado de la sepultura, así como también arbustos, enredaderas y pastos crecidos. En lo que respecta a las especies identificadas, predominan en los casos analizados en este trabajo el ciprés (*Cupressus sempervirens*), el pino (*Pinus sp.*) y varios tipos de enredaderas.

La Tabla 2 incluye los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas a cada par de variables. La información generada permite observar algunas tendencias de asociación entre variables. Entre las asociaciones previamente esperadas y teniendo en cuenta toda la muestra, la edad de muerte actuó en este caso como un condicionante del deterioro óseo (DO) ($\gamma=0,758$; $p=0,000$), es decir que los individuos más longevos presentan porcentajes mayores de alteración en la estructura ósea. Cabe destacar que, comparando estos datos en función del sexo de los individuos, los femeninos se ven más afectados en ese proceso ($\gamma=0,714$; $p=0,030$) que los masculinos. A su vez, el deterioro óseo (DO) aparece como fuerte e inversamente relacionado con la presencia de adipocira (AD) ($D=-0,706$, $p=0,000$; $\gamma=-0,833$, $p=0,000$), lo que implica que la perduración de tejidos blandos en descomposición actuó disminuyendo la tasa de destrucción ósea. Los valores no significativos de X^2 entre edad y adipocira descartan en principio, la posibilidad de que a medida que aumenta la primera disminuye la manifestación de la segunda y en consecuencia su efecto protector. También la presencia de adipocira (AD) se manifiesta con mayor frecuencia en aquellos contextos sedimentológicos que se caracterizan por una anegabilidad y saturación (AN) no intermitente, para todos los individuos ($V_{Masc}=0,722$, $p=0,002$; $V_{Fem}=0,777$, $p=0,003$; $V_{Total}=0,772$, $p=0,057$). Por último, se identificó una asociación alta del porcentaje de completitud (% compl.) tanto con el índice de fragmentación (IF) como con el deterioro óseo (DO), aunque de diferente manera. Si bien en ambos casos involucra exclusivamente a los individuos femeninos, en el primero la relación entre las variables es positiva ($r=0,96$, $p=0,000$), mientras que en el segundo es negativa ($D=-0,791$, $p=0,000$; $\gamma=-0,989$, $p=0,000$).

TABLA 2. Resultados estadísticos de las pruebas de X^2 para evaluar la independencia de las variables ($p = 0,05$) y de las pruebas de asociación

	X^2	p	Dif. Sig.	Estadístico	M	F	Total
% compl. vs. sexo	2,77	0,59	NO	-	-	-	-
% compl. vs. edad	76,75	0,21	NO	-	-	-	-
% compl. vs. IF	107,38	0,02	SI	r	0,781 (0,000)	0,96 (0,000)	0,781 (0,000)
% compl. vs. DO	34,39	0,79	NO*	D	-0,215 (0,440)	-0,791 (0,000)	-0,465 (0,021)
				γ	-0,313 (0,440)	-0,989 (0,000)	-0,636 (0,021)
% compl. vs. RA	10,11	0,03	SI	V	0,632 (0,185)	1 (0,052)	0,711 (0,034)
% compl. vs. EN	7,60	0,81	NO	-	-	-	-
% compl. vs. AN	11,75	0,05	NO*	D	0,2 (0,002)	-0,63 (0,454)	0,6 (0,003)
				γ	0,257 (0,081)	-0,772 (0,077)	0,075 (0,069)
% compl. vs. AD	4,83	0,99	NO	-	-	-	-
% compl. vs. AL	3,76	0,43	NO	-	-	-	-
% compl. vs. IPE	44,57	0,93	NO	-	-	-	-
IF vs. sexo	2,42	0,56	NO	-	-	-	-
IF vs. edad	176,66	0,34	NO*	r	-0,445 (0,087)	-0,709 (0,064)	-0,442 (0,050)
IF vs. DO	32,63	0,75	NO*	D	-0,625 (0,144)	-0,92 (0,000)	-0,631 (0,003)
				γ	-0,497 (0,144)	-0,899 (0,000)	-0,601 (0,003)
IF vs. RA	9,68	0,46	NO	-	-	-	-
IF vs. EN	32,00	0,36	NO	-	-	-	-
IF vs. AN	17,06	0,64	NO	-	-	-	-
IF vs. AD	11,69	0,92	NO	-	-	-	-
IF vs. AL	9,68	0,46	NO	-	-	-	-
IF vs. IPE	61,77	0,79	NO	-	-	-	-
IPE vs. DO	72,83	0,98	NO	-	-	-	-
DO vs. sexo	3,85	0,27	NO	-	-	-	-
DO vs. edad	57,63	0,02	SI	D	0,409 (0,013)	0,556 (0,030)	0,51 (0,000)
				γ	0,659 (0,013)	0,714 (0,030)	0,758 (0,000)
DO vs. RA	3,06	0,38	NO	-	-	-	-
DO vs. EN	7,37	0,59	NO	-	-	-	-
DO vs. AN	5,45	0,48	NO	-	-	-	-
DO vs. AD	7,90	0,04	SI	D	-	-	-0,706 (0,000)
				γ	-	-	-0,833 (0,000)
DO vs. AL	3,92	0,26	NO	-	-	-	-
DO vs. IPE	72,83	0,98	NO	-	-	-	-
RA vs. AD	8,54	0,64	NO	-	-	-	-
RA vs. AL	4,55	0,98	NO	-	-	-	-
AD vs. AL	1,38	0,23	NO	-	-	-	-
EN vs. AD	4,63	0,99	NO	-	-	-	-
AN vs. AD	8,26	0,04	SI	V	0,722 (0,002)	0,777 (0,003)	0,772 (0,057)
AD vs. AL	6,57	0,63	NO	-	-	-	-
AD vs. edad	20,00	0,27	NO	-	-	-	-

