



Caracterización tecno-morfológica de pseudoartefactos producidos por pisoteo humano: evaluación experimental sobre diferentes materias primas líticas

Techno-morphological characterization of pseudoartifacts produced by human trampling: experimental assessment on different lithic raw materials

Karen Borrazzo¹, Catalina Balirán², Franco Pazzi³ y Celeste Weitzel⁴

¹ Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU-CONICET), Buenos Aires, Argentina. E-mail: kborrazzo@yahoo.com.ar

² Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU-CONICET), Buenos Aires, Argentina. E-mail: cataclorofila@gmail.com

³ CONICET. Área Arqueología y Antropología, Museo de Ciencias Naturales, Municipalidad de Necochea, Buenos Aires, Argentina. E-mail: francopazzi@hotmail.com

⁴ CONICET. Área Arqueología y Antropología, Museo de Ciencias Naturales, Municipalidad de Necochea, Buenos Aires, Argentina. E-mail: celweitzel@gmail.com

Resumen

La acción de los procesos tafonómicos sobre litos naturales o artefactos puede generar pseudomorfos de instrumentos líticos. Esto es particularmente cierto para los procesos postdeposicionales que incluyen a los mecanismos de percusión y presión en su funcionamiento. Entre ellos se encuentra el pisoteo, uno de los procesos tafonómicos más ubicuos en distintos contextos arqueológicos, especialmente aquellos de superficie. A fin de contribuir a la identificación del ruido de fondo tafonómico en diferentes regiones, en este trabajo realizamos la caracterización morfológica de pseudoinstrumentos líticos producidos experimentalmente por pisoteo humano. Para maximizar la comparabilidad de nuestros resultados, analizamos las piezas experimentales siguiendo la propuesta morfo-tipológica de uso más difundido en Argentina. Se describen el tipo de rastro complementario, grupos tipológicos, extensión de los filos, la anchura y patrón de los lascados, entre otros aspectos. Las experiencias incluyeron el pisoteo sobre sustrato duro y blando de piezas confeccionadas con una amplia variedad de materias primas líticas representadas en diversos conjuntos arqueológicos de Pampa y Patagonia. Ello permitió explorar las variaciones existentes en los efectos del pisoteo sobre distintas rocas y sustratos, así como generar expectativas sobre la contribución del ruido tafonómico a los conjuntos líticos bajo la forma de pseudoinstrumentos.

Palabras clave: Tecnología lítica; Tafonomía lítica; Actualismo; Pseudoinstrumento; Clasificación.

Abstract

The action of taphonomic processes on rock fragments or on lithic artifacts may generate stone tool pseudomorphs. This is particularly the case if postdepositional processes acting upon lithics include percussion and/or pressure mechanisms. Trampling is one of the most ubiquitous taphonomic processes in archaeological contexts, in particular surface loci. In this paper, we present a techno-morphological characterization of experimental lithic pseudotools produced by human treadage in order to contribute to the identification of the taphonomic background noise within different regions. Experimental artifacts were analyzed using the main classification methodology applied by lithic analysts in Argentina, to maximize the comparability of the outcomes of this research. Edge damage, stone tool type, flake scar size, flaking pattern, etc., are described. Trampling experiences included several raw materials represented within Pampa and Patagonia archaeological assemblages. It allowed us to explore variations within trampling effects on different rocks and substrates as well as to generate expectations on the contribution of pseudotools to the archaeological assemblages.

Keywords: Lithic technology; Lithic taphonomy; Actualism; Pseudotool; Clasificación.

Recibido 03-04-2024. Recibido con correcciones 18-05-2024. Aceptado 24-05-2024

Revista del Museo de Antropología 17 (2): 105-118 /2024 / ISSN 1852-060X (impreso) / ISSN 1852-4826 (electrónico)
<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/antropologia/index>

IDACOR-CONICET / Facultad de Filosofía y Humanidades – Universidad Nacional de Córdoba - Argentina



Introducción

El problema de los pseudomorfos de artefactos líticos ha suscitado debates en arqueología por más de un siglo (e.g. Sellers, 1885; Warren, 1905). La presencia de pseudoartefactos en distintos contextos arqueológicos del mundo ha generado acalorados debates, pero también ha promovido el desarrollo de varios esfuerzos metodológicos dirigidos a su identificación. A grandes rasgos, se han aplicado dos abordajes principales en el estudio de los pseudoartefactos: (1) la comparación de las características morfológicas de las muestras bajo estudio con piezas arqueológicas, de origen antrópico probado, y (2) la construcción de marcos de referencia a través de estudios actualísticos que incluyen observaciones naturalistas y experimentos. Estas aproximaciones combinan test ciegos, recolección de muestras naturales, estudios tecno-morfológicos, morfométricos, estadísticos y, sobre todo, experimentales, y demuestran el rol protagónico que debe tener la evaluación del contexto depositacional, tanto ambiental como arqueológico, de las evidencias en cuestión (e.g. Balirán, 2014; Borrazzo, 2020, 2022; Borrazzo *et al.*, 2020; Carranza Elola y Méndez, 2020; de la Peña y Witelson, 2018; Domínguez-Solera *et al.*, 2021; Duvall y Venner, 1979; Garvey y Mena, 2016; Jackson, 1990; Lopinot y Ray, 2007; Lubinski *et al.*, 2014; McPherron *et al.*, 2014; Méndez Muñoz, 2015; Warren, 1914; Weitzel y Sánchez, 2021). Entre aquellas investigaciones que se basan en la construcción de referentes experimentales, las experiencias de pisoteo son de las más numerosas (e.g. Balirán, 2021; Borrazzo, 2020; Borrazzo *et al.*, 2020; Civalero, 1991; de la Peña y Witelson, 2018; Douglass y Wandsnider, 2012; Eren *et al.*, 2010; McBrearty *et al.*, 1998; McPherron *et al.*, 2014; Pryor, 1988; Thiébaud, 2010; Weitzel y Sánchez, 2021; Weitzel *et al.*, 2014).

El pisoteo es considerado uno de los procesos tafonómicos más ubicuos, y su participación en la formación del registro arqueológico ha sido evaluada especialmente en regiones con abundantes contextos de superficie, como es el caso de Patagonia (e.g. Belardi *et al.*, 2022; Borrero, 1988). A pesar de la temprana utilización de la vía experimental, principalmente en Patagonia y NOA, para evaluar el impacto de este proceso sobre conjuntos líticos (Civalero, 1991; Nielsen, 1991; Merenzon, 1988; Pintar, 1987), las experiencias de pisoteo son aún escasas (e.g. Balirán, 2014; Borrazzo *et al.*, 2020; Vargas Gariglio y Hermo, 2018; Weitzel y Sánchez, 2021; Weitzel *et al.*, 2014).

