

---

## BIOTURBACIÓN POR LOMBRICES EN SITIOS ARQUEOLÓGICOS: ANÁLISIS DESDE LA TAFONOMÍA EXPERIMENTAL

*Alejandro Fernandez<sup>a</sup> y Paula Escosteguy<sup>b</sup>*

### RESUMEN

Las lombrices son bioturbadores que mezclan y desplazan partículas de suelo. Como consecuencia, pueden modificar el contexto arqueológico de diferentes maneras dependiendo de la especie; por ejemplo, al enterrar progresivamente los artefactos más grandes hasta generar una zona de acumulación subsuperficial y al transportar hacia la superficie los objetos más pequeños. Con el fin de conocer los efectos de estos anélidos en sitios arqueológicos de la microrregión del río Salado bonaerense, se desarrollaron experimentos de tafonomía actualística. Se evaluó la actividad de tres especies presentes en la zona y su incidencia en el desplazamiento de distintos tipos de material arqueológico. Se dispusieron al aire libre tres contenedores transparentes, los cuales fueron rellenos con sedimento extraído del área de investigación, que contenía humus y lombrices. En la superficie de cada contenedor se colocaron, respectivamente, huesos de armadillo, artefactos líticos y fragmentos cerámicos experimentales de diversos tamaños. En cada caso, se agregó una capa de hojarasca y se realizó un control semanal durante 18 meses como máximo para registrar la presencia de lombrices, rasgos asociados y el estado de los materiales. Durante las observaciones y al concluir los experimentos, se registraron lombrices en los tres contenedores, en diferentes posiciones y a distintas profundidades. También se apreciaron túneles, grumos fecales y un cocón. Una vez finalizada la experimentación, los huesos se encontraban semienterrados y enterrados a distintas profundidades, mayormente hasta los primeros cinco cm. Algunos artefactos líticos registraron desplazamientos y/o enterramiento hasta tres cm. Los tiestos cerámicos fueron semienterrados o permanecieron en superficie.

**PALABRAS CLAVE:** Procesos de formación; Estudios actualísticos; Fauna edáfica; Annelida; Microrregión del Salado.

### ABSTRACT

Earthworms are bioturbators that mix and move soil particles. As a consequence, they can modify the archaeological context in different ways depending on the species; for instance, by progressively burying the bigger artifacts to generate a subsurface accumulation zone and moving up smaller objects to the surface. In order to know the effects of these annelids in archaeological sites of the Salado River Microregion, actualistic taphonomy experiments were developed. The activity of three species present in the area and their incidence in the displacement of different types of archaeological material were evaluated. Three transparent containers were placed outdoors and then filled with sediment extracted from the research area, which contained humus and earthworms. On the surface of each container were placed, respectively, experimental armadillo bones, lithic artifacts and pottery sherds of various sizes. In

---

<sup>a</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Arqueología. 25 de mayo 217, 3er piso, CP C1002ABE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: alex\_mcf Ferdinand@hotmail.com

<sup>b</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) -Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Arqueología. 25 de mayo 217, 3er piso, CP C1002ABE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: paueguy@hotmail.com

each case, a litter layer was added and a weekly control was carried out for up to 18 months to record the presence of earthworms, associated features and the condition of the materials. Both during observations and when the experiments concluded, worms were recorded in all three containers, in different positions and depths. Burrows, casts and a cocoon were also seen. Once the experimentation was finished, the bones were half buried and buried at different depths, mostly up to the first five cm. Some lithics were displaced and/or buried up to three cm. The pottery sherds were half buried or remained on the surface.

**KEYWORDS:** Site formation processes; Actualistic studies; Edaphic fauna; Annelida; Salado River Microregion.

---

## INTRODUCCIÓN

Las lombrices son anélidos hermafroditas que se reproducen por apareamiento, autofecundación o partenogénesis y nacen de huevos llamados “cocones” (Díaz Cosín, Novo & Fernández, 2011). Se alimentan mediante la digestión de la materia nutritiva presente en el suelo y depositan los restos en la superficie o en profundidad. Como resultado de este proceso se genera humus (Coleman, Callahan & Crossley Jr., 2017). Así, las lombrices son consideradas “ingenieros del ecosistema” (*sensu* Masín, Rodríguez & Maitre, 2011), ya que aceleran el proceso de descomposición de materia orgánica y el ciclo de nutrientes y tienen un fuerte efecto sobre las propiedades hidráulicas del suelo debido a la incidencia sobre la porosidad del mismo. Además, son importantes agentes bioturbadores, ya que continuamente mezclan y desplazan partículas de suelo, entierran progresivamente los objetos más grandes y transportan hacia la superficie los más pequeños. Como consecuencia, son un agente potencial de disturbación de sitios arqueológicos. Incluso pueden generar una línea de piedras o de artefactos en una zona de acumulación subsuperficial, confundible con un rasgo cultural (*e.g.* Canti, 2003).