Referencias: % compl.: porcentaje de completitud; IF: índice de fragmentación; DO: deterioro óseo; RA: raíces de árboles y arbustos; EN: envoltorio; AN: anegabilidad; AD: presencia de adipocira; AL: alcalinidad; IPE: intervalo post-entierro; r : coeficiente de correlación de Pearson; D : D de Somers; γ : medida Gamma; V : V de Cramer; *: en estos casos se aplicaron las pruebas de asociación ya que la observación de los resultados y el análisis gráfico mostraron probables asociaciones. Las cifras entre paréntesis indican los valores de probabilidad de las asociaciones.

Resulta llamativa la ausencia de la asociación esperada previamente entre algunas variables, destacándose la mayoría de las analizadas en relación con el índice de completitud (% compl.), el índice de fragmentación (IF) y el deterioro óseo (DO). Esta tendencia indica que las tres variables relevadas en los coxales no estarían en general, pautadas por los mismos procesos de alteración. De todas formas, se observan diferencias en algunas asociaciones en función del sexo: el porcentaje de completitud presenta una asociación fuerte con la anegabilidad y saturación del terreno solamente entre los individuos femeninos ($\gamma=-0,772$; $p=0,077$), de la misma forma que ocurre con la correlación entre el índice de fragmentación (IF) tanto con la edad ($r=-0,709$; $p=0,064$), como con el deterioro óseo (DO) ($D=-0,920$, $p=0,000$; $\gamma=0,899$, $p=0,000$). También se observa una correlación negativa y alta entre la edad de muerte y el índice de fragmentación (IF) exclusivamente para los femeninos ($r=-0,709$; $p=0,064$), lo cual indica que la primera de esas variables afectó en forma significativa la preservación de los restos óseos.

Por último, cabe destacar un dato no esperado, derivado de la comparación entre el porcentaje de completitud y la presencia de raíces. La información previa permitió establecer como expectativa, que la acción de las raíces, por su carácter fundamentalmente destructor, debería estar asociada con una baja completitud de cada elemento. De todas formas, en este caso se observa una asociación positiva entre ambas variables ($V=0,711$; $p=0,034$) y especialmente entre los individuos femeninos ($V=1$; $p=0,052$). Asimismo, el análisis visual de los resultados indica que la presencia de raíces está asociada con valores altos de completitud.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La relación entre la preservación de los tejidos óseos y la acción de agentes postdeposicionales implica una dinámica compleja de procesos y causas interactuantes, que involucran factores tanto físicos como químicos e intrínsecos como extrínsecos (Henderson, 1987; Haglund y Sorg, 1997, 2002; Bristow et al., 2011). En este trabajo se han identificado tendencias que sugieren la acción de algunos agen-

tes específicos, al mismo tiempo que la ausencia de asociación de numerosas variables también aporta información interesante para contrastar con modelos previos generados por diversos autores. Las tendencias identificadas deben ser consideradas como hipótesis a poner a prueba en el futuro con una muestra de mayor tamaño que incluya esqueletos ubicados en emplazamientos con características contextuales más diversas.