Con el fin de contribuir a la identificación del ruido de fondo tafonómico en los conjuntos líticos de distintas regiones, en este trabajo integramos los resultados obtenidos en varios experimentos de pisoteo humano sobre litologías diversas de amplia distribución en los conjuntos arqueológicos. Evaluamos la posible incidencia de esas distintas materias primas en la frecuencia de

alteraciones de los bordes, con especial interés en la producción de pseudoretoques, y profundizaremos en la caracterización morfológica de los pseudoinstrumentos generados experimentalmente utilizando para ello la propuesta de Aschero (1975, 1983).

Materiales y métodos

La muestra experimental estudiada, compuesta por 790 artefactos tallados -lascas con y sin retoques-, se obtuvo de la realización de nueve series experimentales, cada una de ellas compuesta por dos pistas: una sobre sustrato blando (n= 9) y otra sobre sustrato duro (n= 9) (Tabla 1). En este trabajo incluimos nuevos análisis de tres series experimentales que han sido objeto de publicaciones previas (Borrazzo, 2020; Borrazzo *et al.*, 2020; Flegenheimer y Weitzel, 2007) a las que se suman en esta oportunidad seis nuevas series inéditas. En las experiencias se utilizaron materias primas líticas presentes en los conjuntos artefactuales de distintos sitios de Pampa y Patagonia (continental e insular), que exhiben propiedades físico-mecánicas diferentes. Ellas son la obsidiana de Cerro Huenul, Neuquén (en adelante OBS; n= 129 piezas), la sílice microcristalina de la formación Carrenleufú identificada en el sitio Casa de Piedra de Roselló, Chubut (en adelante CPR SIL; n= 88 piezas), las rocas lutíticas de La Verdadera Argentina, sudeste de sierra Baguales, Santa Cruz (en adelante LUT; n= 160 piezas), las rocas de grano fino oscuras tipo Potrok Aike, Campo Volcánico Pali Aike, Santa Cruz (en adelante RGFO PKA; n= 116 piezas), las rocas silicificadas del norte de Tierra del Fuego (en adelante RSIL; n=159 piezas) y la ortocuarcita del Grupo Sierras Bayas del centro de las sierras de Tandilia, Buenos Aires (en adelante OGSB; n=138 piezas). Cabe mencionar que los tipos litológicos incluidos en esta investigación cubren una parte importante del espectro de materias primas utilizadas en la tecnología lítica tallada de Sudamérica.

En todos los casos se siguió un protocolo de pisoteo humano similar al descrito en Weitzel *et al.* (2014). Luego de su manufactura, las piezas fueron fotografiadas, medidas y sigladas (y en algunos experimentos se dibujaron los contornos). A excepción de la obsidiana, los especímenes fueron pintados antes del pisoteo para aumentar la obstrusividad de los cambios ocurridos a las piezas. En términos generales, los experimentos tuvieron sustratos, agentes y duraciones similares. Como ya anticipamos, en cada serie experimental los materiales tallados se dispusieron sobre la superficie de dos tipos de sustrato: uno duro (piso de adoquines, de ladrillos o baldosas) y otro blando (sedimento limo arcilloso seco y compactado por tránsito pedestre). La utilización de estos dos tipos de sustrato buscó, por una parte, producir resultados compatibles con el corpus de datos disponible a nivel mundial en materia de pisoteo experimental. Por otra, procuró ofrecer condiciones comparables con aquellas disponibles en los contextos arqueológicos

	OBS		RGFO PKA		CPR SIL		LUT		RSIL		OGSB		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sustrato blando	64	49,6	58	50	43	48,9	80	50	69	50	77	48,4	391	49,5
Sustrato duro	65	50,4	58	50	45	51,1	80	50	69	50	82	51,6	399	50,5
Total de piezas	129	100,0	116	100,0	88	100,0	160	100,0	138	100,0	159	100,0	790	100
Sin modificaciones	73	56,6	51	44,0	50	56,8	57	35,6	82	59,4	114	71,7	427	54
Con modificación en los bordes	56	43,4	65	56,0	38	43,2	103	64,6	56	40,6	45	28,3	363	46
Tipo de modificación														
Astilladuras y melladuras¹	17	13,2	20	17,2	19	21,6	15	9,4	18	13,0	9	5,7	98	12,4
Sustrato blando ²	2	3,1	3	5,2	0	0,0	4	5,0	1	1,4	3	3,9	13	
Sustrato duro ²	15	23,1	17	29,3	19	42,2	11	13,8	17	24,6	6	7,3	85	
Retallas¹	4	3,1	9	7,8	2	2,3	3	1,9	5	3,6	6	3,8	29	3,7
Sustrato blando ²	0	0,0	2	3,4	0	0,0	1	1,3	0	0,0	1	1,3	4	
Sustrato duro ²	4	6,2	7	12,1	2	4,4	2	2,5	5	7,2	5	6,1	25	
Retoques aislados¹	13	10,1	13	11,2	8	9,1	26	16,3	18	13,0	25	15,7	103	13,0
Sustrato blando ²	7	10,9	6	10,3	0	0,0	13	16,3	10	14,5	6	7,8	42	
Sustrato duro ²	6	9,2	7	12,1	8	17,8	13	16,3	8	11,6	19	23,2	61	
Retoques discontinuos¹	3	2,3	32	27,6	25	28,4	64	40,0	25	18,1	4	2,5	153	19,4
Sustrato blando ²	0	0,0	5	8,6	0	0,0	9	11,3	3	4,3	0	0,0	17	
Sustrato duro ²	3	4,6	27	46,6	25	55,6	55	68,8	22	31,9	4	4,9	136	
Retoques continuos¹	37	28,7	24	20,7	21	23,9	55	34,4	16	11,6	9	5,7	162	20,5
Sustrato blando ²	8	12,5	1	1,7	0	0,0	9	11,3	2	2,9	0	0,0	20	
Sustrato duro ²	29	44,6	23	39,7	21	46,7	46	57,5	14	20,3	9	11,0	142	

Tabla 1. Composición de la muestra experimental y frecuencia de tipo de modificaciones en los bordes.

1 Porcentajes calculados por muestra de materia prima.
 2 Porcentajes calculados por muestra de cada sustrato.

Table 1. Sample composition and frequency of edge modification types.

1 Percentages calculated per raw material sample.
 2 Percentages calculated per sample of each substrate.

de superficie en Pampa y Patagonia donde el pisoteo tiene lugar. Ellos incluyen la superficie de depósitos de sedimentos finos (e.g. aleros y cuevas; ambientes eólicos, lacustres y fluviales), así como las superficies de sustratos ricos en clastos (e.g. depósitos glaciafluviales, costeros marinos) y afloramientos rocosos (Balirán, 2021; Belardi *et al.*, 2022; Borrazzo, 2022; Flegenheimer y Weitzel, 2007; Weitzel y Sanchez, 2021, entre otros). Los eventos de pisoteo fueron llevados a cabo por agentes con pesos entre 50 y 60 kg. El tiempo de pisoteo fue de 60 y 50 minutos en las series de cuarcita y de 40 minutos en las restantes. En todos los casos, los experimentos finalizaron al registrarse una pasada (i.e. 10 minutos de pisoteo) sin cambios.