La Depresión del río Salado, en la provincia de Buenos Aires, es una zona en la que dominan los suelos clasificados como molisoles (Figura 1). Éstos se caracterizan, en general, por su alto contenido de materia orgánica, arcilla y bases y un horizonte superficial bien estructurado. El clima es templado y húmedo, los veranos son cálidos y la estación más seca es invierno. El régimen de precipitaciones es inestable y se caracteriza

por ciclos interanuales de sequías e inundaciones (Quirós, 2005).

Los sitios arqueológicos en este sector se caracterizan por ser someros, dado que la mayoría de los restos materiales se encuentran depositados en el horizonte A (primeros 30 a 40 cm del suelo), donde se observa una intensa bioactividad (Zárate, González de Bonaveri, Flegenheimer & Bayón, 2005). Ésta comprende la bioturbación por raíces y fauna edáfica, la cual abarca una gran diversidad de artrópodos y anélidos como las vulgarmente denominadas “lombrices de tierra”, ciempiés, arañas, hormigas, termitas, ácaros, entre otros taxones.

Con el fin de profundizar el conocimiento sobre los efectos que producen las lombrices en sitios arqueológicos, se desarrolló un programa de tafonomía actualística en el cual se evalúa la actividad conjunta de tres especies y su incidencia como agente perturbador de material óseo, lítico y cerámico.

## ANTECEDENTES

Desde el punto de vista etológico, las lombrices han sido clasificadas en: epígeas, endógeas y anécicas. Las especies epígeas habitan en la superficie y se alimentan de la hojarasca; las endógeas viven en la profundidad y cavan túneles horizontales para alimentarse del suelo; y las anécicas moran en profundidad pero ascienden a la superficie, generalmente durante la noche, cavando túneles verticales para consumir la hojarasca (Coleman et al., 2017).

Uno de los primeros en reconocer la actividad bioturbadora de las lombrices sobre los sitios

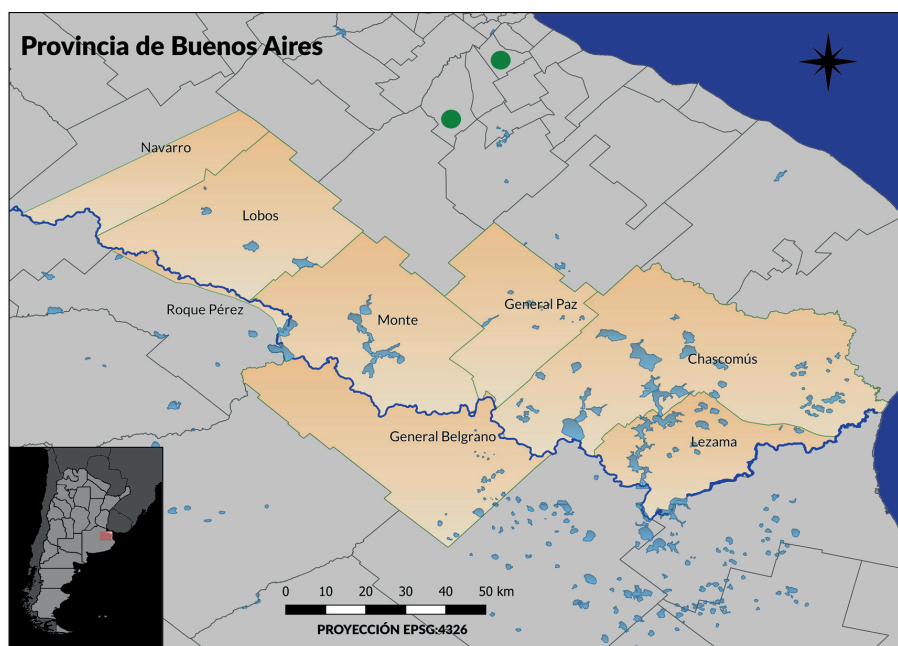


Figura 1. Mapa de la microrregión del río Salado y alrededores. Se indican los lugares en donde se realizaron los experimentos.

arqueológicos fue Charles Darwin (1881), quien demostró que estos invertebrados entierran progresivamente los artefactos mediante la repetida deposición de sus fecas sobre la superficie de la tierra, mientras que los de menor tamaño podían ser arrastrados junto con las hojas hacia sus madrigueras. Además, según la especie de lombriz y el tipo de suelo, construyen galerías, túneles y cámaras de diversos tamaños a medida que excavan.