Los resultados respecto de la influencia de la edad de muerte sobre el deterioro óseo coinciden con lo planteado por Walker et al. (1988) y Bello et al. (2006), entre otros, quienes proponen que para los adultos maduros la incidencia de la osteoporosis los hace más susceptibles a la desintegración (Jackes, 1992; Walker, 1995). Estas consideraciones cobran especial relevancia dado que las asociaciones son más fuertes entre los individuos femeninos, especialmente susceptibles al desarrollo de esa patología en etapas postmenopáusicas (Brickley e Ives, 2008).

Pudo comprobarse que la inhumación en sectores que se saturan sistemáticamente de humedad con las precipitaciones, en los cuales la variación temporal en la humedad del sedimento es baja, favorece la aparición de adipocira y en consecuencia, el mantenimiento de la estructura ósea. Por el contrario, en terrenos no anegables existe una tendencia hacia la preservación de la morfología ósea, aunque durante los trabajos de exhumación se detectaron numerosos casos en los que los huesos presentaban una importante pérdida de su densidad, lo cual podría ser consecuencia del gran intercambio de oxígeno producido con su entorno, aunque no se han realizado hasta el momento análisis específicos al respecto. Por último, los esqueletos que fueron inhumados en parcelas que se saturan intermitentemente, son los que presentan los grados de destrucción ósea más altos, situación seguramente derivada de la importante variación en la humedad relativa del sedimento. De esta forma, es posible sugerir que la fluctuación de los niveles de humedad del sedimento, fue un factor que afectó fuertemente en contra de la preservación del tejido óseo. En términos estadísticos estas consideraciones quedan sustentadas por la alta asociación entre el deterioro óseo y la presencia de adipocira por un lado y la anegabilidad por otro, así como también entre esta última y

el porcentaje de completitud. Por otra parte, la bolsa plástica procedente de la morgue que en ocasiones envuelve a los cuerpos en el momento de la inhumación en este cementerio, contribuyó significativamente al mantenimiento de niveles altos y relativamente constantes de humedad en los restos humanos y su entorno más cercano, favoreciendo la formación de adipocira y en consecuencia, la preservación ósea.

Durante los trabajos de exhumación fue posible documentar de qué manera y con qué intensidad las raíces afectan la estructura de los huesos. Las alteraciones producidas son muy variables, desde marcas dendríticas superficiales, hasta la destrucción prácticamente total del hueso. El primero de estos casos está asociado con una importante disminución de la densidad ósea y con el mantenimiento de la morfología. Para el segundo de los casos, las raíces penetraron en algunos huesos, ejerciendo fuertes presiones desde el interior. Las tumbas que contenían huesos con estas características estaban asociadas con la presencia de árboles cuyas raíces tenían un radio de acción máximo de alrededor de tres metros. Un aspecto interesante identificado en esta investigación, es la importante asociación positiva identificada entre el porcentaje de completitud y la presencia de raíces. Pudo observarse que los huesos más completos están asociados a la acción de las raíces, es decir que este último factor actuó preservando la integridad ósea, en contraposición con la tendencia general identificada en otros trabajos (i.e. Nawrocki, 1995; Saul y Saul, 2002). Se sugiere que existirían diferentes tipos de acción de este agente postdeposicional, los cuales podrían ser incluidos en tres categorías: mecánica, química y envolvente. La primera de ellas sería producida principalmente por las raíces que tienen mayor capacidad de penetración, contribuyendo en gran medida a la destrucción ósea; en este caso corresponderían a las que tienen un diámetro mayor a 1cm aproximadamente. La segunda es generada, con intensidades variables, por todos los tipos de raíces y no se produce exclusivamente mediante su contacto directo con el hueso, sino que actúa también a distancia, ya que la absorción de nutrientes incluidos en el sedimento circundante produce intercambios químicos importantes. Este punto es recurrentemente mencionado por los sepultureros del cementerio. Por último, las raíces de pequeño tamaño suelen envolver, pero no pe-

netrar los restos óseos, en cuyo caso favorecen la preservación morfológica. Cabe destacar que el ciprés, árbol que aparece usualmente asociado con las inhumaciones, posee raíces relativamente finas, que forman especies de mallas que envuelven los elementos presentes incluidos en el sedimento y prácticamente no los penetran.