El pisoteo humano tuvo efectos tafonómicos distribucionales (no evaluados aquí) y morfológicos sobre los artefactos experimentales. Luego de los eventos de pisoteo se realizó el análisis macroscópico (con asistencia de lupa de mano de hasta 30x) y se registraron

los tipos y dimensiones de las transformaciones que incluyeron (1) fracturas y (2) modificaciones de los bordes. En este trabajo nos abocamos al estudio de estas últimas transformaciones que comprenden melladuras, trituramientos y astilladuras sobre la superficie artefactual, así como lascados de diferentes tamaños y patrones sobre los bordes de las piezas.

Como anticipamos, a fin de maximizar las posibilidades de comparación de nuestros resultados con la información arqueológica disponible, así como su integración con las investigaciones de los conjuntos líticos en marcha, utilizamos la propuesta morfo-tipológica de Aschero (1975, 1983) para describir las modificaciones sobre las piezas experimentales. Las modificaciones físicas que podrían ser asignadas a formatización o a rastros complementarios (*sensu* Aschero, 1983) fueron clasificadas utilizando las siguientes categorías:

a- astilladuras y melladuras: corresponden a los

tipos de rastros complementarios denominados melladuras, muescas pequeñas y micro-fracturas ortogonales sobre filo activo, definidos por Aschero (1983: B21).

b- extracciones (de lascas) con bocas de lascado iguales o mayores a 7 mm que pueden ser clasificados como talla-retalla (Aschero, 1975:15).

c- micro-retoques y retoques (i.e. lascados con bocas menores a 7 mm) aislados (incluyen hasta dos retoques adyacentes).

d- micro-retoques y retoques (i.e. lascados con bocas menores a 7 mm) discontinuos, cuando los micro-retoques y/o retoques aislados son múltiples y se registran en uno o varios bordes de la pieza (Andrefsky, 1998).

e- micro-retoques y retoques (i.e. lascados con bocas menores a 7 mm) consecutivos, con tres o más retoques adyacentes que forman bordes retocados continuos.

Cuando las extracciones múltiples y consecutivas configuran bordes morfológicamente adscribibles a filos formatizados, las piezas se consideran pseudoinstrumentos, es decir, pseudomorfos de artefactos líticos formatizados (en este caso, por talla). Esto permite contar con referencias comparativas de pseudoinstrumentos que se corresponden con una de las tipologías en uso (Aschero, 1975, 1983). Los datos experimentales fueron tratados estadísticamente utilizando el software PAST 4.10 (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados

Se registraron transformaciones físicas/morfológicas (fracturas y alteraciones de los bordes) en el 68,9% (N=544) de los artefactos experimentales. Considerando el conjunto total de transformaciones, la OBS fue la que presentó las mayores frecuencias, seguida por RSIL y LUT, mientras que la OGSB fue la menos afectada (Figura 1A). Respecto específicamente a las modificaciones de los bordes (46% de la muestra; 363 piezas), observamos que también existen diferencias significativas en la frecuencia de piezas con modificaciones entre las materias primas (Tablas 1 y 2). Los residuos estandarizados (Tabla 2) indican que las principales diferencias se dan en la OGSB, que presenta menos piezas con estos rastros que las esperadas por azar (-3,2828) y LUT que, por el contrario, exhibe más piezas con rastros que las esperadas por azar (3,4383). Excluidas estas dos rocas, las diferencias entre las materias primas no son significativas (Tabla 2).

Por otra parte, como fuera señalado en estudios previos, el pisoteo sobre sustrato blando generó frecuencias más bajas de modificaciones en los bordes que en el sustrato duro (22,5 vs. 68,9 %), diferencias que son estadísticamente significativas (Tabla 2). Respecto de las materias primas (Figura 1), aun cuando OBS es la que presenta la mayor frecuencia de modificaciones generales

(Figura 1A), LUT exhibe la frecuencia más elevada de piezas con transformaciones en sus bordes tanto en la pista dura como en la blanda (Figura 1B). En las pistas duras le siguen CPR SIL, RGFO PKA, OBS, RSIL y OGSB. Con respecto a las pistas blandas, a la LUT le siguen RGFO PKA, OBS, RSIL y OGSB.

A pesar de su elevada frecuencia de transformaciones en las pistas de sustrato duro, no se registraron ejemplares de CPR SIL con modificaciones en las dos series experimentales conducidas sobre sustrato blando (Figura 1B). Se desconocen los factores que incidieron en este resultado por lo que se requieren nuevos estudios dirigidos a evaluar el caso particular. La OGSB, por su parte, fue la roca que exhibió la menor frecuencia de modificaciones tanto en sustrato duro como en el blando (Figura 1B), aspecto posiblemente vinculado a su mayor tenacidad. La diferencia en las frecuencias de transformaciones registradas por materia prima en el sustrato duro y el blando (excluyendo a CPR SIL del análisis) no es estadísticamente significativa (Tabla 2).

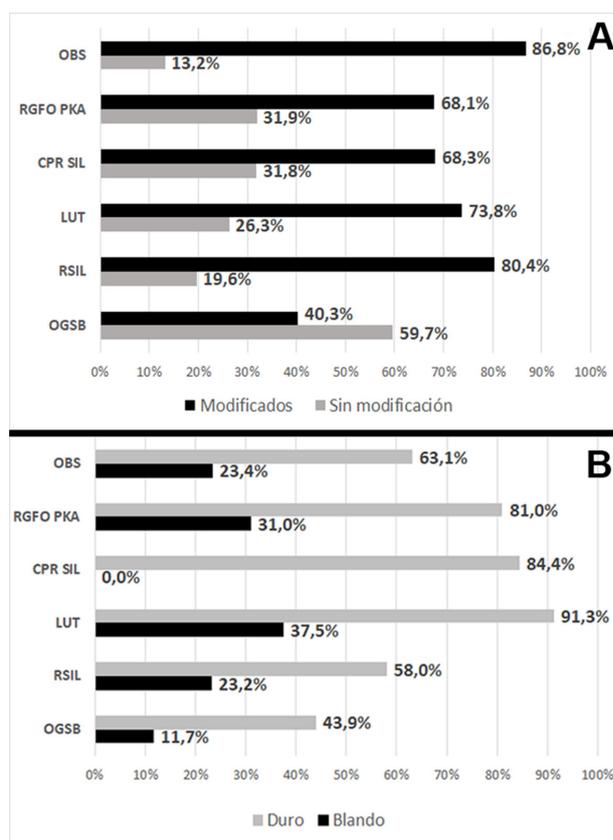


Figura 1. Frecuencia de transformaciones en piezas experimentales por materia prima. A) Fracturas y alteraciones del borde (modificados) vs. piezas sin modificaciones. B) Alteraciones del borde luego de los eventos de pisoteo sobre sustratos blando y duro.

