

# Los entierros humanos del sitio Río Salado-Coronda II: una aproximación tafonómica a los procesos de modificación ósea posdeposicional en el centro-este de la provincia de Santa Fe, República Argentina

Paula E. Galligani, Ma. Rosario Feuillet Terzaghi, Gustavo Barrientos

Recibido 14 de octubre 2014. Aceptado 17 de junio 2015

## RESUMEN

En la cuenca fluvial Salado-Coronda (centro-este de la provincia de Santa Fe, Argentina) la mala preservación ósea constituye una de las características del registro arqueológico regional. Con el fin de obtener mayor conocimiento de este problema se abordó, desde una perspectiva tafonómica, el estudio de los restos humanos del sitio Río Salado-Coronda II (RSCII), situado en el extremo norte del área. Se estudió un conjunto de variables que reflejan la acción de diversos agentes y procesos posdeposicionales: marcas de roedores, impronta de raíces, depositación química ( $\text{CaCO}_3$  y  $\text{MnO}_2$ ), hoyos de disolución, fracturas, craquelado superficial y exfoliación e índice de preservación histológica. Los resultados indican que los materiales habrían estado expuestos a un conjunto de factores que alteraron tanto la integridad anatómica de los individuos como el estado de conservación superficial, estructural e histológica de los huesos. Un aspecto clave parece ser la relación entre el régimen hidrológico dominante (recarga), la textura (arenosa) y la composición del suelo (pobreza de carbonatos y minerales): el sedimento probablemente no aportó materiales suficientes a los huesos para compensar la fracción perdida por lixiviación, lo que implicó que estos se debilitaran progresivamente, que aumentara su fragilidad y se volvieran susceptibles a la fracturación y a otras formas de deterioro estructural severo.

**Palabras clave:** Tafonomía; Arqueología; Nordeste argentino.

## ABSTRACT

HUMAN BURIALS FROM THE RÍO SALADO-CORONDA II ARCHAEOLOGICAL SITE: A TAPHONOMIC APPROACH TO THE POST-DEPOSITIONAL PROCESSES AFFECTING BONES IN CENTRAL EAST SANTA FE, ARGENTINA. In the Salado-Coronda river basin (Central-Eastern Santa Fe, Argentina) poor bone preservation is one of the main characteristics of the regional archaeological record. In order to gain more insight into this problem the human remains from the Río Salado-Coronda II (RSCII) site, located at the northern end of the area, were studied from a taphonomic perspective. A set of variables that reflect the action of various agents and postdepositional processes were recorded: rodent gnawing marks, root etching, chemical deposition ( $\text{CaCO}_3$  and  $\text{MnO}_2$ ), chemical dissolution holes, fractures, cracked surface, and histological preservation index. The results indicate that the materials were exposed to a number of factors that altered both the anatomical integrity of individuals and the state of superficial, structural and histological preservation of the bones. A key aspect seems to be the relationship between the dominant hydrological regime (recharge), the texture (sandy) and the composition of soils (poverty of carbonates and minerals): the sediment probably did not provide sufficient material for the bones to compensate for the loss of minerals due to leaching, causing them to gradually weaken, increasing their fragility, and making them susceptible to fracturing and other forms of severe structural damage.

**Keywords:** Taphonomy; Archaeology; Northeastern Argentina.

Paula E. Galligani. División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Grupo de Investigaciones Arqueológicas del Nordeste (GIAN)-Fundación Arqueológica del Litoral (FUNDARQ). Paseo del Bosque s/n° (1900), La Plata, Buenos Aires. E-mail: paulagalligani@hotmail.com

Ma. Rosario Feuillet Terzaghi. Museo Arqueológico de Santo Tomé, provincia de Santa Fe. Roverano 555 (3016), Santo Tomé, Santa Fe. E-mail: mrosariofe@gmail.com

Gustavo Barrientos. División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. CONICET. Paseo del Bosque s/n° (1900) La Plata, Buenos Aires. E-mail: barrient@museo.fcny.unlp.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

Los restos humanos y arqueofaunísticos recuperados en diferentes sitios de la cuenca fluvial Salado-Coronda (llanura aluvial del Paraná, centro-este de la provincia de Santa Fe, República Argentina) (Figura 1A) presentan un alto grado de fragmentación y deterioro a nivel superficial y estructural (Sartori 2008, 2013; Feuillet Terzaghi 2009). En la medida en que un gran número de inferencias acerca de diferentes aspectos de la organización de las poblaciones humanas prehistóricas depende de la adecuada observación y análisis de restos óseos, resulta relevante obtener información sobre las condiciones que promueven, a largo plazo, su conservación, deterioro o destrucción. En este marco, el objetivo de una investigación actualmente en curso es contribuir al conocimiento de la relación existente –en diferentes escalas espaciales dentro de la cuenca Salado-Coronda– entre distintos complejos de variables ambientales y las probabilidades de deposición, enterramiento y preservación de conjuntos óseos, tanto humanos como faunísticos. Una primera etapa de esta investigación ha consistido en el estudio de una muestra de restos humanos procedentes del sitio Río Salado-Coronda II (RSCII), orientado a analizar un conjunto de modificaciones a nivel superficial, estructural e histológico de los huesos.

El propósito de tal estudio ha sido caracterizar el estado de conservación de los restos, con el fin de poder identificar –a partir de la información disponible acerca del contexto sedimentario y de la historia de formación del sitio– los principales agentes y procesos tafonómicos que incidieron sobre el conjunto. El objetivo de este trabajo es presentar y discutir los resultados obtenidos hasta el presente, así como formular un modelo de historia tafonómica del cual puedan derivarse hipótesis factibles de ser evaluadas en etapas futuras de la investigación.

Debido al hecho ampliamente reconocido de que el ambiente de entierro determina en gran medida la preservación a largo plazo de los huesos (Nielsen-Marsh y Hedges 2000: 1139), se prestará particular atención, en primer término, a la descripción del contexto edáfico/sedimentario en el cual se encuentran los entierros analizados, enfatizando en los factores hidrológicos y bióticos presentes en el sitio. Posteriormente, se describirán las características químicas del suelo, en particular, de la variación espacial en los valores de las distintas variables cuantitativas analizadas. Finalmente, se describirá la metodología empleada para el análisis de las modificaciones óseas seleccionadas para caracterizar el estado de alteración diagenética del conjunto óseo humano; se detallarán los principales resultados obtenidos y se los interpretará en relación con aspectos contextuales y con el conocimiento actual acerca de los factores y procesos que explican determinadas

formas de modificación ósea posdeposicional o diagenética.