La ausencia de asociaciones entre la mayoría de las comparaciones que involucran al índice de completitud, al índice de fragmentación y al deterioro óseo cuando se agrupan ambos sexos, podría estar indicando la necesidad de introducir algunas modificaciones en el diseño observacional y/o aumentar la cantidad de variables a analizar. De todas formas, esto sólo podrá ser clarificado con un aumento de la cantidad y variedad de parcelas estudiadas, siguiendo el presente protocolo de relevamiento. Lo mismo puede decirse de la no esperada asociación identificada entre el porcentaje de completitud y la presencia de raíces, aunque en este caso existen algunos antecedentes que sustentarían los resultados obtenidos (Nawrocki, 1995; Saul y Saul, 2002). En relación con la presencia de cipreses en las cercanías de las sepulturas, las observaciones efectuadas durante las exhumaciones permitieron sugerir como hipótesis que la acción protectora de las raíces de ese árbol sería producida principalmente por su capacidad para disminuir la humedad del sedimento en estrecha relación con los huesos, es decir que estaría vinculada más que con la relación directa entre las raíces y los restos, con la capacidad de algunas de las especies vegetales de controlar los niveles de humedad del sedimento y compensar las mencionadas fluctuaciones en sus niveles. Este aspecto surge como un tema interesante para un análisis a futuro.

De especial relevancia son las asociaciones presentes sólo entre individuos femeninos, las cuales indicarían que los huesos de las mujeres se verían más afectados por los agentes postdeposicionales debido a sus características intrínsecas. Como se mencionó anteriormente, la pérdida de densidad ósea usualmente identificada en las mujeres postmenopáusicas podría ser una posible causa de las diferencias observadas. Cabe destacar además, que ninguna asociación significativa se observó entre la prevalencia de las variables contextuales y las relevadas en los coxales para los individuos masculinos, corroborando estas interpretaciones. La asociación entre

el índice de fragmentación y el deterioro óseo es especialmente alta entre las mujeres, indicando que los procesos de destrucción se produjeron tanto en la fragmentación como en la preservación estructural. Además, la edad de muerte es un factor importante, a diferencia de lo que ocurre con los individuos masculinos. En definitiva, puede afirmarse que la integridad ósea se veía diferencialmente afectada en función del sexo de cada individuo, según sus características estructurales intrínsecas, dependiendo de las tasas diferenciales en los procesos de disminución de la densidad mineral ósea. También se identificó una asociación relativamente alta entre el deterioro y la edad de muerte indicando de manera similar, que la desmineralización habitualmente presente entre los individuos adultos maduros y seniles, también habría tenido un impacto importante sobre los grados de preservación ósea.

Las tendencias observadas presentan nuevos interrogantes para analizar en el futuro, teniendo en cuenta principalmente las asociaciones esperadas y no encontradas, así como también las identificadas pero no previstas. En este sentido, la línea de investigación iniciada en este trabajo permite afinar las interpretaciones acerca de las variaciones en los procesos y grados de preservación ósea, contribuyendo a las investigaciones bioarqueológicas y forenses con datos primarios de sumo interés. Evidentemente, las características de los restos esqueléticos identificadas en el momento de la excavación están influenciadas por aspectos tanto del contexto de inhumación como de los individuos en sí mismos y de las prácticas mortuorias. El aumento del tamaño muestral en futuros análisis permitirá poner a prueba la fortaleza de las tendencias observadas en este trabajo, especialmente las implicancias del sexo, la anegabilidad y la acción de las raíces. De forma similar, surgen interrogantes en relación con la supuesta ausencia de asociación entre el intervalo post-entierro y los valores pH con los grados de preservación ósea, ya que estas son variables que se esperaría que incidan de alguna manera en ellos.