Figure 1. Experimental artifact transformations frequency in each raw material. A) Breakage and edge damage (modified) vs. not modified. B) Edge damage for samples trampled on hard vs. soft substrates.

	X ²	df	p	Residuos estandarizados					
				OBS	RGFO PKA	CPR SIL	LUT	RSIL	OGSB
Modificaciones%	48,7	5	<0.00						
Con modificaciones				-0,42534	1,6024	-0,383	3,4383	-0,93056	-3,2828
Sin modificaciones				0,39217	-1,4774	0,35313	-3,1702	0,858	3,0268
Modificaciones% (sin OGSB y LUT)	6,9	3	0,07						
Con modificaciones				0,16524	1,5307	-0,38726		-1,2539	
Sin modificaciones				-0,14195	-1,315	0,33269		1,0772	
Modificaciones% por sustrato (sin SIL CPR)	1,4	4	0,83						
Astilladuras y melladuras	17,5	5	0,00						
Sí				0,24935	1,4789	2,4466	-1,0882	0,21293	-2,4147
No				-0,093835	-0,55655	-0,92071	0,40952	-0,080131	0,9087
Retalla	7,5	5	0,18						
Retoque aislado	5,1	5	0,41						
Retoque discontinuo	106,3	5	<0.00						
Sí				-4,3982	2,0115	1,9274	5,9305	-0,33398	-4,8284
No				2,1555	-0,98582	-0,9446	-2,9065	0,16368	2,3663
Retoque continuo	53	5	<0.00						
Sí				2,0506	0,043602	0,69549	3,8739	-2,3119	-4,1339
No				-1,0415	-0,022146	-0,35324	-1,9676	1,1742	2,0996
Pseudoinstrumentos	67,7	5	0,00						
Sí				-2,0746	-0,87315	-0,90797	1,2771	0,51803	1,5262
No				4,9507	2,0837	2,1668	-3,0476	-1,2362	-3,6421

Tabla 2. Resultados de test estadísticos.

Table 2. Results of statistical tests.

Con respecto a la frecuencia de los tipos de modificación en los bordes registrada en la muestra experimental aquí considerada, se observaron melladuras y astilladuras (12,4%), retallas (3,7%), retoques aislados (13%); retoques discontinuos (19,4%) y retoques continuos (20,5%); estos últimos que son los más frecuentes en la muestra (Tabla 1). A continuación, examinamos las características exhibidas por cada uno de ellos.

Los aportes más elevados de las astilladuras y melladuras (Tabla 1 y Figura 2) se registraron en la CPR SIL, seguida por RGFO PKA, OBS (Figura 2A y B), LUT (Figura 2D) y RSIL (Figura 2C). La OGSB posee las frecuencias más bajas para esta alteración (Tabla 1). La ocurrencia de astilladuras y melladuras presenta diferencias significativas entre las materias primas (Tabla 2), y los residuos indican que la CPR SIL exhibe más casos que los esperados por azar, mientras que la OGSB posee valores inferiores a los esperados (Tabla 2). Al evaluar las tendencias por tipo de sustrato encontramos que en las pistas blandas la ocurrencia de estas modificaciones es en general $\leq 5\%$

y sus mayores frecuencias se registran en LUT y RGFO PKA. En los sustratos duros, en cambio, su aporte mayor alcanza aproximadamente 42% en la CPR SIL, y el menor es del orden del 7% (OGSB, Tabla 1).

Las retallas (Figura 3A), siempre de ocurrencia aislada, fueron el tipo de modificación por pisoteo menos frecuente en la muestra y alcanzaron su mayor aporte en las pistas duras (Tabla 1). La RGFO PKA (Figura 3A) presentó la frecuencia más elevada de esta modificación, seguida por la RSIL. Sin considerar tipo de sustrato, las mayores frecuencias de retalla se siguen registrando en RGFO PKA, OGSB y RSIL (Tabla 1). No hay diferencias significativas entre la materia prima y la ocurrencia de retalla (Tabla 2).

En términos generales, los retoques aislados (Figura 3B y C) registraron su mayor abundancia en la LUT; sin embargo, fue la pista dura de OGSB (Figura 3E) la que exhibió la frecuencia más elevada. Cabe mencionar que a pesar de estas y otras variaciones registradas (Tabla 1),

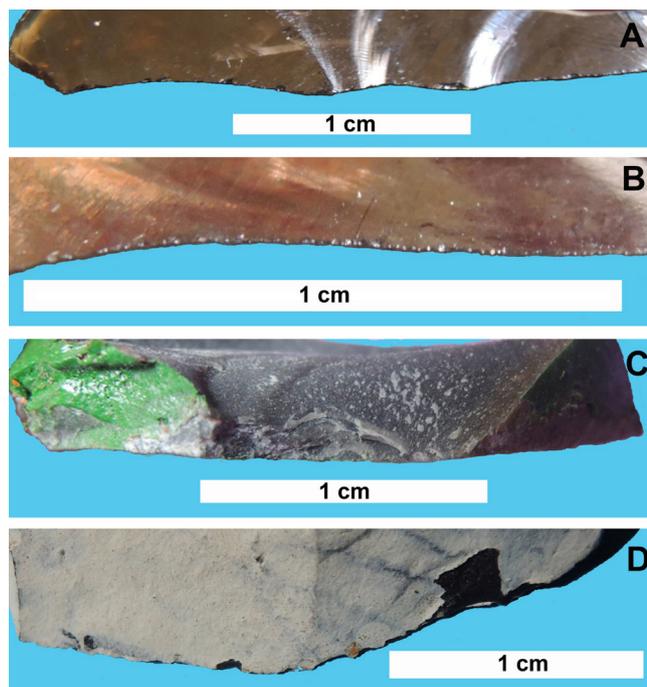


Figura 2. Ejemplos de astilladuras y melladuras producidas en los experimentos de pisoteo. A y D) Microlascados aislados y ultramicrolascados combinados, muescas pequeñas y microfracturas ortogonales. B) Ultramicrolascados adyacentes. C) Astilladuras unificiales sobre retalla producida por pisoteo.

Figure 2. Examples of micro-fracture and crushing recorded in trampling experiments. A y D) Isolated microflaking combined with ultramicroflaking, small notches and orthogonal microfractures. B) Adjacent ultramicroflaking. C) Unifacial crushing on flake scar produced by treadage.

la abundancia de retoques aislados no posee diferencias significativas entre las materias primas (Tabla 2).

Los retoques discontinuos (Figura 3D-F), por su parte, exhiben los mayores porcentajes en la muestra experimental de LUT (40%), con un valor máximo en la pista dura de esa materia prima (68,8%). CPR SIL (Figura 3F) y RGFO PKA (Figura 3D) son las materias primas que le siguen en porcentaje de retoques discontinuos (Tabla 1). En este caso, la ocurrencia de retoques discontinuos sí exhibe diferencias significativas entre las materias primas, con LUT teniendo más de lo esperado, mientras OBS y OGSB presentan muchos menos casos de lo esperado (Tabla 2).