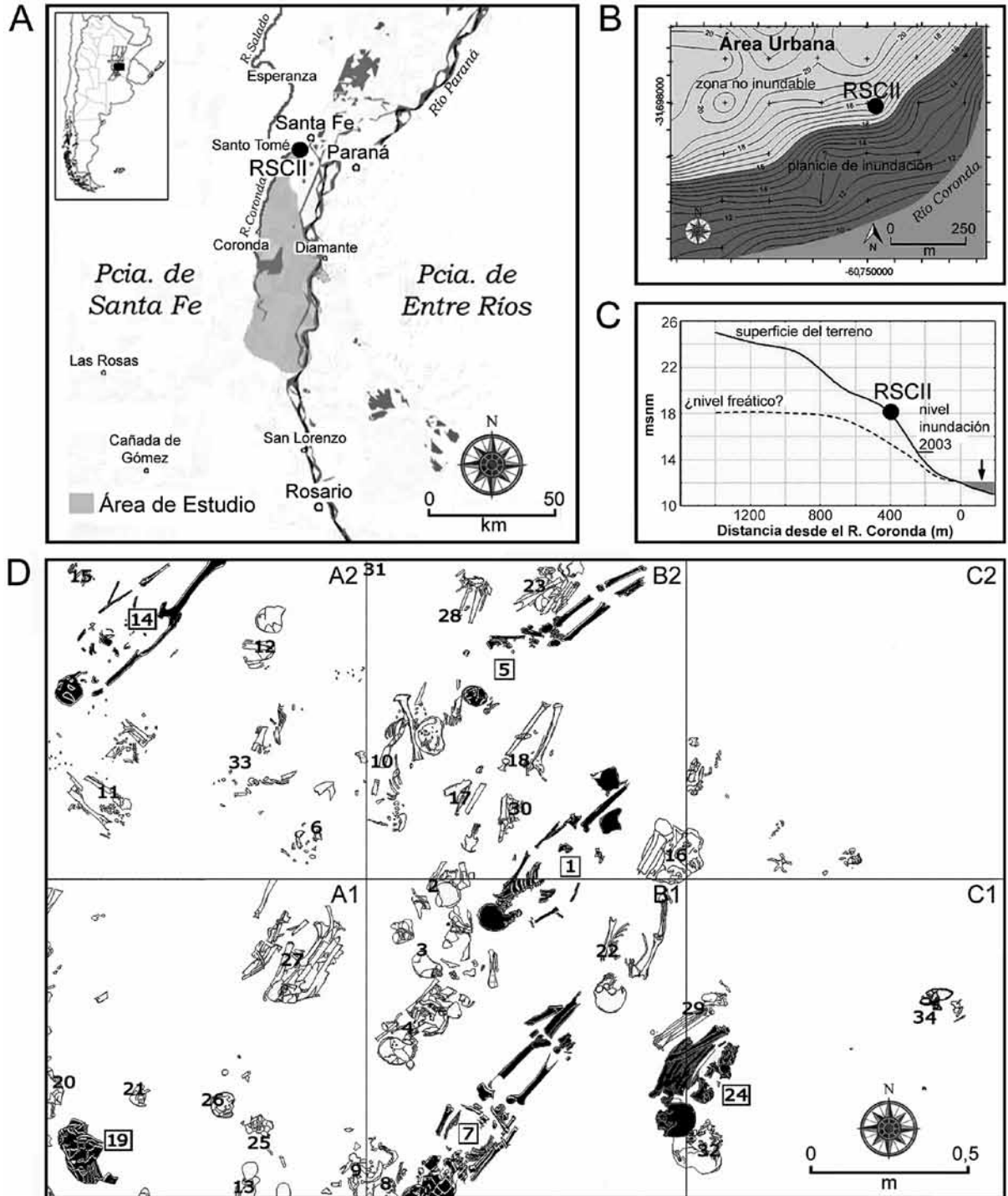
## EL SITIO RSCII

### Registro arqueológico y bioarqueológico

El sitio RSCII se encuentra localizado en el sector norte de la cuenca fluvial Salado-Coronda, a aproximadamente 300 m de la margen derecha del río Coronda (llanura aluvial del Paraná), dentro del área urbana de la ciudad santafesina de Santo Tomé (31° 41' 53,2" de Lat. Sur y 60° 44' 59" de Long. Oeste) (Figura 1B y 1C). Es un sitio extenso, en el cual se han detectado restos arqueológicos en diferentes sectores de ocupación, cuya formación no fue, probablemente, sincrónica en todos los casos (Feuillet Terzaghi 2009; Sartori 2013). Uno de ellos, el correspondiente a un conjunto discreto de entierros, fue detectado en marzo de 2007, luego de las intensas lluvias que provocaron la inundación de una parte de la ciudad. Al encontrarse emplazados debajo de una calzada de tierra con pendiente hacia el río, el escurrimiento de las aguas provocó la exposición de restos óseos humanos en superficie, lo que permitió su localización (Feuillet Terzaghi 2009). En sucesivas campañas se excavaron 24 m<sup>2</sup>, distribuidos en seis cuadrículas de 2 × 2 m con orientación norte. Durante la excavación se identificaron 34 conjuntos óseos o rasgos, 11 de los cuales corresponden a entierros primarios y secundarios claramente identificables; cuatro, a probables entierros secundarios; y 19, a agrupaciones espacialmente discretas de restos óseos que no presentaban un orden claramente discernible (indeterminados) (Figura 1D).

La cantidad estimada de individuos –establecida sobre la base de observaciones realizadas en el terreno y en el laboratorio– es de 36, aunque este número debe considerarse provisorio hasta la finalización de los estudios. A este respecto, cabe señalar que no fue extraída la totalidad de los restos humanos registrados, ya que un conjunto de rasgos –que conforman la base del museo de sitio que forma parte del Museo Arqueológico de Santo Tomé (MAST), inaugurado en mayo de 2013– fueron preservados *in situ*.

Los restos humanos provienen de un único nivel, cuyo espesor máximo es de 15 cm, situado casi inmediatamente por debajo de la superficie actual del terreno (Feuillet Terzaghi 2009). Ese nivel estaría incluido en el horizonte C del suelo, cuya posición superficial se debe a la remoción de las capas superiores durante el proceso de apertura de la calle que discurre sobre la mayor parte del área de entierro (Postma 2013). Los entierros primarios poseían una orientación media en sentido SSO (-141,6° ± 13,5°). Siete de estos entierros estaban en posición decúbito dorsal extendida,



**Figura 1.** A: Localización del área de la cuenca Salado-Coronda, en el E de la provincia de Santa Fe y ubicación del sitio arqueológico Río Salado-Coronda II; B: Mapa topográfico del sector SE de la ciudad de Santo Tomé (construido a partir de información altimétrica de Google Earth vers. 7.1.2.2041); C: Perfil exagerado que muestra la altitud (msnm) a la que se encuentra el sitio RSCII; D: Planta del sector de entierros del sitio RSCII; se indican, en negro, los rasgos analizados para este trabajo.

uno en posición decúbito ventral extendida y uno en posición decúbito lateral izquierda, muy flexionado. Los entierros secundarios se encontraban también dispuestos, mayoritariamente, siguiendo una orientación NNE-SSO (considerando el alineamiento de los huesos largos), aunque dos de ellos presentaban orientaciones con dirección NNO-SSE y NO-SE, respectivamente.

Asociados con las inhumaciones, se recuperaron restos faunísticos, escasos artefactos líticos y fragmentos de contenedores cerámicos, además de una ofrenda funeraria compuesta por una vasija cerámica colocada boca abajo y con valvas de *Diplodon sp.* en su interior (Feuillet Terzaghi 2009). Los análisis arqueofaunísticos llevados a cabo por Sartori (2008, 2013) indican que

diferentes procesos tafonómicos afectaron la integridad de los especímenes, lo que se manifiesta en la alteración superficial y estructural (fragmentación) de los restos (Sartori 2008, 2013).

Sobre la base de tres dataciones radiocarbónicas (AMS) obtenidas a partir de dientes humanos (colágeno de dentina) procedentes de diferentes rasgos, la cronología de los entierros puede ser establecida entre aproximadamente en 1500 y 1000 años <sup>14</sup>C AP (Sartori 2008, 2013; Galligani 2013). La distribución temporal de las dataciones y la presencia de sectores caracterizados por dispersiones y acumulaciones secundarias de huesos humanos sugieren una historia compleja del conjunto, en la cual parecen haberse sucedido diferentes eventos de inhumación. Tales eventos habrían tenido el potencial de reconfigurar parcialmente –mientras el área de entierros estuvo funcionalmente activa– la estructura del registro bioarqueológico del sitio.

#### **Características edáfico-sedimentarias, hidrológicas y bióticas**

De acuerdo con el mapa de suelos del INTA-MAG (escala 1:50.000) (1981), el sitio RSCII se encuentra ubicado en la Unidad Edafológica Número 22, aunque su suelo no se corresponde con los Argiudoles de esa unidad, sino que es semejante al suelo de la Unidad Edafológica Número 29 (Postma 2013). Esta última está integrada por suelos del orden Entisoles, los cuales carecen de desarrollo de horizontes pedogenéticos debido, en gran parte, al escaso tiempo transcurrido desde la acumulación de los materiales parentales (Conti 2000). Dentro de este orden, el suelo presente en el área del sitio es del tipo Udipsament álfico, de color parduzco, pobre en materia orgánica (con excepción del área inmediatamente alrededor de los entierros; ver más adelante), libremente drenado, con escasez de arcillas y con algunos minerales meteorizados en la fracción arena (Postma 2013). Estos suelos se caracterizan, generalmente, por encontrarse en dunas y médanos, por tener un escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos (A y C) y por presentar un componente arenoso muy marcado. En la provincia de Santa Fe, el material parental de la mayoría de estos suelos corresponde a aluviones antiguos del río Paraná (Conti 2000).

La granulometría gruesa del suelo (estructura de grano simple y textura arenosa fina a areno-franca; Postma 2013) le confiere a este un alto grado de permeabilidad y, por lo tanto, una deficiente retención de agua, por lo que es esperable que el régimen hidrológico localmente predominante a lo largo del tiempo haya sido el de recarga (*i.e.*, proceso de incorporación de agua a un acuífero producto del flujo natural descendente de aguas meteóricas). En efecto, la recarga de acuíferos tiende a operar a una tasa mayor en áreas

de superficie arenosa en comparación con aquellas de carácter limoso o arcilloso, lo cual se debe, principalmente, a la buena capacidad de infiltración de los suelos arenosos y a la cobertura vegetal poco densa y de bajo porte que suele crecer sobre ellos (Giai y Hernández 1999).