Este trabajo intenta ser un aporte para la generación de información actualística que contribuya a establecer inferencias arqueológicas confiables sobre la variación de los grados de preservación de restos humanos. Se observan diferencias importantes en los grados de preservación de los

entierros, a pesar de que se encontraban depositados en un área relativamente reducida y de que el intervalo post-entierro máximo es, desde una perspectiva arqueológica, muy acotado. Los datos generados deberán ser mejorados a través del análisis de inhumaciones recuperadas de contextos ambientales más heterogéneos y de la inclusión de nuevas variables. Entre los objetivos a largo plazo, se destacan analizar específicamente los grados de incidencia de los diferentes tipos de agentes postdeposicionales sobre la alteración estructural de las porciones óseas del coxal, usualmente utilizadas para estimar la edad de muerte y determinar el sexo, incorporar nuevos elementos óseos en el análisis e incluir aspectos adicionales de relevamiento (estudios radiográficos, de densidad mineral ósea, de entomofauna, contenido de colágeno, etc.). Por estos motivos, este trabajo sólo pretende ser un avance inicial de una investigación que se encuentra en sus inicios.

AGRADECIMIENTOS

A Luis Bosio y Luis Fondebrider, generadores del proyecto. A la Dirección y Personal del Cementerio de la Chacarita por su buena predisposición y ayuda en las distintas etapas de este trabajo, en especial a la Directora de la institución, Olga Stancato, al ex Director Ángel Grimaldi, a la Jefa de la Sección Sepulturas, Rosa Ozán, al personal del Archivo, Hernán Cortéz, Beatriz Anchaval y Adrián Barilari y a todos los sepultureros (principalmente a Carlos Solís y Alberto Fernández por brindarnos valiosa información contextual). Agradecemos la valiosa colaboración de los estudiantes que participaron a lo largo de los años en las tareas de exhumación y laboratorio. A Paula Villegas por su ayuda en el procesamiento de la información y en la confección de los gráficos y a Marien Béguelin por sus sugerencias sobre el procesamiento estadístico. A Mercedes Salado Puerto, Ricardo Guichón y dos evaluadores anónimos por sus interesantes comentarios y oportunas sugerencias sobre este trabajo.

LITERATURA CITADA

AABA 2010. Atlas ambiental de Buenos Aires. <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/> (Última fecha de ingreso: 3 de marzo de 2012).