Por último, los retoques continuos (Figura 3G-I) fueron más frecuentes en la LUT (34,4%; Figura 3H), la OBS (28,7%) y la CPR SIL, valores que se incrementan en las pistas duras (57,5%, 44,6% y 46,7%, respectivamente; Tabla 1). La diferencia en los aportes de este tipo de modificación entre las materias primas es estadísticamente significativa (Tabla 2). De acuerdo a lo informado por los residuos (Tabla 2), LUT y OBS registran valores superiores a los esperados por azar mientras que OGSB y RSIL poseen

valores por debajo de lo esperado. Se destaca que, aunque LUT es la materia prima con mayor porcentaje de retoques continuos, en OBS ésta es la alteración que presenta las mayores frecuencias con respecto a los otros tipos de modificaciones.

Por otra parte, en los experimentos se recolectaron los subproductos de las transformaciones de los bordes ocasionadas por el pisoteo. Estos pseudoartefactos poseen todos los atributos diferenciables y similares a los de las lascas extraídas intencionalmente (enteras y fragmentadas) y otros desechos indiferenciados. En las lascas enteras y/o los negativos de lascado producidos por pisoteo observamos que sus dimensiones máximas (largo y ancho) alcanzan 16,7 x 12 mm en OBS, 13,5 x 9,5 mm en RGFO PKA, 9,7 x 8,4 mm en LUT, 6 x 7 mm en CPR SIL, 5 x 9 mm en RSIL y 6 x 12 mm en OGSB (Figura 3F y H). Aunque no realizaremos un análisis detallado en este trabajo, se aprecia que existe una tendencia hacia negativos de lascado más elongados en materias primas más frágiles -y que han sido las más alteradas en estos experimentos-, mientras que los negativos son cortos y anchos en las materias primas más tenaces.

Pseudoinstrumentos

Como ya anticipamos, los micro-retoques y retoques continuos fueron el tipo de modificación más frecuente y alcanzaron un máximo de 62,6 mm de longitud sobre el borde (artefacto de RGFO PKA, Figura 4D). En ciertos casos (15%), las piezas con modificaciones continuas sobre sus bordes constituyeron pseudomorfos de instrumentos líticos producidos por talla, es decir que son piezas que podríamos adscribir a la categoría de artefactos formatizados, y son las que aquí denominamos pseudoinstrumentos (Tabla 3 y Figura 4).

En la muestra experimental analizada, 118 (14,9%) de las 790 piezas presentaron transformaciones asignables a pseudoinstrumentos. El conteo de pseudofilos es 141 puesto que en algunos casos se registraron más de un filo por pieza (Tabla 3). El número máximo de pseudofilos por pieza es 3, y en todos los casos se registraron en las pistas duras. La OBS es la materia prima que mayor frecuencia de pseudoinstrumentos registra (32,6% de las piezas, 45 fillos) y la OGSB es la que menos casos observa (3,8% de las piezas, 7 fillos). Al contrario de lo esperado, la LUT -que, junto con OBS, se destacaba por una elevada frecuencia de retoques continuos-, entregó pocos casos de piezas adscribibles a pseudoinstrumentos (5,6% de las piezas, 12 fillos) y es, luego de la OGSB, la materia prima que menos casos registra. La diferencia en la frecuencia de pseudoinstrumentos por materia prima es estadísticamente significativa (Tabla 2), y los residuos estandarizados confirman las observaciones mencionadas para OBS y OGSB.

Por otra parte, hay diferencias en la frecuencia de pseudomorfos en los sustratos duros (n= 127 fillos) y

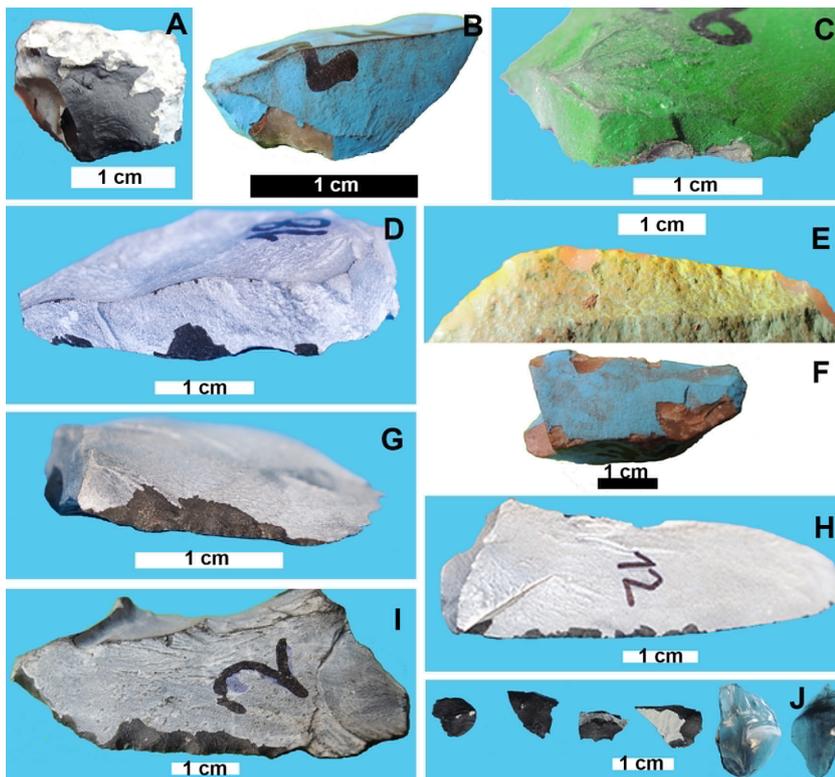


Figura 3. Ejemplos de lascados sobre los bordes producidos en los experimentos de pisoteo. A) Retalla. B-C) Micro-retoques y retoques aislados. D-F) Retoques discontinuos. G-I) Retoques continuos. La figura J muestra lascas obtenidas por pisoteo durante los experimentos.

Figure 3. Examples of edge flaking produced by trampling. A) Flake removal. B-C) Isolated retouch. D-F) Discontinuous retouch. G-I) Continuous retouch produced by trampling. Picture J depicts flakes detached by treading during the experiments.

blandos ($n=14$ filos), y esta diferencia es estadísticamente significativa (Mann-Whitney $U=1$; $p < 0,05$). En el sustrato blando solo tres de las seis materias primas desarrollaron pseudoinstrumentos luego del pisoteo (OBS: 12%; RGFO PKA: 5,5%; RSIL: 3%) y entre ellos predominan los ejemplares con un solo filo. En el sustrato duro la frecuencia de pseudomorfos es ocho veces más alta, la riqueza de tipos de pseudofilos es mayor y todas las materias primas exhiben piezas asignables a pseudoinstrumentos (OBS: 50,8%; CPR SIL: 46,7%; RGFO PKA: 37,9%; RSIL: 18,8%; LUT: 11,2%; OGSB: 7,3%). Los especímenes con más de un filo representan el 20%. Todas las materias primas presentan casos con dos filos, mientras que los casos con tres filos solo se dan en OBS y RGFO PKA.