A pesar de ser un ambiente bien drenado, situado en una zona no inundable y relativamente alta (a aproximadamente 6 m de altura sobre el nivel del pelo de agua actual del río Coronda, a » 2 msnm), no existen evidencias ni actuales ni subactuales de un uso intenso por parte de aquellos animales de hábitos fósoriales que suelen preferir este tipo de entornos (*v.g.*, dasipódidos, roedores ctenómidos y cricétidos). Las especies de roedores identificadas hasta el momento en el registro arqueofaunístico del sitio pertenecen a las familias Myocastoridae y Cricetidae, siendo relativamente escasos los especímenes asignables a ambas taxa (NISP% = 11,62 y 13, respectivamente; Sartori 2013). Asimismo, el análisis tafonómico del registro arqueofaunístico mostró una ausencia de marcas atribuibles a roedores y no se han observado, durante la excavación del sitio, evidencias de galerías o cámaras que indiquen la existencia de madrigueras antiguas, principalmente de ctenómidos (Sartori 2008). Los restos de dasipódidos son aún más escasos (NISP% = 0,93; Sartori 2013). La prácticamente nula evidencia de actividad de animales fósoriales registrada sugiere, pues, que estos no habrían sido agentes significativos de bioturbación, por lo que sus madrigueras –si las hubo– no habrían constituido, desde un punto de vista hidrológico, un rasgo estructural adicional determinante de una recarga localizada al acuífero operante en el nivel microescalar.

La urbanización del área en la cual se encuentra el sitio implicó, hacia la década de 1960, la apertura de una calzada sobre el área de entierros. Tanto el proceso de construcción de esta calle de tierra, así como el posterior tránsito vehicular y mantenimiento de la calzada contribuyeron a compactar y a endurecer anormalmente el suelo. Este factor, sumado a la pendiente de la calle y a la eliminación de la cobertura vegetal, favoreció, a partir de este momento, la escorrentía superficial y, consecuentemente, la erosión del suelo. Esto permitió la exposición parcial de los restos y su posterior detección.

Finalmente, también en relación con la hidrogeología local, cabe señalar que la escasa profundidad de los entierros, así como la posición relativamente elevada del sitio respecto del nivel habitual del agua del río sugieren que la napa freática no debió haber entrado normalmente en contacto con los huesos, previniendo así la precipitación de carbonatos y de otros minerales sobre ellos (los cuales, por otra parte, son escasos o se encuentran ausentes en este tipo de suelos poco desarrollados; INTA-MAG 1981: 207).



### **Características químicas del suelo**

Con el fin de caracterizar químicamente el entorno inmediato a los entierros y detectar variaciones locales en las condiciones del ambiente de depositación que pudieran haber incidido sobre el estado de conservación de los restos se efectuó, con posterioridad a las excavaciones, el análisis de variables cuantitativas de uso corriente en estudios sedimentológicos y edafológicos. Tales variables, medidas en 11 muestras de sedimento extraídas a la misma profundidad que los entierros y procedentes tanto del área excavada como del área inmediatamente contigua a las cuadrículas, fueron: pH en agua (1:2,5; método electrométrico), % de humedad (método gravimétrico), % de materia orgánica (método de Walkley-Black), contenido (ppm) de fósforo extraíble (método de Bray-Kurtz) y contenido (ppm) de nitratos (método de Harper). En todos los casos, los análisis fueron efectuados por personal del Servicio de Análisis de Suelos (Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario).

En términos espaciales (mapas de imagen en gama de grises construidos a partir de datos interpolados mediante el uso de *kriging*), se aprecia una marcada heterogeneidad en la distribución de los valores de las distintas variables (Figura 2A-2E), lo que hace posible distinguir un área, en el ángulo SE de la excavación (Figura 2F), que presenta altos valores de materia orgánica, concentración de nitratos, fósforo y humedad, y los más bajos valores de pH (*i.e.*, mayor acidez). Esta zona es la que se encuentra más cercana a la vivienda lindera y a un árbol –que ha experimentado un apreciable crecimiento durante los últimos seis años, período para el cual se cuenta con control observacional y registro fotográfico–; por tanto, existe la probabilidad de que esta área anómala refleje condiciones muy locales y muy recientes (en particular, la elevada concentración de nitratos en ese sector podría ser el resultado de la actividad humana contemporánea, expresada a través de la producción de aguas residuales y otros desechos) (Albert 1997). Sin embargo, debido al hecho de que las variables consideradas miden concentraciones moleculares que poseen diferentes tiempos de residencia –algunos, breves, y otros, de mayor duración (Schmidt *et al.* 2008)–, la distribución actual de sus valores retiene, probablemente, señales de procesos previos a la incorporación del sitio dentro del área urbana en la cual se encuentra. En particular, resulta probable que el porcentaje de materia orgánica y el fósforo extraíble, notablemente altos en el sector investigado (una característica común en suelos de áreas utilizadas recurrentemente para el entierro de cadáveres) (Majgier y Rahmonov 2013), persistan a lo largo del tiempo en suelos donde existen reservorios que continúan intercambiando materiales con su entorno, como son los restos óseos humanos.

En cualquier caso, se espera que el estado de conservación de tales restos refleje, al menos parcialmente, la heterogeneidad registrada en su microambiente de depositación.

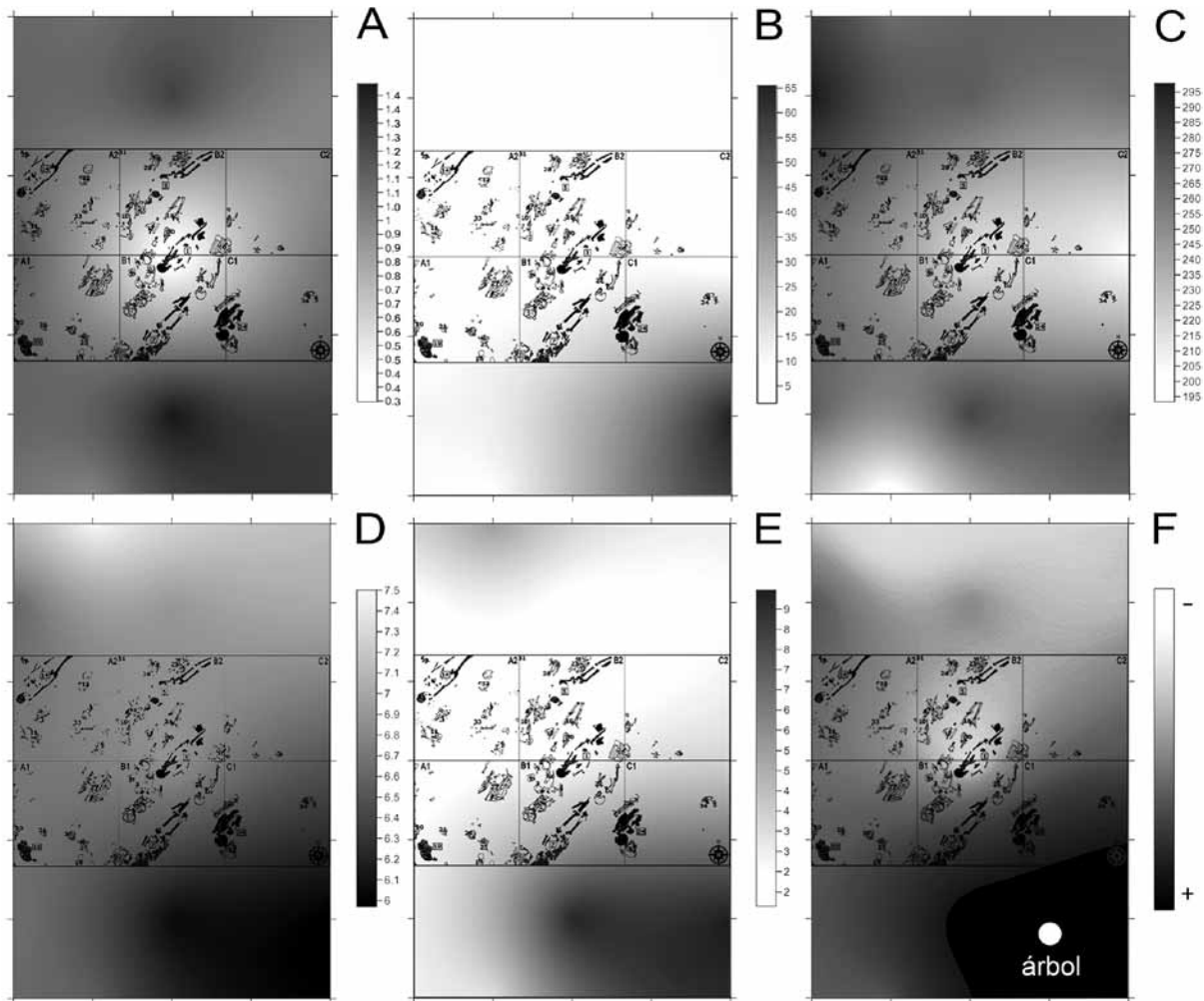
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Muestra analizada**

A los fines del presente trabajo, se seleccionaron seis de los 34 rasgos excavados para proceder con los diferentes análisis. El muestreo, de naturaleza no aleatoria, estuvo orientado a la obtención de un conjunto de casos en los cuales estuvieran representadas todas las modalidades de inhumación registradas, así como diferentes localizaciones espaciales dentro del área excavada. En la muestra resultante, cuatro rasgos corresponden a entierros primarios extendidos (1, 5, 7 y 14); uno, a un entierro primario muy flexionado (24); y uno, a un probable entierro secundario (19). Debido al estado fragmentario general de la muestra y a la naturaleza del tipo de análisis previsto, las diferentes observaciones de interés tafonómico se realizaron sólo sobre huesos largos, tanto completos como fragmentados (NISP = 157, n total de elementos = 54; del total analizado, cinco elementos corresponden al rasgo 1; cinco al rasgo 5; 15 al rasgo 7; cuatro al rasgo 14; 14 al rasgo 1; y 11 al rasgo 24).