Stein (1983) y Canti (2003, 2007) han realizado observaciones y experimentaciones sobre la especie *Lumbricus terrestris*, de tipo anécica, la cual es originaria de Europa pero se ha expandido progresivamente al resto del mundo. Entre los resultados se destaca el hallazgo de galerías y grumos fecales en los perfiles estratigráficos de los sitios analizados (Canti, 2003; Stein, 1983) y, en el sedimento utilizado para la experimentación, de gran cantidad de pequeños gránulos de carbonato de calcio (de hasta 2,5 mm), los cuales fueron producidos por las glándulas calcíferas de las lombrices (Canti, 2007, Figura 2).

Por otra parte, Armour-Chelu & Andrews (1994) desarrollaron una metodología para dar cuenta de la forma en que huesos de roedores pequeños como *Mus domesticus* y *Myodes glareolus*, son dispersados a través del suelo por la actividad

de lombrices. Los resultados indicaron que *L. terrestris* desplaza huesos pequeños, por lo menos 20 cm verticalmente y hasta 15 cm en sentido horizontal. Incluso éstos se rompen, abraden y mezclan con remanentes óseos de otras fuentes (es decir, no experimentales). Los autores indicaron que estos efectos se pueden extender a objetos pequeños de otros materiales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El programa experimental fue diseñado de acuerdo con la propuesta metodológica de Armour-Chelu y Andrews (1994), teniendo en cuenta las especies presentes en la zona de trabajo e incluyendo diferentes tipos de materiales. Las muestras sedimentarias de nuestros experimentos contenían tres especies no nativas de lombrices<sup>1</sup>: *Eisenia fetida* (familia Lumbricidae), *Aporrectodea caliginosa* (familia Lumbricidae) y *Amyntas gracilis* (familia Megascolecidae). La primera es epígea, es decir, vive en la hojarasca y no ingiere

<sup>1</sup> La identificación taxonómica fue realizada por el Dr. Samuel James (Universidad de Iowa / Universidad de Kansas). Tal como se mencionó en Escosteguy y Fernandez (2017), Megascolecidae y Lumbricidae son familias de lombrices foráneas que están distribuidas ampliamente en Argentina y han desplazado a la mayoría de las especies autóctonas.

suelo (Domínguez, Bedano & Becker, 2009). La segunda, por el contrario, es endógea: se encuentra en el suelo mineral y sólo consume tierra. Por su parte, la última habita en la profundidad del suelo pero consume materia orgánica en la superficie, por lo que ha sido clasificada como epi-endógea (Falco & Momo, 2010). Hasta el momento, no se han identificado especies netamente anécicas en Argentina (Liliana Falco, comunicación personal). Se dispusieron al aire libre tres contenedores transparentes (1, 3 y 4<sup>2</sup>) de 36 litros de capacidad, 34 cm de profundidad, 49 cm de largo y 33 cm de ancho en dos localidades de la provincia de Buenos Aires (Ezeiza y Temperley; Figura 1). La correcta circulación de aire y el drenaje eficiente son unos de los requisitos indispensables para la supervivencia de las lombrices (Stein, 1983). Para asegurar esto, se perforaron los laterales y la base, en la cual se colocó además una capa de arena de un cm de espesor. Luego, se rellenaron con sedimento extraído de los primeros 40 cm en dos sectores del área de trabajo: Villanueva (partido de General Paz) y Berra (partido de San Miguel del Monte). Éste contenía humus –es decir, materia orgánica en descomposición– y lombrices. Se incluyen los datos de Ph (IRAM 29410:1999), porcentaje de materia orgánica (IRAM SAGyP 29571-2:2011) y textura del sedimento colocado en cada contenedor (Método Bouyoucus) (Tabla 1).

En la superficie de cada contenedor se colocaron huesos de mulita (*Dasypus hybridus*) (contenedor 1; Figura 2a), ítems líticos (contenedor 3; Figura 2b) y tiestos cerámicos (contenedor 4; Figura 2c) de diversos tamaños y en todos los casos de carácter experimental (Tablas 2, 3 y 4). En el caso del armadillo, algunos elementos estaban articulados (costillas, metatarsos, falanges) y otros aislados (e.g. escápula). Luego, se colocó una capa de hojarasca sobre la superficie. Por último, los contenedores fueron cubiertos en los laterales con nylon negro, ya que estos anélidos son fotosensibles. En la parte superior se colocó tejido metálico para evitar el ingreso de materiales u organismos ajenos al experimento, y la migración de las lombrices o que éstas fueran predadas por aves.