Los pseudofilos producidos por pisoteo fueron en todos los casos unificiales. Sin embargo, cabe mencionar que se registró la presencia de lascados en ambas caras de los artefactos experimentales. La extensión de los lascados sobre las caras fue predominantemente marginal, aunque se registraron retoques y retalla que se extendieron parcialmente sobre las caras de los artefactos. Se reconocieron filos retocados restringidos, cortos y largos. No se registraron filos extendidos ni perimetrales en la muestra. Los patrones de lascados sobre las caras incluyeron paralelo corto regular e irregular, en golpe de buril, escamoso regular e irregular, paralelo laminar, irregular y no diferenciado.

En cuanto a la composición tipológica (Tabla 3), los pseudomorfos producidos en ambos tipos de sustrato comparten los grupos tipológicos más frecuentes: las

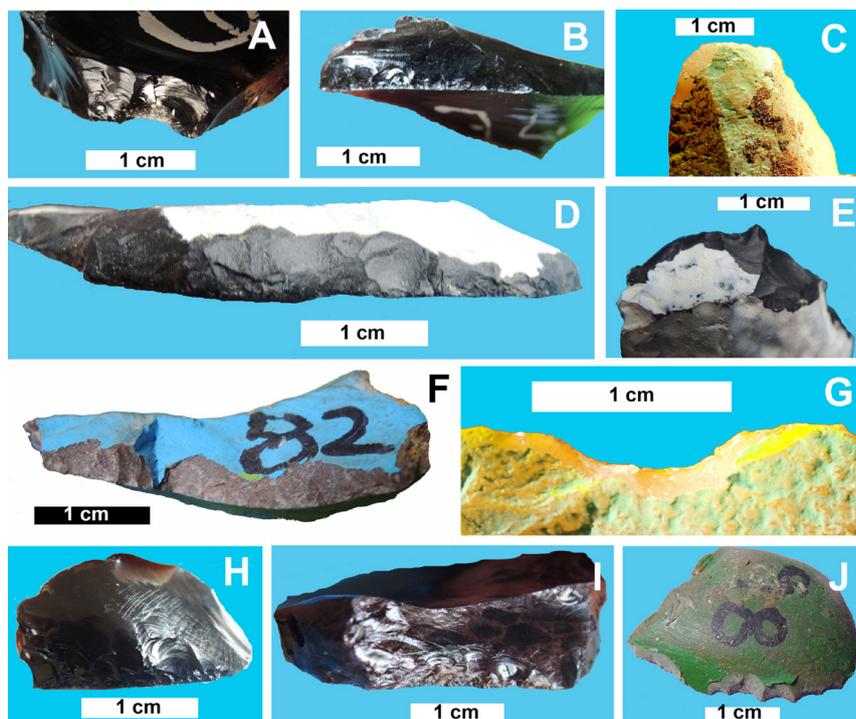
muestras (28,4%) y los filos restringidos indeterminados (abruptos -11,3%- o agudos -28,4%-). En las pistas sobre sustrato blando se registraron filos de siete tipos: muescas, filos restringidos, artefactos de formatización sumaria, artefactos con retoque en bisel oblicuo (RBO) y buriles, son los más representados. Un artefacto burilante y un denticulado completan la muestra (Tabla 3). En el caso del sustrato duro, además de aumentar la frecuencia de pseudoinstrumentos, se observa una mayor diversidad de tipos ($n=15$); entre ellos se suman a los ya mencionados, raederas, cuchillos, cortantes, raspadores, punta entre muescas, punta burilante, *raclette* y fragmento de filo no determinado. Es importante destacar que, en el sustrato blando, la obsidiana -además de ser la materia prima que más casos de pseudomorfos presenta- registra una elevada variedad de grupos tipológicos ($n=7$), que no se aleja demasiado de aquella registrada por esta materia prima en el sustrato duro ($n=10$ tipos). En las pistas sobre sustrato duro, a pesar de las diferencias en la frecuencia de pseudomorfos registradas, la OBS, RGFO PKA y RSIL presentan el mismo número de grupos tipológicos ($n=10$).

Discusión

Las nueve series experimentales realizadas indican que el 46% de los artefactos sujetos a pisoteo exhibieron distintas modificaciones en sus bordes (i.e. astilladuras y melladuras, retallas, micro-retoques y retoques aislados, discontinuos y continuos) y que esa frecuencia es significativamente mayor entre las piezas depositadas sobre sustratos duros. La incidencia de la dureza del sustrato en la producción de diversas transformaciones físicas, como la fragmentación de los artefactos y las

Figura 4. Ejemplos de pseudoinstrumentos producidos en los experimentos de pisoteo. A y G) Muesca retocada. B y H) Raspador. C) Artefacto de formatización sumaria. D y F) Raedera. E) Filo retocado con punta destacada. I) Filo restringido. J) Denticulado.

Figure 4. Examples of lithic pseudotools produced by experimental trampling. A and G) Retouched notch. B and H) Endscraper. C) Short retouched edge. D and F) Sidescraper. E) Retouched edge and point. I) Short retouched edge. J) Denticulate.



modificaciones de los filos, ha sido destacada y evaluada en multiplicidad de trabajos experimentales, cuyos resultados señalan que esta variable tiene una importancia primordial (e.g. Borrazzo *et al.*, 2020; Flenniken y Haggarty, 1980; McBrearty *et al.*, 1998; McPherron *et al.*, 2014; Pryor, 1988; Weitzel *et al.*, 2014). Esta tendencia se repite para las seis materias primas examinadas, aunque no hay diferencias significativas entre las materias primas por sustrato, lo que apoyaría que, en este caso, es el sustrato y no la materia prima la variable con mayor incidencia. Como mencionamos en la sección metodológica, los sustratos duros corresponderían a contextos arqueológicos localizados en la superficie de afloramientos rocosos (a cielo abierto o bajo reparo), sobre depósitos ricos en gravas (e.g. morrenas) o pavimentos del desierto.