### **Cuantificación de partes esqueléticas y relación entre supervivencia ósea y densidad mineral**

La capacidad de los huesos para sobrevivir en los depósitos sedimentarios varía en función de características físicas intrínsecas, entre las que se destaca la densidad mineral ósea (DMO) (Lam 2014; Lyman 2014). Para detectar potenciales problemas de preservación diferencial en función de la DMO en la muestra de RSCII, se procedió a identificar anatómicamente los elementos presentes en los seis rasgos analizados (sólo huesos largos) y a calcular el MAU%, una medida de representación diferencial de partes esqueléticas (Binford 1984). Para el cálculo del MAU%, los elementos considerados en cada hueso largo fueron: a) extremo proximal (p = epífisis proximal + extremo proximal de diáfisis); b) parte media de diáfisis (m); c) extremo distal (d = epífisis distal + extremo distal de la diáfisis). Los valores de MAU% para cada elemento se correlacionaron, posteriormente, con los valores de densidad mineral ósea por circunferencia (DMOc) obtenidos por Galloway *et al.* (1997) a partir de muestras contemporáneas. Con el objetivo de obtener un único valor de DMOc para cada uno de los elementos definidos en la muestra de RSCII, se promediaron –para las porciones proximal, media y distal de cada hueso– los



**Figura 2.** Mapas de imágenes que muestran la distribución de los valores de las variables analizadas para caracterizar la composición química del suelo (método *kriging*). A: % de materia orgánica; B: concentración de nitratos (ppm); C: concentración de fósforo extraíble (ppm); D: pH en agua; E: % de Humedad; F: Superficie generada a través de la superposición de los mapas de imágenes de las cinco variables.

datos publicados por Galloway *et al.* (1997) para individuos de ambos sexos y para ambos lados del esqueleto (Barrientos *et al.* 2007). Se prefirió utilizar los datos de DMO publicados por Galloway *et al.* (1997) frente a otras opciones, por dos razones principales: en primer lugar, porque conforman un modelo general adecuado acerca del potencial de supervivencia mediada por la densidad de un elemento *en relación con otro* –con independencia del sexo, la edad o la población de origen (Lyman 2014: 64)- y, en segundo lugar, porque permiten asegurar la comparabilidad con estudios previos realizados, en otros contextos, por otros autores (*v.g.*, Willey *et al.* 1997; Barrientos *et al.* 2007; Lyman 2014).

### **Modificaciones superficiales y estructurales**

Diversos agentes y procesos tafonómicos introducen modificaciones tanto de la superficie, como de la estructura de los huesos (ver revisiones comprensivas en Lyman 1994, 2014). A los fines de este

estudio y considerando las características macro- y microambientales del sitio, así como su potencial informativo, se seleccionó un conjunto de indicadores a ser relevados en la muestra de RSCII. Este incluyó: a) presencia/ausencia y distribución (localización) de marcas de roedores; b) presencia/ausencia de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ); c) presencia/ausencia y extensión (% de hueso afectado) de manchas de dióxido de manganeso ( $\text{MnO}_2$ ); d) presencia/ausencia y extensión de improntas de raíces; e) presencia/ausencia y extensión de hoyos de disolución química; f) presencia, tipo y distribución de fracturas; y g) presencia/ausencia de exfoliación y craquelado de la superficie y capas internas del hueso. Las observaciones se realizaron a ojo desnudo y con el auxilio ocasional de lupa de bajo aumento. Para el relevamiento de las distintas variables, se siguieron los criterios detallados en Barrientos *et al.* (2007) (a, b, c y d); Gutiérrez (2004) (e); Johnson (1985) y Villa y Mahieu (1991) (f).

Para la identificación y registro de (g), *i.e.*, exfoliaciones y craquelado superficial y profundo del hueso,

se desarrollaron criterios propios (Galligani 2013), ya que tales modificaciones no se encuentran adecuadamente tipificadas en la literatura. Esta variable correspondería parcialmente a lo que González (2013: 138-139) denomina “deterioro químico”, consistente en la presencia –en distinto grado– de líneas y estrías de desecación, grietas, exfoliación y astillamiento. Sin embargo, en la medida en que la génesis de este patrón de alteración –por lo demás, escasamente referido en la literatura especializada– resulta aún poco comprendida, nos inclinamos aquí por una denominación puramente descriptiva, asumiendo que sus causas pueden ser múltiples (*i.e.*, de naturaleza tanto física como química) (Lyman y Fox 1989; Nicholson 1996). En la muestra analizada, al igual que en otros contextos observados por uno de los autores (G. B.) en el SE de la Región Pampeana y en Patagonia centro-meridional, estas modificaciones se manifiestan inicialmente como una combinación superficial de fisuras longitudinales y transversales, que denominamos craquelado. Los estadios avanzados de desarrollo de esta alteración estructural, que ocurre bajo condiciones permanentes de enterramiento, se presentan bajo la forma de un hueso de textura fibrosa, en el cual la superficie cortical ya no se encuentra presente por exfoliación y donde el sistema de fisuras longitudinales y transversales ha penetrado profundamente en la estructura subyacente y alcanzó capas profundas de hueso compacto. El estadio final suele adoptar la forma de un hueso colapsado y fragmentado en múltiples partículas prismáticas de pequeño tamaño (< 5 mm de largo), cuya forma alterada mantiene cohesión sólo por la presencia de humedad en el sedimento que lo rodea y penetra. A los fines de este trabajo, se registró la presencia/ausencia de craquelado y exfoliación, así como el grado de su manifestación (leve, moderado, intenso).

### **Alteraciones histológicas**

El grado de preservación de la histología normal de un hueso es una medida de la diagénesis que afecta a sus fases mineral y orgánica, tal como se manifiesta en el nivel microestructural (Hedges *et al.* 1995). En ambientes terrestres, el principal factor causal de la alteración de la histología es la actividad microbiana, que incluye a hongos y bacterias (Jans 2014). Los criterios para evaluar la alteración histológica de una muestra mediante el uso de microscopía óptica u electrónica se basan en la detección de un conjunto de cambios en la morfología normal del hueso que representan manifestaciones, en distinto grado, de la denominada destrucción focal microscópica (DFM) (Hackett 1981).

Para realizar las observaciones, en el presente estudio se seleccionaron muestras de diáfisis femorales de cada uno de los rasgos estudiados y se las preparó para su observación con el uso de microscopía

electrónica de barrido (MEB) en modo de imágenes de electrones secundarios. Se tomaron ocho fragmentos de diáfisis (uno de cada rasgo, con excepción del 7, del cual se eligieron tres fragmentos con el fin de evaluar la variación intraindividual) y se procedió a la extracción de las muestras, priorizando que fueran todas de la sección media de la diáfisis. En el caso de no hallarse esa porción, debido al alto grado de fragmentación del hueso, se extrajeron de la porción más cercana (tercio distal o proximal) disponible. Para la preparación de las muestras, se cortaron fragmentos de aproximadamente 6 × 6 mm × el espesor de la diáfisis, con la ayuda de un torno y conservando una superficie de fractura fresca, la cual es la que luego se observó en el MEB. Previamente, las muestras se sometieron a ultrasonido para eliminar las impurezas, se sumergieron en acetona para deshidratarlas y se las metalizó con oro para aumentar la conductividad de su superficie. En cuanto a su observación, se realizó en dos microscopios de barrido diferentes (alto vacío), un PHILIPS XL 30 (MACN, Buenos Aires) y un Leitz AMR 1000 (IFIR, Rosario, Santa Fe). Se tomaron fotografías con diferentes aumentos (200x, 400x, 500x, 800x) y, sobre la base de la inspección de los diferentes campos, se asignó a cada muestra un valor en la escala del índice histológico (IH) desarrollado por Hedges *et al.* (1995), que varía entre 5 (histología bien preservada, idéntica a un hueso moderno) y 0 (ausencia de estructuras histológicas reconocibles, con excepción de los canales de Havers).