Se realizó un control semanal que incluyó la verificación de la humedad del sedimento, mediante observación cualitativa, y la presencia de cubierta vegetal de manera ordinal. Los contenedores fueron cubiertos con una tapa plástica durante momentos de lluvia abundante para evitar el anegamiento. A lo largo del experimento, creció vegetación de gramíneas y cardos. Cuando fue necesario, se regó con agua de lluvia y se renovó la hojarasca; además, en los contenedores 3 y 4, se cortó la vegetación excedente para mejorar la visibilidad. Asimismo, se registró la aparición o no

CARACTERÍSTICAS		CONTENEDOR 1	CONTENEDOR 3	CONTENEDOR 4
PERÍODO		5/2016 - 10/2017	5/2017 - 10/2018	5/2017 - 4/2018
MATERIAL		Óseo	Lítico	Cerámica
PH		6,5	6	6,5
MATERIA ORGÁNICA (%)		26,6	27	19,4
TEXTURA	ARENA (%)	28	20	30
	LIMO (%)	47	50	45
	ARCILLA (%)	25	30	25

Tabla 1. Características de cada contenedor.

<sup>2</sup> Los resultados del Contenedor 2 fueron publicados y discutidos en Escosteguy y Fernandez (2017).

de lombrices (indicando la cantidad de lombrices detectadas en cada observación), la presencia de rasgos asociados a su actividad y el estado de los materiales.

luego, fue tamizado utilizando mallas de dos mm y 0,6 mm de abertura, respectivamente, con el fin de recuperar elementos pequeños como gránulos y cocones.



Figura 2. Contenedores en el comienzo del experimento. a) Contenedor con huesos de *Dasypus hybridus*. b) Contenedor con fragmentos líticos. c) Contenedor con cerámica.

Las lombrices fueron registradas distinguiendo las que aparecían en superficie de las que podían verse a través de los laterales de los contenedores. En este último caso, se tuvieron en cuenta su posición (horizontal, vertical u oblicua) y la profundidad a la que fueron detectadas. Como rasgos asociados a la actividad de lombrices se relevaron los túneles (distinguibiles también a través de los laterales), para los cuales también se tomó nota de su posición y profundidad, y la presencia de grumos fecales y bocas de túnel en superficie. En cuanto al estado de los materiales, se registraron su grado de visibilidad, su progresivo enterramiento y su posición (en relación con su posición original al comenzar el experimento). Los experimentos se desarrollaron durante 18 meses, a excepción del contenedor 4 que duró 12 meses.

Todos los contenedores fueron desmontados al finalizar la etapa de experimentación. En cada caso, se recuperaron los especímenes experimentales que eran visibles en superficie y se retiraron la capa de hojarasca y la vegetación excedente. El procedimiento de excavación de cada contenedor se realizó por niveles de cinco cm, hasta llegar a la base. Se registraron, por un lado, bocas de túnel, lombrices y otros organismos; y por el otro, los especímenes semienterrados<sup>3</sup> y enterrados. El sedimento fue colocado en bolsas por nivel y,

Las características iniciales del experimento del contenedor 1 y las observaciones correspondientes a los primeros 12 meses se publicaron previamente (para más detalles, véase Escosteguy & Fernandez, 2017). En el presente artículo se sintetizan los resultados previos y se presentan los resultados de los últimos seis meses del experimento y la recuperación final de los elementos.

Con el fin de poder establecer relaciones con el contexto climático en el que se desarrollaron los experimentos, se presentan los promedios mensuales de temperaturas mínimas y máximas (Figura 3). Los datos fueron provistos por el Servicio Meteorológico Nacional y provienen de la estación meteorológica más cercana a las localidades donde se desarrollaron los experimentos, la cual está ubicada en el Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini (Ezeiza, provincia de Buenos Aires).

## RESULTADOS

A lo largo de los experimentos se registraron lombrices en los tres contenedores, tanto en superficie como a diferentes profundidades y en distintas posiciones. La máxima profundidad a la que fue detectada una lombriz fue 19 cm (contenedor 3: mes de julio 2017); y los días de lluvia fueron vistas en superficie, enredadas en el tejido metálico superior y debajo de las tapas. Entre los meses de junio y julio de 2017 se registró mayor actividad de lombrices (n=14)

<sup>3</sup> Se considera semienterrado cuando al menos el 50% del espécimen está cubierto por sedimento.