La ocurrencia de modificaciones, en cambio, registró diferencias estadísticamente significativas por materia prima. Por un lado, si consideramos el daño general (fracturas y alteraciones de bordes), la OBS resultó más afectada y la OGSB presentó la menor cantidad de daño (Figura 1A). Posiblemente, esto se relacione con la mayor fragilidad de las primeras y la mayor tenacidad de las segundas. La propensión a sufrir más daños por pisoteo cuanto más frágil es la materia prima ha sido comprobada en otros experimentos (e.g. Borrazzo *et al.*, 2020; McBrearty *et al.*, 1998; McPherron *et al.*, 2014). Al analizar la frecuencia de modificaciones de los bordes, que siguen siendo diferentes estadísticamente según la materia prima, la LUT es la que presentó más piezas modificadas mientras que la OGSB sigue manteniendo los valores más bajos (Tabla 1). Esta diferencia en la materia prima más modificada sobre sus bordes, al compararla

con la más afectada en general (OBS), podría responder a variaciones en los ángulos de los filos de las lascas de OBS y LUT o, de forma estrechamente relacionada, a que la mayor fragmentación de los artefactos de OBS generó fragmentos más pequeños y con bordes prácticamente rectos que pudieron disminuir las superficies propensas a la extracción de lascas por pisoteo (sobre ángulos de fracturas por pisoteo ver por ejemplo Cotterell y Kamminga, 1987; Pryor, 1988: 46; Weitzel, 2012). Tanto el ángulo de los filos, como el tamaño de los artefactos fueron señalados como variables que pueden influir en la producción de alteraciones en los bordes por pisoteo (i.e. Borrazzo, 2004; Gifford-González *et al.*, 1985; McPherron *et al.*, 2014). Los tipos de modificaciones más frecuentes en los bordes, fueron los retoques continuos y los retoques discontinuos; en menor medida se registraron retoques aislados, melladuras y astilladuras y, por último, retallas. Al considerar los tipos de alteraciones, con unas pocas excepciones, esta tendencia de la LUT a ser más sensible a las alteraciones en los bordes y la mayor resistencia de la OGSB, se mantiene casi constante.

Por otra parte, los resultados de los experimentos presentados muestran que el pisoteo produce modificaciones morfológicas en los artefactos líticos, que pueden emular patrones de formatización de origen antrópico en una amplia diversidad de materias primas, junto con otras ya estudiadas (McBrearty *et al.*, 1998; Pevny, 2012; Pryor, 1988; Thiébaud, 2010). Cabe mencionar que por el momento solo hemos registrado la producción de filos marginales unificiales en nuestros experimentos de pisoteo humano, a diferencia de lo registrado por otros investigadores (Pevny, 2012). Asimismo, observamos que las pistas con sustrato duro

Grupo tipológico	OBS	RGFO PKA	CPR SIL	LUT	RSIL	OGSB	Total
Sustrato blando							
muesca retocada	1	1			2		4
artef.format. sumaria	2						2
filo restringido	1	1					2
buril	1	1					2
denticulado	1						1
punta burilante	1						1
RBO	2						2
Total	9	3	0	0	2	0	14
Sustrato duro							
filo restringido	8	8	10	7	4	1	38
muesca retocada	10	4	4	4	1	1	24
muesca de lascado simple	4		3		3	2	12
RBO	5	5	3		1		14
cortante	2	2	2		1		7
raedera	1	3	1		1		6
cuchillo		3	2	1	1		7
denticulado	2	1			1		4
artef.format. sumaria					1	2	3
raspador	1	2					3
frag. de filo retocado indet.	2	1					3
buril	1						1
punta entre muescas		2					2
punta burilante			1			1	2
raclette					1		1
Total	36	31	26	12	15	7	127

Tabla 3. Composición tipológica de los pseudoinstrumentos (filos retocados).

Table 3. *Typological composition of pseudo stone tools (retouched edges).*

fueron las que ofrecieron la mayor riqueza de tipos de pseudoinstrumentos. Esto podría ser un efecto del mayor tamaño de la muestra de pseudomorfo obtenidos en las pistas duras (127 vs. 14); sin embargo, no puede descartarse el impacto de la morfología de las piezas experimentales (e.g. forma de la sección transversal, ángulo del filo), variables que no fueron controladas en nuestros experimentos. La frecuencia de pseudomorfo presentó valores de entre 5 y 32% en los conjuntos experimentales, dependiendo de la materia prima y la dureza del sustrato. Respecto de las materias primas, la OBS es la que mayor frecuencia de pseudomorfo exhibió y la OGSB, la menor. Si bien los pseudoinstrumentos ocurrieron en ambos tipos de sustratos, su aporte fue

ocho veces mayor entre los artefactos expuestos a pisoteo sobre sustrato duro. Asimismo, solo tres de las seis materias primas presentaron pseudoinstrumentos luego del pisoteo sobre sustrato blando: OBS, RGFO PKA y RSIL. Por otra parte, mientras en el sustrato blando solo se registraron pseudoinstrumentos de un filo, en las pistas duras los especímenes con dos y tres filos representan el 20% de la muestra.

En lo que respecta a la composición tipológica, las muescas y los filos restringidos (muchos de estos últimos no pueden asignarse a un tipo específico de los definidos por Aschero, 1975, 1983) son los filos más frecuentes registrados entre los pseudomorfo de ambos

sustratos. Sin embargo, también se registraron otros grupos tipológicos como raederos, cuchillos, raspadores, denticulados, buriles y puntas burilantes, puntas entre muescas y cortantes, entre otros. El predominio de las muescas y filos retocados indeterminados, así como la presencia de pseudofilos de denticulado, raspador, raedera, buril y puntas/perforadores han sido observados en otros experimentos de pisoteo que incluyeron sílice, pedernal, cuarcita y cuarzo entre sus materias primas (e.g. Bordes, 1961; McBrearty *et al.*, 1998; Thiébaud, 2010; Weitzel y Sánchez, 2021).

Es interesante destacar que a excepción de tres piezas (una de OGSB y otra de OBS de pistas duras, y una de RGFO PKA de pista blanda) los pseudoinstrumentos registrados en nuestros experimentos siempre aparecen acompañados de una o varias de las modificaciones consideradas (i.e. retalla, retoque aislado, discontinuo y/o continuo). Esto nos lleva a plantear la posibilidad de evaluar la constelación de rasgos morfológicos como una vía de entrada al problema del ruido tafonómico en los conjuntos líticos.

De modo global, considerando el universo de materias primas aquí evaluadas y los resultados obtenidos, es posible delinear algunas tendencias sobre el potencial y características de las distintas rocas para contribuir al ruido tafonómico de fondo lítico en caso de estar sujetas a pisoteo antrópico:

- (1) OBS: exhibe una frecuencia moderada de piezas con bordes modificados; todos los tipos de modificaciones aquí examinados ocurren, pero solo los retoques continuos exhiben porcentajes altos sobre esta roca (28,7%). Esta materia prima ha sido la más propensa a la formación de pseudoinstrumentos producto del pisoteo en nuestros experimentos (50,8% en sustrato duro; 12,5% en sustrato blando). En este sentido, cabe plantear que el menor aporte de los retoques aislados y discontinuos registrado en la muestra experimental de OBS puede ser producto de su mayor propensión a lasearse por pisoteo, lo que produciría más frecuentemente bordes con transformaciones continuas en detrimento de aquellos con modificaciones aisladas o discontinuas. Es decir, que el menor aporte de estos últimos tipos de modificaciones es un indicador de su mayor facilidad para transformarse por pisoteo, y no lo contrario. Por su parte, las experiencias de pisoteo sobre vidrio industrial han entregado resultados diversos respecto a la ocurrencia o no de retoques continuos asignables a pseudoinstrumentos (Martindale y Jurakic, 2015). Sin embargo, cabe mencionar que Vargas Gariglio y Hermo (2018) observaron en sus experimentos de pisoteo que los retoques continuos fueron el fenómeno

más frecuente. Este tipo de resultados condujo a sostener que los análisis funcionales de base microscópica son el medio confiable para identificar instrumentos de vidrio (Martindale y Jurakic, 2006).