### **Patrón de distribución espacial de los efectos tafonómicos**

La información cuantitativa derivada del relevamiento de las diferentes variables tafonómicas fue analizada mediante el uso de técnicas estadísticas de agrupamiento –método UPGMA con distancias euclidianas y medias *k*– con el fin de establecer grupos de rasgos caracterizados por combinaciones particulares de efectos tafonómicos.

## **RESULTADOS**

### **Cuantificación de partes esqueléticas y relación entre supervivencia ósea y densidad mineral**

En la muestra analizada, los valores de MAU% más altos (75-100%) corresponden a radio medio (Rm), fémur proximal (Fp), cúbito medio (Cm), peroné medio (Pm) y cúbito distal (Cd). Los elementos menos representados (MAU% < 25%) son la tibia distal (Td) y la tibia media (Tm). La comparación de los valores de MAU% con los valores de DMOC muestran la ausencia de una correlación significativa entre ambas variables

(*Rho* de Spearman = -0,35;  $p = 0,2112$ ), lo que indica que los elementos tienden a estar más o menos representados con independencia de su densidad mineral.

Los datos sugieren que los procesos que influyeron en forma decisiva sobre la supervivencia diferencial de las partes esqueléticas no estuvieron, probablemente, relacionados con la acción de factores destructivos dependientes de la densidad. Bajo condiciones de enterramiento permanentes, tales factores se vinculan principalmente con la química del suelo, en particular con el pH (Gordon y Buikstra 1981; Nicholson 1996). En RSCII los valores de pH son sólo ligeramente ácidos (mediana = 6,7), por lo que su influencia sobre la degradación ósea probablemente no fue tan alta como para implicar la desaparición completa de grandes porciones de hueso (aunque, plausiblemente, sí para alterar su superficie; ver más adelante).

### **Modificaciones superficiales y estructurales**

En general, algunos rasgos se encuentran más afectados que otros por los factores que las diversas variables analizadas registran, a la vez que algunos factores dejaron efectos más severos en la superficie y estructura macroscópica de los huesos (v.g., manchas de manganeso, disolución química), que otros (v.g., marcas de roedores y raíces).

En cuanto a la presencia de marcas de roedores en los restos óseos analizados, estas son excepcionales; sólo fueron halladas en nueve elementos de la muestra, distribuidas del siguiente modo: tres en el rasgo 7 (2 fémures y 1 tibia); tres en el rasgo 19 (radio, cúbito y fémur); y una en cada uno de los rasgos restantes (radio, peroné y fémur), con excepción del 14, en el cual no se detectó ningún elemento con este tipo de marcas. Es necesario aclarar que las superficies de la gran mayoría de los elementos se encuentran craqueladas, exfoliadas o talladas por la probable acción de agentes físicos y químicos, por lo que es probable que la cantidad de marcas registradas esté fuertemente influenciada por el estado de conservación de los huesos, lo cual constituye una subestimación del impacto real de los roedores sobre los huesos humanos del sitio (Figura 3A).

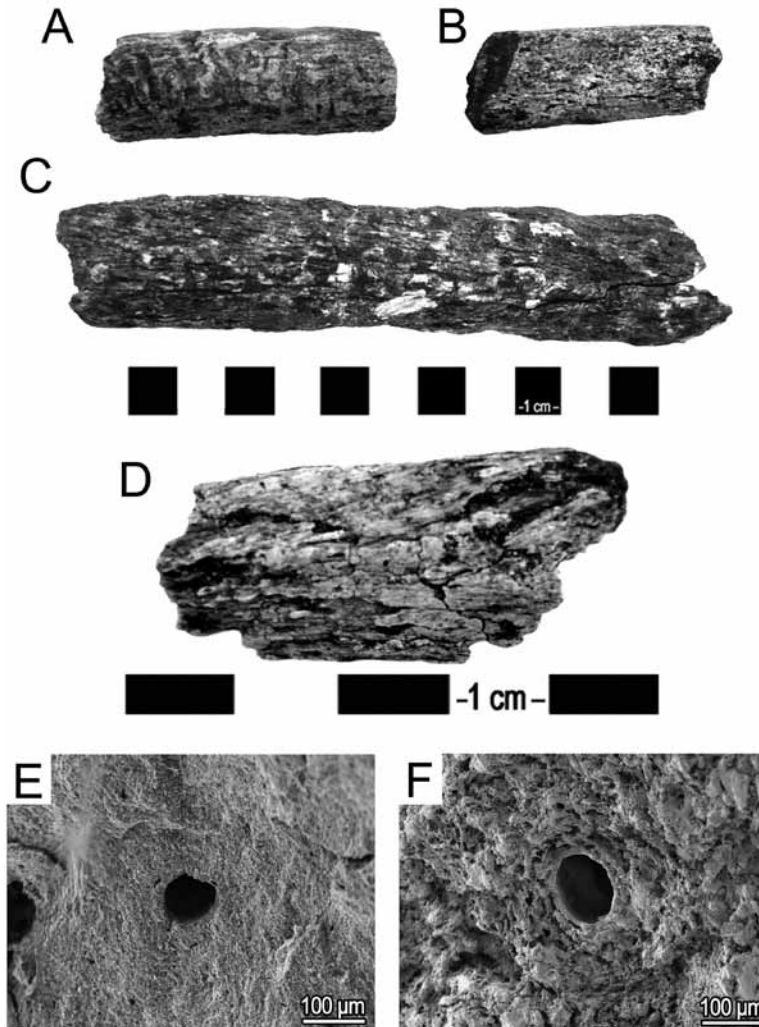
No se registraron elementos con presencia de marcas atribuibles a la acción de raíces, con independencia de su estado de conservación, así como tampoco se detectó la presencia de raicillas en el interior de los canales medulares ni en los intersticios entre las fisuras o fracturas. Tampoco se detectaron, durante la excavación, ni raíces actuales de gran tamaño ni sus improntas. En este sentido, cabe recordar que la superficie del terreno debajo del cual se encontraban los restos humanos fue profundamente modificada por la apertura de una calzada que estuvo abierta al tránsito vehicular durante los últimos cincuenta años. El efecto

de tal obra fue la decapitación del horizonte A del suelo. Sin embargo, cabe consignar que el margen sur del área excavada, correspondiente a la actual acera de tierra, presentaba vegetación en superficie, tanto herbácea como arbórea.

Ninguno de los elementos examinados posee deposición de  $\text{CaCO}_3$  ni en la superficie ni en el espacio medular. En cuanto a la tinción con  $\text{MnO}_2$ , se constató su presencia en 22 de los elementos observados (40,7%). En todos los casos, se detectaron manchas puntiformes de color negro, distribuidas de forma irregular sobre la superficie. Todos los elementos en los que se halló su presencia pertenecen a los rasgos 1, 7, 14 y 24; no se identificaron manchas en ningún elemento correspondiente a los rasgos 5 y 19 (Figura 3B). La presencia relativamente elevada, pero dispar, de  $\text{MnO}_2$  sobre la superficie de los huesos se explicaría por la existencia de condiciones muy localizadas que favorecieron diferencialmente la actividad microbiana, la principal causa de tinción de las superficies óseas con  $\text{MnO}_2$ , según el modelo biogénico propuesto por Daniels (1981) y Ecker (1989) (v.g., disponibilidad de agua, rango de valores de pH entre ligeramente ácido a ligeramente alcalino).

En relación con la disolución química, se identificaron sus efectos sobre la superficie de 34 elementos (63% de la muestra). En cuanto a la distribución, todos los rasgos muestran los efectos de este proceso en algunos de sus elementos, con excepción del 14. En lo que respecta a los estadios hallados, en los rasgos en los que se registró la presencia de este efecto, el más representado es el 2 (46%), seguido por el 3 (13%). Respecto de los estadios más severos, sólo un elemento corresponde al estadio 5 (rasgo 24), y otro al 6 (rasgo 7). Los rasgos que presentan mayor porcentaje de elementos afectados son el 7 (67%), el 19 (64%) y el 24 (100%), todos ellos ubicados en el sector sur del área de excavación (Figura 3C). Los agentes y mecanismos involucrados en la formación de estas alteraciones no se encuentran bien comprendidos en la actualidad. Según Gutiérrez (2004), el principal responsable sería la actividad microbiológica generadora de ácidos, asociada con la presencia de raíces y raicillas en el entorno inmediato de los huesos, aunque probablemente el pH de los sedimentos también influye en la manifestación de esta alteración (Nicholson 1996; Pokines y Baker 2014). Como ya fuera señalado, en RSCII no se han registrado ni marcas de raíces sobre los huesos ni improntas de raíces en el sedimento. Sin embargo, puede mencionarse, en forma incidental, que la zona en la que se hallan los rasgos más afectados por la disolución química es la que contenía más vegetación antes de comenzar las tareas de excavación y los valores de pH más bajos (i.e., ácidos) aunque, claramente, esta condición pudo haber variado en forma desconocida a lo largo del tiempo.