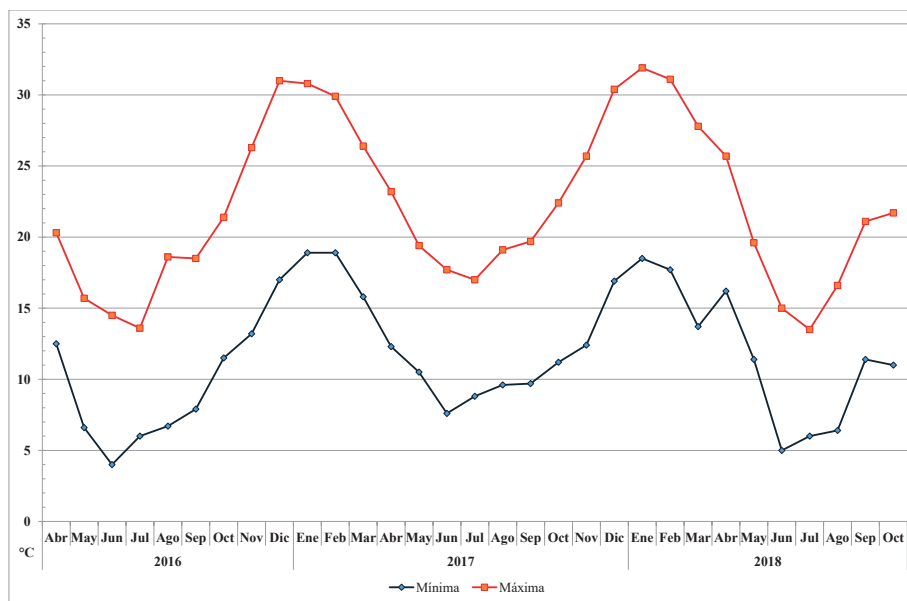


Figura 3. Promedios mensuales de temperaturas mínimas y máximas durante el desarrollo de los experimentos.

y presencia de túneles en el contenedor 3. Por el contrario, durante los mismos meses del año 2018 se observó menor actividad (n=7). En el mes de agosto se observaron grumos fecales (Figura 4b) y un cocón (Figura 4c) en la superficie del contenedor 3. Posteriormente, entre los meses de noviembre y febrero, disminuyó la actividad: en el contenedor 1, sin registro de lombrices ni túneles en diciembre y enero; en el contenedor 3, sin registro en noviembre y diciembre; y en el contenedor 4, sin registro durante todo ese lapso. Además, en algunos registros semanales no se

observaron túneles ni lombrices. Sin embargo, se pudieron apreciar bocas de túneles en el mes de diciembre en el contenedor 4 y en enero y febrero en el contenedor 3 (Figura 4a).

En los tres contenedores también se observaron ciempiés (Chilopoda) y bichos bolita (Oniscidea) en diferentes estadios de maduración, tanto durante el desarrollo de las experiencias, como al momento de recuperar los sedimentos.

Con respecto al estado de los restos óseos del contenedor 1, se destaca el registro de huesos expuestos en la superficie, semienterrados y

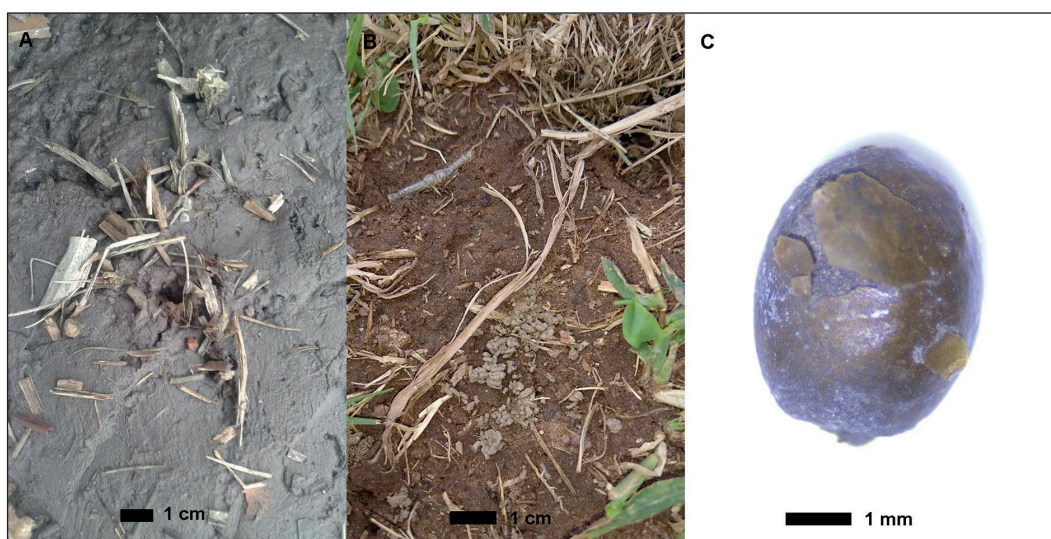


Figura 4. Rasgos asociados a la actividad de las lombrices. a) Boca de túnel. b) Grumos fecales. c) Cocón.

enterrados (Tabla 2). Estos últimos se recuperaron a distintas profundidades: principalmente, hasta cinco cm de profundidad (osteodermos, vértebras caudales y elementos de las extremidades distales como astrágalo, tarsianos, falanges); y en menor proporción, hasta la base del contenedor (placas dérmicas). Algunos, como las costillas, se mantuvieron en posición anatómica. Al contrario, elementos más pequeños, como las placas dérmicas de la cola, que habían comenzado a desprenderse al tercer mes del experimento (para más detalles, véase Escosteguy y Fernandez, 2017, Tabla 2b), migraron por los laterales del contenedor hacia su base. Al finalizar los 18 meses, los huesos y algunas placas dérmicas del contenedor 1 fueron levantados de la superficie. Algunas de estas últimas (n=10) y una falange fueron recuperadas durante el tamizado de los sedimentos (con la malla de dos mm).