- Balzer A, Gleixner G, Grupe G, Schmidt HL, Schramm S. 1997. Turban-Just, in vitro decomposition of bone collagen by soil bacteria: the implications for stable isotope analysis in archaeometry. *Archaeometry* 39:415-429.
- Behrensmeyer AK. 1978. Taphonomic and ecological information from bone weathering. *Paleobiology* 4(2):150-162.
- Bell L, Skinner M, Jones S. 1996. The speed of postmortem change to the human skeleton and its taphonomic significance. *For Sci Int* 82:129-140.
- Bello S, Thomann A, Signoli M, Dutour O, Andrews P. 2006. Age and sex bias in the reconstruction of past population structures. *Am J Phys Anthropol* 129:24-38.
- Boddington A, Garland A, Janaway R. 1987. Death, decay and reconstruction. Approaches to archaeology and forensic science. Londres: Biddles Ltd., Guilford and King's Lynn.
- Bosio L, García Guraieb S, Luna L, Aranda C. 2009. Proyecto Chacarita: conformación y estudio de una osteoteca de referencia para la ciudad de Buenos Aires. Puerto Madryn: Novenas Jornadas Nacionales de Antropología Biológica. p 65.
- Brickley M, Ives R. 2008. The archaeology of metabolic bone disease. Oxford: Academic Press.
- Bristow J, Simas Z, Randolph-Quinney P. 2011. Taphonomy. En: Black S, Ferguson E, editores. *Forensic anthropology 2000 to 2010*. Boca Ratón: CRC Press. p 279-318.
- Buikstra J, Ubelaker D. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville, Arkansas: Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44.
- Clark MA, Worrell MB, Pless JE. 1997. Postmortem change in soft tissues. En: Haglund WD, Sorg MH, editores. *Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains*. Boca Raton: CRC Press. p 151-164.
- Duraes N, Cortez D, Algarra M, Sánchez F, Rodríguez-Borges JE, Bobos I, Esteves da Silva J. 2010. Comparison of adipocere formation in four soil types of the Porto (Portugal) district. *For Sci Int* 195:168.e1-168.e6.
- Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M. 1980. Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. *J Hum Evol* 9:517-549.
- Fiedler S, Buegger F, Klaubert B, Zipp K, Dohrmann R, Witteyer M, Zarei M, Grawf M. 2009. Adipocere withstands 1600 years of fluctuating groundwater levels in soil. *J Arch Sci* 36:1328-1333.
- Forbes S, Stuart B, Dent B. 2005a. The effect of the burial environment on adipocere formation. *For Sci Int* 154:24-34.
- Forbes S, Stuart B, Dent B. 2005b. The effect of the method of burial on adipocere formation. *For Sci Int* 154:44-52.
- Fründ HC, Schoenen D. 2009. Quantification of adipocere degradation with and without access to oxygen and to the living soil. *For Sci Int* 188:18-22.
- Galloway A. 1997. The process of decomposition: a model from Arizona-Sonoran desert. En: Haglund WD, Sorg MH, editores. *Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains*. Boca Raton: CRC Press. p 139-150.
- Gill-King H. 1997. Chemical and ultrastructural aspects of decomposition. En: Haglund WD, Sorg MH, editores. *Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains*. Boca Raton: CRC Press. p 93-108.
- Gordon C, Buikstra J. 1981. Soil pH, bone preservation, and sampling bias at mortuary sites. *Am Ant* 46(3):566-571.
- Haglund WD, Sorg MH. 1997. *Forensic taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton: CRC Press.
- Haglund WD, Sorg MH. 2002. *Advances in forensic taphonomy: method, theory, and archaeological perspectives*. Boca Raton: CRC Press.
- Hedges REM, Millard AR. 1995. Bones and groundwater: towards the modeling of diagenetic processes. *J Arch Sci* 22:155-164.
- Henderson J. 1987. Factors determining the state of preservation of human remains. En: Boddington A, Garland A, Janaway R, editores. *Death, decay and reconstruction. Approaches to archaeology and forensic science*. Londres: Biddles Ltd., Guilford and King's Lynn. p 43-54.
- Hopkins DW. 2008. The role of soil organisms in terrestrial decomposition. En: Tibbett M, Carter D, editores. *Soil analysis in forensic taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains*. Nueva York: CRC Press. p 53-66.
- Hopkins DW, Wiltshire PE, Turner BD. 2000. Microbial characteristics of soils from graves: An investigation at the interface of soil microbiology and forensic science. *Appl Soil Ecol* 14:283-288.
- Jacks M. 1992. Paleodemography: problems and techniques. En: Saunders S, Katzemberg M, editores. *Skeletal biology of past peoples: research methods*. Nueva York: Wiley Liss. p 189-224.
- Jagers K, Rogers T. 2009. The effects of soil environment on postmortem interval: a macroscopic analysis. *J For Sci* 54(6):1217-1222.
- Janaway RC. 1987. The preservation of organic materials in association with metal artifacts deposited in inhumation graves. En: Boddington A, Garland AN, Janaway R, editores. *Death, decay and reconstruction*. Manchester: Manchester University Press. p 127-148.
- Janaway RC. 2002. Degradation of clothing and other dress materials associated with buried bodies of both archaeological and forensic interest. En: Haglund WD, Sorg MH, editores. *Advances in forensic taphonomy: method, theory and archaeological perspectives*. Boca Raton: CRC Press. p 379-402.
- Janaway RC. 2008. The decomposition of materials associated with buried cadavers. En: Tibbett M, Carter D, editores. *Soil analysis in forensic taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains*. Nueva York: CRC Press. p 153-202.
- Krenzer U. 2006. Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico. Tomo VII: Cambios postmortem. Guatemala: Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas.
- Kullock T, Miranda P, Killian Galván V, Salvarredy A, Rizzo F, Aranda C, Luna L, García Guraieb S. 2009. Metodología para la recuperación y tratamiento de restos óseos humanos: conformación de una muestra osteológica de referencia de la población actual de Buenos Aires. Puerto Madryn: Novenas Jornadas Nacionales de Antropología Biológica. p 137.
- Lieverse A, Weber A, Goriniunova O. 2006. Human taphonomy at Khuzhir-Nuge XIV, Siberia: a new method for documenting skeletal condition. *J Arch Sci* 33:1141-1151.