**Figura 3.** A: Espécimen con marcas de roedores; B: Fragmento que muestra la presencia de tinción con  $MnO_2$  sobre la superficie del hueso; C: Elemento con efectos de disolución química en sus estadios más severos; D: Espécimen con un estado intermedio de craquelado y exfoliación; E: Muestra histológica que exhibe un mal estado de conservación (IH= 0) (Hedges *et al.* 1995); F: Muestra histológica que exhibe un buen estado de preservación histológica (IH= 4) (Hedges *et al.* 1995).

En relación con las fracturas, todos los elementos presentan al menos una. En total, se contabilizaron 223, distribuidas en todos los rasgos analizados. La correlación entre la cantidad de fracturas por rasgo y la cantidad de elementos identificados en cada rasgo es positiva y significativa ( $r = 0,94$ ;  $p = 0,005$ ), lo que indicaría que las condiciones capaces de generar fracturas a las cuales estuvieron expuestos los diferentes rasgos fueron probablemente similares, ya que la mayor cantidad de fracturas que se registran en algunos rasgos en comparación con otros parece ser sólo una función de las diferencias en la cantidad de elementos conservados en uno u otro caso. Para el análisis morfológico se analizaron un total de 202 fracturas (Tabla 1). En esta submuestra,

el ángulo predominante, en casi todos los rasgos con excepción del 19, es el recto (46%), mientras que los oblicuos y oblicuos rectos poseen un porcentaje de representación del 27% y 28%, respectivamente. En cuanto a la superficie de fractura, el total de los casos presenta una superficie irregular. Si combinamos dos variables, preponderancia de ángulos rectos y superficies irregulares, se evidencia que las fracturas ocurrieron cuando el hueso ya estaba en estado seco. Respecto de la circunferencia de la diáfisis, el 83% de los fragmentos analizados conserva la circunferencia completa del cilindro. Por otra parte, el 89% de los fragmentos presentan un largo menor a la mitad de la diáfisis completa.

En RSCII el craquelado y exfoliación posee una distribución conspicua, ya que todos los rasgos estudiados presentan algún elemento afectado (76% del total de elementos analizados), aunque la ocurrencia es menor en el rasgo 24 (27%). En los rasgos 19 y 7, un 64% y un 93% de los elementos, respectivamente, muestran los efectos del craquelado, mientras que en los restantes (1, 5 y 14), todos los especímenes tienen al menos una porción de su superficie modificada (Figura 3D).

### Alteraciones histológicas

Se identificaron dos estados de preservación claramente diferenciados

Rasgo	Ángulo que predomina			Perfil			Circunferencia de la diáfisis			Fragmentación de la diáfisis			
	Oblicuo	Recto	Oblicuo y recto	Transversal	Curva o en V	Intermedio	1	2	3	1	2	3	4
1	6	7	4	4	11	2	4	1	12	17	0	0	0
5	5	13	10	0	9	19	7	5	16	26	0	2	0
7	16	24	19	14	29	16	4	7	48	24	28	6	1
14	0	15	3	2	9	7	1	1	16	5	11	2	0
19	18	17	14	8	26	15	2	0	47	12	34	2	1
24	9	16	6	0	16	15	2	0	29	4	19	8	0
Total	54	92	56	28	100	74	20	14	168	88	92	20	2

**Tabla 1.** Variables morfológicas de las fracturas relevadas. Circunferencia de la diáfisis: 1 = menor a la mitad de la original; 2 = mayor a la mitad de la original; 3 = completa. Fragmentación de la diáfisis: 1 = menor a un cuarto de la diáfisis original; 2 = entre un cuarto y un medio de la diáfisis original; 3 = entre un medio y tres cuartos de la diáfisis original; 4 = más de tres cuartos de la diáfisis original.

(Figura 3E y 3F): cinco muestras (1, 7-104, 7-129, 19 y 24) presentan un estado de conservación muy malo (IH = 0); y tres muestras (14, 5 y 7-133), un buen estado de preservación histológica (IH = 4), no hallándose casos atribuibles a los valores intermedios del IH. Esta observación es concordante con la de Hedges *et al.* (1995) quienes, mediante la observación de decenas de muestras, concluyen que los valores intermedios del IH tienden a estar poco representados debido al hecho de que la alteración histológica, una vez comenzada, avanza muy rápidamente hasta su conclusión, por lo que las probabilidades de que un hueso se mantenga estable en una etapa intermedia del proceso es muy baja. Las alteraciones histológicas detectadas corresponden a destrucciones focales microscópicas (*sensu* Hackett 1981), de tipo indeterminado, atribuibles principalmente a la acción de bacterias (Hackett 1981; Jans *et al.* 2004).

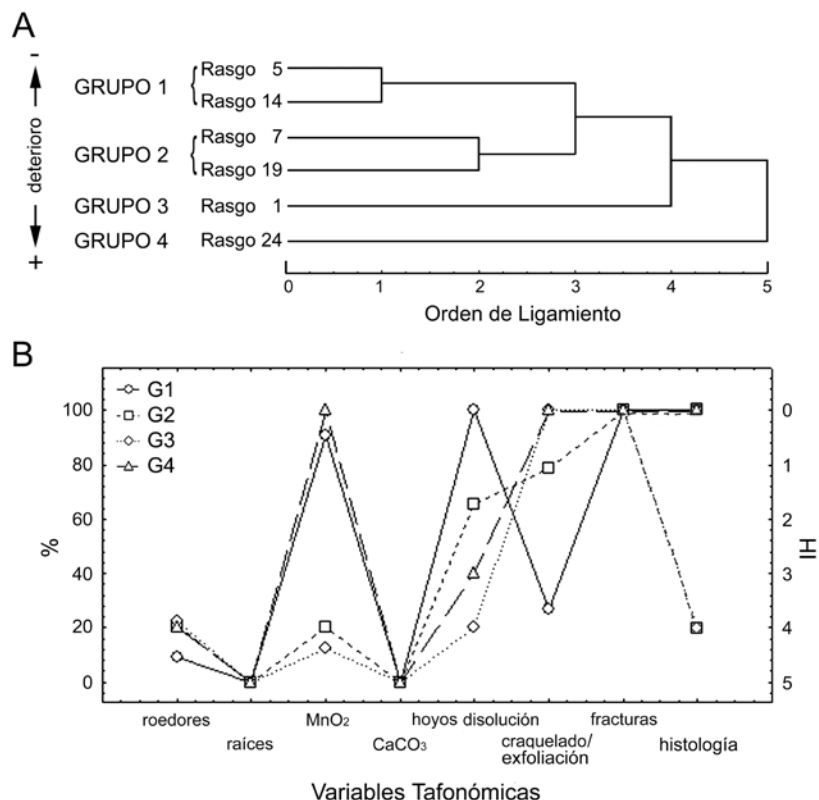
Es de destacar que las tres muestras correspondientes al rasgo 7 presentan diferentes estados de preservación, a pesar de su estrecha proximidad espacial. El espécimen R7-133 muestra un estado de preservación bueno, en comparación con R7-129 y R7-104, cuyos estados son muy malos. Esto prueba

que la preservación puede ser variable dentro de un mismo sitio en una escala de metros, o incluso menor (Nielsen-Marsh *et al.* 2000).

### Patrón de distribución espacial de los efectos tafonómicos

Sobre la base del método UPGMA, se identificaron cuatro grupos de rasgos (Figura 4A), cuyos miembros coinciden con aquellos derivados del análisis de agrupamiento basado en el cálculo de las medias-k para cuatro grupos (Figura 4B). El ordenamiento de 1 a 4 de los grupos expresa el creciente grado de deterioro exhibido por los huesos pertenecientes a cada uno de ellos. La tendencia distribucional de los grados de deterioro se relaciona sólo parcialmente con la distribución de los valores de las variables que definen, en este estudio, el grado de agresividad química del suelo (*i.e.*, pH y contenido de nitratos). En efecto, si bien el grado más alto de alteración (Grupo 4) se encuentra incluido dentro de la zona caracterizada por los más altos valores de concentración de nitratos y los más bajos valores de pH, el grado inmediatamente menor (Grupo 3) se localiza en un área con condicio-

nes químicas marcadamente diferentes (Figura 1D; Figura 2A-F). Esta discordancia apoyaría la suposición de que el sector SE del área excavada refleja, en cuanto a su composición química, condiciones relativamente recientes vinculadas con el proceso de urbanización del entorno durante los últimos 50 años. En este sentido, la composición química actual del suelo sería sólo parcialmente representativa de las condiciones imperantes en el área de entierros durante la mayor parte de la historia tafonómica del conjunto óseo recuperado.