En cuanto al material lítico del contenedor 3, a partir del mes de noviembre se documentó hundimiento progresivo en cinco especímenes de peso mayor a 14 g; y hacia el final del experimento, 10 especímenes (en su mayoría de peso menor

a un g) se habían desplazado horizontalmente hasta cuatro cm, quedando agrupados. Luego de 18 meses, se recuperaron los especímenes líticos, principalmente de la superficie. Éstos se encontraron semienterrados, acumulados y parcialmente superpuestos (Figura 5, Tabla 3). Al levantarlos, se observaron bocas de túnel inmediatamente debajo. Sólo dos especímenes, N° 6 y N° 14, fueron localizados a un cm y tres cm de profundidad, respectivamente.



Figura 5. Ítems líticos desplazados y parcialmente enterrados.

Elemento anatómico	N	Largo (mm)*	Profundidad				
			Sup.	Semi-enterrado	0-5 cm	5-10 cm	+10 cm
Cráneo	1	97,04	0	1	0	0	0
Hemimandíbula	2	65,72-68	0	2	0	0	0
Vértebra	14	4,39-36,76	2	5	7	0	0
Escápula	1	72,56	1	0	0	0	0
Costilla	8	47,82-67,08	0	8	0	0	0
Húmero	1	61,96	0	1	0	0	0
Sinsacro	1	95,64	1	0	0	0	0
Fémur	1	67,89	1	0	0	0	0
Tibia-fíbula	2	54,7-56,54	1	1	0	0	0
Tarsiano	10	4,49-12,74	2	0	8	0	0
Astrágalo	2	11,15-12,4	0	1	1	0	0
Calcáneo	2	20,04-20,83	0	0	2	0	0
Metatarso	7	8,97-21,95	1	0	6	0	0
Falange	28	4,46-12,09	5	0	23	0	0
Osteodermo	148	4,34-12,24	1	0	84	10	53
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>131</b>	<b>10</b>	<b>53</b>

Tabla 2. Especímenes óseos recuperados del contenedor 1. Referencias: Sup, Superficie. \*Rango de tamaño cuando es más de un espécimen.

Especímen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Profundidad				
				Sup.	Semi-enterrado	0-5 cm	5-10 cm	+10 cm
1	4,7	3,2	14,4		X			
2	4,8	5,4	26,8	X				
3	5	5,5	32,5		X			
4	5	6,9	36,2		X			
5	4,6	5,2	14,4	X				
6	3,5	4,6	18,5			X		
7	5,9	6,5	49,4		X			
8	2,9	2	3,5	X				
9	4,7	3,4	18,8		X			
10	1,1	2	4,3	X				
11	2	4	13,8	X				
12	2,9	4,2	14,9	X				
13	1	2,4	5,8	X				
14	1	1,3	0,5			X		
15	1	1,6	0,3	X				
16	1,4	1,8	0,7	X				
17	1,1	1,9	0,7	X				
18	2,1	3	3,5		X			
19	0,3	0,5	0,2	X				
20	0,6	0,7	0,2	X				
21	0,3	0,6	0,1		X			
22	0,2	0,3	0,1	X				
23	0,2	0,2	>0,1		X			
24	0,3	0,2	>0,1		X			

Tabla 3. Restos líticos del contenedor 3. Referencias: Sup, Superficie.

El material cerámico del contenedor 4, por su parte, no mostró cambios significativos. Es decir, los especímenes no fueron desplazados de su posición original. Los de peso mayor a 10 g (n=7) resultaron semienterrados (Tabla 4).

Respecto de la temperatura, la más baja se dio al final de otoño (mes de junio). Se destaca que el invierno de 2017 fue más cálido que los de 2016 y 2018. Por otra parte, durante los meses de diciembre, enero y febrero el promedio de temperatura fue de aproximadamente 30° C.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El registro de lombrices en superficie, y de lombrices y túneles a muy diversas profundidades y en diferentes posiciones, es coherente con un comportamiento de tipo anécico. Esto significa

que las lombrices ascendieron a la superficie y cavaron túneles tanto horizontales como verticales. La humedad y la temperatura ambiente fueron factores condicionantes para su permanencia en el sedimento. Por un lado, la mayor cantidad de lombrices detectadas en los momentos anteriores y posteriores a una lluvia se explica porque cuando el suelo se satura de agua, las lombrices se ven forzadas a ascender a la superficie en busca de oxígeno para no morir ahogadas (Stein, 1983). Por otro lado, la mayor actividad durante los meses más templados es consistente con lo observado para algunas especies del género *Aporrectodea*, que presentan diapausa obligada durante los meses de verano mientras que especies del género *Eisenia* interrumpen su producción en momentos de sequía (diapausa facultativa) (Momo y Falco, 2003).



Especimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Profundidad				
				Sup.	Semi-enterrado	0-5 cm	5-10 cm	+10 cm
1	7	3,7	38,1		X			
2	5,1	3,7	20,3		X			
3	4,8	3,8	13,6		X			
4	5,5	2,3	16		X			
5	3,7	5	22,8		X			
6	4,3	2,4	15,1		X			
7	2,7	2	4,8	X				
8	1,8	1	3	X				
9	3,1	2,2	5,6	X				
10	2,8	3,1	8,3	X				
11	2,9	1,7	4,4	X				
12	2	1,9	2,6	X				
13	1,7	3	4,8	X				
14	3,1	2,8	8,1	X				
15	2,3	1,3	3,6	X				
16	2,9	2,4	5,5	X				
17	3	1,2	3,3	X				
18	2,7	2,2	5	X				
19	3,3	2,7	10,2		X			
20	2,2	1,6	3,7	X				
21	3,1	3,2	9,7	X				

Tabla 4. Fragmentos cerámicos del contenedor 4. Referencias: Sup, Superficie.

En esta oportunidad se pudieron observar grumos fecales en la superficie del contenedor 3. A diferencia de lo registrado previamente (Escosteguy & Fernandez, 2017), esto puede deberse, por un lado, a la mayor visibilidad como resultado del control del crecimiento de vegetación realizado en este contenedor. Por otra parte, se puede atribuir también a una mayor proporción de lombrices con comportamiento epigeo/epi-endógeo, tales como *E. fetida* y *A. gracilis*.

Respecto del enterramiento de los distintos materiales, en el contenedor 1 prevaleció el entierro paulatino de huesos pequeños como tarsianos, falanges y aquellas placas dérmicas de menor tamaño. Una tendencia similar había sido documentada por Armour-Chelu & Andrews (1994) en sus experiencias. En cuanto a los ítems líticos del contenedor 3, los que resultaron semienterrados fueron en su mayoría los más pesados (>14 g). El espécimen que fue recuperado a un cm de la

superficie tiene un peso de 18,5 g, mientras que el que fue hallado a mayor profundidad (tres cm) pesa 0,5 g. Se destaca que los especímenes más livianos (<0,1 g) no resultaron enterrados. Esto es posible que se deba a su densidad, la cual habría permitido que, si estos objetos fueron previamente enterrados, las lombrices los devolvieran a la superficie. Este movimiento podría haberse dado también en huesos pequeños (a diferencia del caso de los fragmentos cerámicos).

En suma, el progresivo enterramiento de los restos óseos y líticos podría asociarse a la acción de las lombrices con la colaboración de otros taxones, como ciempiés y bichos bolita, que de acuerdo con Balek (2002) también remueven suelo. Por su parte, el desplazamiento horizontal y el cambio de posición de los ítems líticos formando *clusters* habría sido producido indirectamente por las lombrices mientras cavaban túneles, aunque este proceso podría haber sido asistido por la acción

de las raíces. En cuanto a la migración de algunas placas dérmicas de la mulita a través de los laterales del contenedor 1, ésta fue consecuencia del proceso de contracción y dilatación del sedimento –dado su alto contenido de arcillas expandibles 2/1–, que se corresponde con la alternancia de momentos de sequía y de lluvias.

Por último, los tiestos, que fueron los materiales menos afectados, tuvieron un comportamiento similar a los otros dos tipos de material ya que los especímenes más pesados (>10 g) fueron semienterrados. Sin embargo, los menores a 10 g permanecieron en la superficie durante todo el experimento. Esta diferencia podría deberse a las características físicas del sedimento contenido, el cual presentaba una estructura más compacta que habría impedido el desarrollo de vegetación y fauna similares a los otros contenedores. Sin embargo, la excavación del contenedor confirmó que la población de lombrices no había disminuido de manera drástica; por lo que, si este experimento hubiera seguido su curso, eventualmente se habrían percibido más cambios.

En síntesis, por medio de estas experimentaciones, nuestro propósito fue abordar el potencial como agente tafonómico de otras especies de lombrices diferentes de *L. terrestris* (cuyo accionar ha sido ampliamente estudiado). Así, los resultados aquí presentados nos permiten dar cuenta de tres especies de lombrices cuya presencia es habitual en sitios de la Pampa Húmeda de nuestro país y que podrían estar afectando diversos contextos arqueológicos. En este sentido, los modelos propuestos a partir del estudio de *L. terrestris* u otros lumbrícidos para la bioturbación de sitios arqueológicos europeos o norteamericanos no son del todo útiles para interpretar procesos de formación en el cono sudamericano, ya que se ha constatado que dicha especie presenta mayor capacidad de alterar el registro.