FACTORES DE PRESERVACIÓN DIFERENCIAL EN RESTOS ÓSEOS

- Liu Ch, Park H, Monsalve M, Chen D. 2010. Free fatty acids composition in adipocere of the Kwáday Dán Ts'inchi ancient remains found in a glacier. *J For Sci* 55(4):1039-1043.
- Luna L. 2008. Estructura demográfica, estilo de vida y relaciones biológicas de cazadores-recolectores en un ambiente de desierto. Sitio Chenque I (Parque Nacional Lihué Calel, Provincia de La Pampa). BAR International Series 1886. Oxford: Archaeopress.
- Lyman R. 1984. Bone density and differential survivorship of fossil classes. *J Anthropol Arch* 3:259-299.
- Lyman R. 1994. Vertebrate taphonomy. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mant A. 1987. Knowledge acquired from post-war exhumations. En: Boddington A, Garland A, Janaway R, editores. *Death, decay and reconstruction. Approaches to archaeology and forensic science*. Londres: Biddles Ltd., Guilford y King's Lynn. p 65-80.
- Merbs C. 1997. Eskimo skeleton taphonomy with identification of possible polar bear victims. En: Haglund W, Sorg M, editores. *Forensic taphonomy. The postmortem fate of human remains*. Nueva York: CRC Press. p 249-262.
- Micozzi M. 1991. Postmortem change in human and animal remains. A systematic approach. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas.
- Mondini M. 2003. Formación del registro arqueofaunístico en abrigos rocosos de la Puna argentina. Tatomía de carnívoros. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
- Nawrocki SP. 1995. Taphonomic processes in historic cemeteries. En: Grauer AL, editor. *Bodies of evidence: reconstructing history through skeletal analysis*. Nueva York: Wiley-Liss Inc. p 49-66.
- Nielsen-Marsh CM, Hedges REM. 2000. Patterns of diagenesis in bone I: the effects of site environments. *J Arch Sci* 27:1139-1145.
- Nielsen-Marsh CM, Gernaey AM, Turner-Walker G, Hedges REM, Pike AG, Collins MJ. 2000. Chemical degradation of bone. En: Cox M, Mays S, editores. *Human osteology in archaeology and forensic science*. Londres: Greenwich Medical Media. p 439-454.
- Norman G, Streiner D. 1992. Bioestadística. Buenos Aires: Mosby/Doyma Libros.
- O'Brien T. 1997. Movement of bodies in Lake Ontario. En: Haglund WD, Sorg MH, editores. *Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains*. Boca Raton: CRC Press. p 559-565.
- O'Brien T, Kuehner A. 2007. Waxing grave about adipocere: Soft tissue change in an aquatic context. *J For Sci* 52:294-301.
- Prieto J, Magana C, Ubelaker D. 2004. Interpretation of postmortem change in cadavers in Spain. *J For Sci* 49:918-923.
- Rodríguez WC. 1997. Decomposition of buried and submerged bodies. En: Haglund W, Sorg M, editores. *Forensic taphonomy. The postmortem fate of human remains*. Nueva York: CRC Press. p 459-468.
- Rodríguez Cuenca J. 1994. Introducción a la antropología forense. Análisis e interpretación de restos óseos humanos. Bogotá: Anaconda Editores.
- Saul J, Saul F. 2002. Forensics, archaeology, and taphonomy: the symbiotic relationship. En: Haglund W, Sorg M, editores. *Advances in forensic taphonomy*. Nueva York: CRC Press. p 71-98.
- Sibón Olano A, Martínez-García P, Romero Palanco JL. 2004. Medicina forense en imágenes. Saponificación cadavérica parcial. *Cuad Med For* 38:47-51.
- Tibbett M, Carter D. 2008. Soil analysis in forensic taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains. Nueva York: CRC Press.
- Turner BD, Wiltshire PE. 1999. Experimental validation of forensic evidence: A study of the decomposition of buried pigs in a heavy clay soil. *For Sci Int* 101:113-122.
- Ubelaker DH. 1999. Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. Washington: Smithsonian Institution.
- Ubelaker D, Zarenko K. 2011. Adipocere: what is known after over two centuries of research. *For Sci Int* 208:167-172.
- Walker P. 1995. Problems of preservation and sexism in sexing: some lesions from historical collections for paleodemographers. En: Saunders S, Herring A, editores. *Grave reflections, portraying the past through cemetery studies*. Toronto: Canadian Scholars Press. p 31-47.
- Walker P. 2005. Greater sciatic notch morphology: sex, age, and population differences. *Am J Phys Anthropol* 127:385-391.
- Walker P, Gregory D, Shapiro P. 1988. Age and sex biases in the preservation of human skeletal remains. *Am J Phys Anthropol* 76:183-188.
- Weitzel MA. 2005. A report of decomposition rates of a special burial type in Edmonton, Alberta from an experimental field study. *J For Sci* 50(3):1-7.