**Figura 4.** A: Diagrama de árbol que muestra los grupos de rasgos conformados a partir de los valores porcentuales de representación de cada una de las variables tafonómicas analizadas (método UPGMA, distancias euclidianas); B: Diagrama que muestra la distribución de los valores de medias-k para cuatro grupos de cada una de las variables tafonómicas analizadas (eje izquierdo) (*i.e.*, marcas de roedores, marcas de raíces, manchas de MnO<sub>2</sub>, dióxido de manganeso, CaCO<sub>3</sub>, hoyos de disolución química, craquelado y exfoliación, fracturas); en el eje derecho se indican los valores del índice histológico (IH) calculado para muestras individuales.

## DISCUSIÓN

En líneas generales, los restos humanos depositados en este sitio han estado expuestos a un conjunto de factores que han alterado significativamente tanto la integridad anatómica de los individuos como el estado de conservación a nivel

superficial, estructural e histológico de los huesos, si bien de modo diferencial.

Desde el punto de vista de la integridad anatómica a nivel individual, se observa la ausencia de diferentes porciones de los huesos largos, un hecho que no puede explicarse por agentes o procesos cuyo impacto haya estado determinado por la densidad mineral ósea. Si bien existen evidencias de un extensivo ataque químico a las superficies de los huesos, bajo la forma de hoyos de disolución, el pH del suelo –cuyos valores medios actuales son ligeramente ácidos– no explica el patrón de representación de los distintos elementos anatómicos considerados que, en este caso, parece variar en forma independiente de la densidad mineral ósea. Antes bien, es probable que tal patrón haya surgido de la acción conjunta de diferentes agentes y procesos, entre los cuales pueden mencionarse a la propia actividad inhumatoria humana recurrente –potencialmente capaz de alterar, de diferentes modos y en cada evento de entierro, a los restos previamente depositados– y a agentes y procesos que determinan la descomposición y alteración de los componentes orgánicos e inorgánicos del hueso (v.g., actividad de microorganismos, composición de los suelos, régimen hidrológico imperante) (Hedges y Millard 1995; Hedges *et al.* 1995; Nielsen-Marsh y Hedges 2000; Jans *et al.* 2004; Turner-Walker 2008).

El alto nivel de daño estructural del conjunto, representado por la fracturación (fracturas completas e incompletas), el craquelado, la exfoliación y, en casos extremos, el colapso por fragmentación, sugieren una pérdida de la resistencia tensil de los huesos, cuya causa principal es la diagénesis (*i.e.*, pérdida o ruptura) del colágeno (Turner-Walker y Parry 1995: 190). En tejidos mineralizados, la pérdida o ruptura del colágeno ocurre como resultado de la escisión hidrolítica de los enlaces peptídicos, que puede ocurrir mediante hidrólisis química o hidrólisis enzimática (Collins *et al.* 1995; Holmes *et al.* 2005; Dobberstein *et al.* 2009). En el caso de la hidrólisis química, esta depende de la presencia de agua (Collins *et al.* 1995), la cual, incluso en los ambientes más áridos, se encuentra retenida en el interior de los poros del hueso (Hedges y Millard 1995). Cuando está presente, el agua –debido a su pequeño tamaño molecular– puede entrar en contacto estrecho con las fibrillas de colágeno, y desencadenar entonces la reacción hidrolítica. Esto ocurre preferentemente en climas cálidos o en entierros muy cercanos a la superficie, ya que es un proceso controlado por la temperatura (Collins *et al.* 1995; Hedges 2002; Holmes *et al.* 2005). La íntima asociación en el nivel nanoestructural entre las fibrillas de colágeno y los cristales de hidroxiapatita impide la interacción entre la proteína y moléculas de mayor tamaño que el agua, por lo que la hidrólisis enzimática (*i.e.*, biodegradación por agentes microbianos) requiere la disolución

previa de la fracción mineral del hueso (Turner-Walker 2008). Esta puede ocurrir por acción de ácidos orgánicos extracelulares (Turner-Walker y Syversen 2002) o por acción del agua bajo regímenes hidrológicos de recarga o flujo (*i.e.*, bajo condiciones fluctuantes de humedad) (Hedges y Millard 1995; Nielsen-Marsh y Hedges 2000; Nielsen-Marsh *et al.* 2000). En cualquier caso, tanto la pérdida de colágeno –por hidrólisis química o enzimática– como la disolución de la hidroxiapatita bajo condiciones hidrológicas y geoquímicas particulares (*i.e.*, tránsito neto de agua a través del hueso en suelos con concentraciones de calcio y fosfato por debajo del nivel de saturación *respecto del* mineral óseo), generan un aumento en la porosidad del hueso (Hedges 2002; Turner-Walker 2008) y, consecuentemente, un decrecimiento en la resistencia de este a diversas fuerzas externas, particularmente las de tensión y compresión (Turner-Walker y Parry 1995).

En RSCII, la naturaleza del suelo (arenoso, ligeramente ácido, probablemente pobre en calcio aunque con alto contenido de fósforo y con alta conductividad de agua) y la posición estratigráfica de los entierros (cercanos a la superficie, particularmente durante los últimos 50 años), permiten pensar que el modelo simple de disolución de la hidroxiapatita (Hedges y Millard 1995; Nielsen-Marsh *et al.* 2000; Hedges 2002) pudo haber sido un mecanismo eficiente de debilitamiento de los huesos. Asimismo, la diagénesis temprana del colágeno, al menos en algunos casos, parece haber sido consecuencia de la acción microbiana, particularmente de bacterias, tal como lo demuestran los estudios histológicos realizados y la extendida, pero dispar, presencia de tinción puntiforme de MnO<sub>2</sub> sobre la superficie de los huesos. Sin embargo, debido a lo extensivo del fenómeno de pérdida de la resistencia tensil de los huesos –que incluye a especímenes con y sin evidencias de ataque microbiano intenso–, otros mecanismos de degradación del colágeno, como la hidrólisis química, parecen haber impactado sobre el conjunto. En particular, este fenómeno pudo haberse incrementado durante las últimas décadas debido al aumento de la radiación solar –y por lo tanto, de la temperatura–, al reducirse la distancia de los entierros a la superficie del terreno luego de la apertura de la calle que atraviesa al sitio.

Actuando sobre un conjunto ya debilitado diagénicamente y fracturado *in situ* por agentes que ejercieron su acción a largo plazo (v.g., presión de los sedimentos), factores físicos recientes tales como a) compresión transversal por compactación sedimentaria (*i.e.*, durante la construcción de la calzada); b) tránsito vehicular y pisoteo; c) aumento en la amplitud de la fluctuación en las condiciones de humedad/sequedad (por incremento del contacto con aguas meteóricas percoladas no saturadas y por aumento de la radiación solar, en ambos casos como consecuencia de la

posición más superficial adquirida por los entierros durante los últimos 50 años); así como otros más antiguos no claramente identificados, pueden dar cuenta del estado actual de los restos óseos analizados.

Si bien consideramos que algunos factores químicos –de probable origen más reciente y potencialmente agresivos para los huesos (v.g., concentraciones localizadas de valores relativamente altos de nitratos y ligeramente ácidos de pH)– no tuvieron un impacto significativo sobre el conjunto, su permanencia o eventual aumento futuro podrían ocasionar daños adicionales en el corto y mediano plazo. Esto cobra relevancia teniendo en cuenta que el sector de entierros constituye, actualmente, parte de un museo de sitio, perteneciente al recientemente inaugurado Museo Arqueológico de Santo Tomé (MAST). El monitoreo de la evolución química del suelo, así como de su efecto sobre los huesos, deberá constituir sin dudas parte de las acciones destinadas a asegurar la conservación del sitio.

### CONSIDERACIONES FINALES

El modelo de historia tafonómica propuesto para los entierros humanos del sitio RSCII, formulado a partir de la consideración de evidencia contextual y del análisis de un conjunto seleccionado de elementos (huesos largos) y de indicadores, debe ser considerado de carácter preliminar y exploratorio. Futuros estudios deberán estar orientados a determinar, de manera más analítica, a) el impacto real de la hidrología y de la actividad microbiana sobre los procesos de disolución del mineral óseo (v.g. análisis de la distribución del tamaño de los poros mediante porosimetría por intrusión de mercurio y de la precipitación y recristalización del mineral mediante cálculo del índice de cristalinidad) (Hedges et al. 1995; Nielsen-Marsh y Hedges 1999); y b) la cantidad y calidad del colágeno remanente en los huesos (v.g., mediante el cálculo del % en peso del C y N y de la relación C:N). Asimismo, un aspecto a profundizar lo conforman las causas de la distribución espacialmente heterogénea de los indicadores óseos de alteración diagenética analizados. Para ello, deberán extenderse los estudios a la totalidad de la muestra disponible. En particular, deberá prestarse especial atención a la identificación de posibles diferencias en los patrones de pérdida de mineral y colágeno entre los entierros primarios y secundarios, ya que ambas clases cuentan con condiciones iniciales marcadamente diferentes, lo que condiciona su posterior historia tafonómica (Jans et al. 2004).