En conclusión, la bioturbación por lombrices es un factor tafonómico determinante para el registro arqueológico, en particular en sitios someros. Los experimentos demostraron la capacidad de estas especies de anélidos para producir perturbación. Pero, en el entorno natural, ésta

debe ser integrada con la acción de otros procesos de formación actuantes en la microrregión del río Salado (e.g., bioturbación por insectos y raíces, hidromorfismo, argiliturbación, etc.). Entonces, las experimentaciones aquí realizadas apuntan a una mejor comprensión del rol de las especies locales de lombrices –en conjunto con otros agentes tafonómicos– en el sepultamiento y desplazamiento de distintos tipos de material arqueológico.

#### AGRADECIMIENTOS

Una versión previa de este trabajo se presentó en el IV Encuentro Latinoamericano de Arqueozoología (Río Gallegos, 21 al 23 de noviembre de 2018). Le agradecemos a la Dra. Isabel Cruz por invitarnos a participar en este número, al Dr. Samuel James y al Técnico Químico Roberto Leandro por sus valiosos aportes, a la Prof. Olivia Sokol por la confección del mapa, al Servicio Meteorológico Nacional por los datos brindados, a las Dras. María Magdalena Frère y Romina Frontini por sus comentarios y sugerencias, y a los dos evaluadores anónimos por sus acertadas observaciones que ayudaron a mejorar el manuscrito original. Este trabajo ha sido financiado por UBACyT 20020170100525BA, PICT 2015-0272 y PICT 2016-0368 y una de los autores (P. E.) recibió apoyo económico para viajes de docentes investigadores a congresos (Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires).

#### BIBLIOGRAFÍA

- Armour-Chelu, M. & Andrews, P. (1994). Some effects of bioturbation by earthworms (*Oligochaeta*) on archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, 21(4), 433-443.
- Balek, C. (2002). Buried artifacts in stable upland sites and the role of bioturbation: a review. *Geoarchaeology, an International Journal*, 17(1), 41-51.
- Blakemore, R. (2002). *Cosmopolitan earthworms: an eco-taxonomic guide to the peregrine species of the world*. Canberra: VermEcology.

- Canti, M. (2003). Earthworm activity and archaeological stratigraphy: a review of products and processes. *Journal of Archaeological Science*, 30(2), 135-148.
- Canti, M. (2007). Deposition and taphonomy of earthworm granules in relation to their interpretative potential in Quaternary stratigraphy. *Journal of Quaternary Science*, 22(2), 111-118.
- Coleman, D., Callaham, M. & Crossley Jr., D. (2017). *Fundamentals of soil ecology*. Londres: Elsevier Academic Press.
- Darwin, C. (1881). *The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits*. Londres: John Murray.
- Díaz Cosín, D., Novo, M. & Fernández, R. (2011). Reproduction of earthworms: sexual selection and parthenogenesis. En A. Karaca (Ed.), *Biology of earthworms, Soil Biology* 24 (pp. 64-86). Verlag, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Domínguez, A., Bedano, J. & Becker, A. (2009). Cambios en la comunidad de lombrices de tierra (*Annelida: Lumbricina*) como consecuencia del uso de la técnica de siembra directa en el centro-sur de Córdoba, Argentina. *Ciencia del Suelo*, 27(1), 11-19.
- Escosteguy, P. & Fernandez, A. (2017). The effects of bioturbation by earthworms. Preliminary results of an actualistic Taphonomy experiment. *Journal of Taphonomy*, 15(1-3), 11-27.
- Falco, L. & Momo, F. (2010). Selección de hábitat: efecto de la cobertura y del tipo de suelo en lombrices de tierra. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(2), 179-187.
- Masín, C., Rodríguez, A. & Maitre, M. I. (2011). Evaluación de abundancia y diversidad de lombrices de tierra en relación con el uso del suelo en el cinturón hortícola de Santa Fe (Argentina). *Ciencia del Suelo*, 29(1), 21-28.
- Momo, F. & Falco, L. (2003). Mesofauna del suelo. Biología y ecología. En *Microbiología agrícola. Un aporte de la investigación argentina*, (pp. 51-58). Santiago del Estero: Editorial de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Quirós, R. (2005). La ecología de las lagunas de las Pampas. *Investigación y Ciencia*, 1(6), 1-13.
- Stein, J. (1983). Earthworm activity: a source of potential disturbance of archaeological sediments. *American Antiquity*, 48(2), 277-289.
- Zárate, M., González de Bonaveri, M. I., Flegenheimer, N. & Bayón, C. (2001-2002). Sitios arqueológicos someros: el concepto de sitio en estratigrafía y sitio de superficie. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 19, 635-653.