A modo de resumen, puede decirse que los resultados obtenidos representan un punto de partida para el desarrollo y aplicación de un enfoque tafonómico –hasta el presente, virtualmente ausente en la región de estudio–, no sólo orientado a resolver problemas

arqueológicos y de preservación patrimonial en la escala de sitio, sino también en una escala espacial más amplia. En este sentido, la profundización de esta línea de trabajo representa uno de los mayores y más necesarios desafíos que la investigación regional deberá afrontar en el futuro.

### Agradecimientos

A FUNDARQ y a la Municipalidad de Santo Tomé (pcia. de Santa Fe), por su apoyo económico y logístico; y a los miembros del equipo de investigación, por su esfuerzo, dedicación y amistad. Este texto es una versión abreviada del trabajo de Tesis de Licenciatura de la primera autora, presentada ante la Escuela de Antropología de la Facultad de Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de Rosario en diciembre de 2013.

### REFERENCIAS CITADAS

- Albert, L. A.  
1997 Nitratos y nitritos. En *Introducción a la toxicología ambiental*, editado por L. A. Albert, pp. 279-296.  
Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de la Salud (OPS-OMS), México.
- Barrientos, G., R. Goñi, A. Zangrando, M. Del Papa, S. García Guraieb, M. J. Arregui y C. Negro  
2007 Human taphonomy in southern Patagonia: a view from the Salitroso lake basin (Santa Cruz, Argentina). En *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina*, editado por A. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons y M. Salemme, pp. 187-201. BAR International Series 1601. Archaeopress, Oxford.
- Binford, L.  
1984 *Faunal Remains from Klasies River Mouth*. Academic Press, Orlando, Florida.
- Collins, M. J., M. Riley, A. Child y G. Turner-Walker  
1995 A basic mathematical simulation of the chemical degradation of ancient collagen. *Journal of Archaeological Science* 22: 175-83.
- Conti, M. E. (editor)  
2000 *Principios de edafología, con énfasis en suelos argentinos*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Daniels, V.  
1981 Manganese-containing stains on excavated pottery sherds. *Masca Journal* 1: 230-231.
- Dobberstein, R. C., M. J. Collins, O. E. Craig, G. Taylor, K. E. H. Penkman y S. Ritz-Timme  
2009 Archaeological collagen: Why worry about collagen diagenesis? *Archaeological and Anthropological Sciences* 1: 31-42.



- Ecker, H.  
1989 The characterization of weathering effects and the conservation of a mammoth tusk from Roxton, Bedfordshire. *Institute of Archaeology Bulletin* 26: 183-223.
- Feuillet Terzaghi, M. R.  
2009 El registro bioarqueológico de la cuenca inferior del río Salado y cuenca del río Coronda (margen derecha, provincia de Santa Fe). Tesis Doctoral inédita. Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.
- Galligani, P. E.  
2013 Tafonomía de los Entierros Humanos del Sitio Río Salado-Coronda II. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
- Galloway, A., P. Willey y L. Snyder  
1997 Human bone mineral densities and survival of bone elements: a contemporary sample. En *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*, editado por W. Haglund y M. Sorg, pp. 295-317. CRC Press, Boca Raton.
- Giai, S. B. y M. A. Hernández  
1999 Aproximación de la curva recarga-precipitación en zonas medanosas. *Serie de Correlación Geológica* 13: 353-360.
- González, M. E.  
2013 Procesos de formación y efectos tafonómicos en entierros humanos: el caso del sitio Paso Alsina 1 en Patagonia Nororiental Argentina. *Magallania* 41 (1): 133-154.
- Gordon, C. J. y J. E. Buikstra  
1981 Soil pH, bone preservation and sampling bias at mortuary sites. *American Antiquity* 46: 566-571.
- Gutiérrez, M.  
2004 Análisis Tafonómicos en el Área Interserrana (Provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Hackett, C. J.  
1981 Microscopical focal destruction (tunnels) in exhumed human bones. *Medicine, Science and the Law* 21: 243-65.
- Hedges, R. E. M.  
2002 Bone diagenesis: An overview of processes. *Archaeometry* 44: 319-328.
- Hedges, R. E. M. y A. R. Millard  
1995 Bones and groundwater: Towards the modelling of diagenetic processes. *Journal of Archaeological Science* 22: 155-164.
- Hedges, R. E. M., A. R. Millard y A. W. G. Pike  
1995 Measurements and relationships of diagenetic alteration of bone from three archaeological sites. *Journal of Archaeological Science* 22: 201-209.
- Holmes, K. M., K. A. Robson Brown, P. William, P. Oates, M. J. Collins  
2005 Assessing the distribution of African Palaeolithic sites: A predictive model of collagen degradation. *Journal of Archaeological Science* 32: 157-166.
- INTA-MAG  
1981 Mapas de suelos de la provincia de Santa Fe. Escala 1:50000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)-Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela, Rafaela.
- Jans, M.  
2014 Microscopic destruction of bone. En *Manual of Forensic Taphonomy*, editado por J. T. Pokines y S. A. Symes, pp. 19-36. CRC Press, Boca Raton.
- Jans, M., C. Nielsen-Marsh, C. Smith, M. Collins y H. Kars  
2004 Characterisation of microbial attack on archaeological bone. *Journal of Archaeological Science* 31: 87-95.
- Johnson, E.  
1985 Current developments in bone technology. *Advances in Archaeological Method and Theory* 8: 157-235.
- Lam, Y. M.  
2014 Bone density studies in environmental archaeology. En *Encyclopedia of Global Archaeology*, editado por C. Smith, pp. 942-946. Springer, Nueva York.
- Lyman, R. L.  
1994 *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge.  
2014 Bone density and attrition. En *Manual of forensic taphonomy*, editado por J. Pokines y S. A. Symes, pp. 51-72. CRC Press, Boca Raton.
- Lyman, R. L. y G. L. Fox  
1989 A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. *Journal of Archaeological Science* 16: 293-317.
- Majgier, L. y O. Rahmonov  
2013 Necrosols of cemeteries in Masurian Lakeland. En *Technogenic soils of Poland*, editado por P. Charzyński, P. Hulisz y R. Bednarek, pp. 95-110. Polish Society of Soil Science, Toruń.
- Nicholson, R. A.  
1996 Bone degradation, burial medium and species representation: Debunking the myths, an experiment-based approach. *Journal of Archaeological Science* 23: 513-533.

- Nielsen-Marsh, C. y R. Hedges  
1999 Bone porosity and the use of mercury intrusion porosimetry in bone diagenesis studies. *Archaeometry* 41: 165-174.  
2000 Patterns of diagenesis in bone I: The effects of site environments. *Journal of Archaeological Science* 27: 1139-1150.
- Nielsen-Marsh, C., A. Gernaey, G. Turner-Walker, R. Hedges, A. Pike y M. Collins  
2000 The chemical degradation of bone. En *Human Osteology in Archaeology and Forensic Science*, editado por M. Cox y S. Mays, pp. 439-454. Greenwich Medical Media, Londres.
- Pokines, J. y J. E. Baker  
2014 Effects of burial environment on osseous remains. En *Manual of Forensic Taphonomy*, editado por J. Pokines y S. A. Symes, pp. 73-114. CRC Press, Boca Raton.
- Postma, J.  
2013 Estudio edafológico de los sitios arqueológicos Río Salado-Coronda II (RSCII) y Familia Primón (FP), provincia de Santa Fe. Informe presentado a la Fundación Arqueológica del Litoral (Fundarq), Santa Fe. MS.
- Sartori, J.  
2008 La Cuenca Inferior del Río Salado: Un Desafío para los Análisis Arqueofaunísticos. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.  
2013 Variabilidad Arqueofaunística en la Cuenca Media e Inferior del Río Coronda. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.
- Schmidt, M., M. S. Torn, S. Abiven, T. Dittmar, G. Guggenberger, I. A. Janssens, M. Kleber, I. Kögel-Knabner, J. Lehmann, D. A. C. Manning, P. Nannipieri y D. P. Rasse, S. Weiner y S. E. Trumbore  
2008 Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature* 478: 49-56.
- Turner-Walker, G.  
2008 The chemical and microbial degradation of bones and teeth. En *Advances in Human Palaeopathology*, editado por R. Pinhasi y S. Mays, pp. 3-29. John Wiley & Sons, Chichester.
- Turner-Walker, G. y T. V. Parry  
1995 The tensile strength of archaeological bone. *Journal of Archaeological Science* 22: 185-191.
- Turner-Walker, G. y U. Syversen  
2002 Quantifying histological changes in archaeological bones using BSE-SEM image analysis. *Archaeometry* 44: 161-168.
- Villa, P. y E. Mahieu  
1991 Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution* 21: 27-48.
- Willey, P., A. Galloway y L. Snyder  
1997 Bone mineral density and survival of elements and element portions in the bones of the Crow Creek Massacre victims. *American Journal of Physical Anthropology* 104: 513-528.