- (2) LUT: exhibe una de las frecuencias de piezas con bordes modificados más elevadas en la muestra experimental. En este caso son los retoques continuos y discontinuos los que alcanzan porcentajes más altos (34,4% y 40%, respectivamente). Sin embargo, este elevado aporte de los retoques continuos en las modificaciones derivadas del pisoteo no se traduce en una frecuencia alta de pseudofilos: solo el 11,2% de las piezas de LUT de las pistas duras han sido clasificadas como pseudoinstrumento, y no se produjeron pseudomorfos en las pistas blandas.
- (3) RGFO PKA: al igual que la LUT, exhibe una de las frecuencias de piezas con bordes modificados más elevadas en la muestra experimental. También los retoques continuos y discontinuos alcanzan los porcentajes más altos en esta materia prima, aunque en este caso se observa un aporte más importante de las retallas, melladuras y astilladuras que en la LUT. Asimismo, a diferencia de esta última, la RGFO PKA ha sido la tercera materia prima más propensa a la formación de pseudoinstrumentos producto del pisoteo en nuestros experimentos (39,7% de las piezas en sustrato duro, pero solo el 5,2 % en sustrato blando).
- (4) CPR SIL: en las dos series experimentales realizadas, esta roca ha presentado modificaciones en los bordes solo en los eventos de pisoteo sobre sustrato duro. En esos casos, exhibió frecuencias elevadas (40-55%) de astilladuras y melladuras, retoques continuos y discontinuos. Teniendo en cuenta los datos disponibles para las pistas duras, ha sido la segunda materia prima más propensa a la formación de pseudoinstrumentos producto del pisoteo en nuestros experimentos (46,7%). Estos últimos resultados difieren de los obtenidos en otras experiencias de pisoteo sobre pistas con alta densidad de artefactos de sílice que implicaron contacto de las piezas entre sí y donde solo una de las 276 sembradas desarrolló atributos continuos asignables a retoque intencional (Pevny, 2012).
- (5) RSIL: junto con la OGSB son las materias primas con menor frecuencia de modificaciones. Sin embargo, se observa un aporte considerable de ejemplares asignables a pseudoinstrumentos en estas rocas (18,8% en sustrato duro; 2,9%

en el blando) y una elevada riqueza de grupos tipológicos (Tabla 3).

- (6) OGSB: ha sido la materia prima que exhibió la menor frecuencia de modificaciones en sus bordes. Sin embargo, cabe mencionar que se registró la formación de todos los tipos de alteraciones consideradas, siendo los retoques aislados los más abundantes (15,7% de la muestra; 23,2% en sustrato duro, Tabla 1). Sin embargo, solo 3,8% de las piezas (7,3% de la muestra de la pista dura) poseen transformaciones que le valieron su clasificación como pseudomorfos.

Un último aspecto a tener en cuenta de nuestros experimentos es que la generación de las modificaciones devino del contacto de las piezas experimentales con el sustrato y el calzado de suela blanda. Por ello, consideramos que los resultados obtenidos deben considerarse como valores mínimos en tanto el pisoteo en condiciones tales como el contacto y/o apilamiento de artefactos puede intensificar las frecuencia y magnitud de las transformaciones de las piezas, como ha sido reportado en otros estudios (e.g. Bordes, 1961; McBrearty *et al.*, 1998; Pevny, 2012; Weitzel y Sánchez 2021).

Conclusiones

Los resultados experimentales presentados en este trabajo proveen de nuevas evidencias para estudiar la variabilidad existente entre los efectos morfológicos de un mismo proceso tafonómico (en este caso, pisoteo) sobre distintos materiales. Asimismo, ilustran la complejidad inherente al estudio de las transformaciones morfológicas posdepositacionales, en las que encontramos que la frecuencia de modificaciones de los bordes depende en primer lugar de la dureza del sustrato y seguidamente de las propiedades físicas de los especímenes líticos. De estas últimas, aquí hemos explorado el tipo de materia prima pero igual tratamiento merecen la forma de las piezas y los ángulos de los filos. Los resultados presentados muestran que, luego del tipo de sustrato, la materia prima (i.e. sus propiedades mecánicas) es un factor de importancia que incide en la frecuencia y tipo de alteraciones que produce el pisoteo al actuar sobre un conjunto lítico, y que principalmente afecta la formación o no de pseudoinstrumentos. Como observamos en el caso de la LUT, si bien la ocurrencia de modificaciones en los bordes de las piezas es condición indispensable para la ocurrencia de pseudomorfos de artefactos líticos, su sola existencia no asegura la formación de pseudoinstrumentos. La evaluación de las materias primas realizada en este artículo, integrada con los resultados de trabajos previos (Borrazzo *et al.*, 2020; Weitzel *et al.*, 2014), nos permite concluir que la obsidiana es, de las materias primas consideradas, aquella más sensible al pisoteo (i.e. que registra las transformaciones más

importantes). Por ello, ante la presencia de esta materia prima en un contexto arqueológico, podría considerarse un buen proxy para evaluar si el conjunto bajo estudio ha sido afectado por pisoteo.

El rol diferencial de la dureza del sustrato en la producción de pseudoinstrumentos, tal como fuera establecido para los estudios de fragmentación (e.g. Borrazzo *et al.*, 2020; Flegenheimer y Weitzel, 2007; Flenniken y Haggarty, 1980; McBrearty *et al.*, 1998; Weitzel *et al.*, 2014), invita a derivar expectativas espaciales en cada región sobre qué sectores ofrecen las condiciones más adecuadas para la ocurrencia del ruido tafonómico de fondo producto del pisoteo en conjuntos líticos. Será particularmente importante considerar también el impacto de las variantes mixtas como los sustratos de origen fluvio-glacial, con matrices finas ricas en gravas. Aún dicho esto, consideramos fundamental la realización de exploraciones actualistas específicas para cada set de sustrato-materia prima-agente que permitan calibrar con marcos de referencia locales los aportes del ruido tafonómico al registro arqueológico bajo estudio.

Buenos Aires, 25 de marzo de 2024

Agradecimientos

A Justina Colombo, Ramiro Barberena, Analía Castro, Malén Senyk, Nora Flegenheimer, Águeda Caro Petersen, Antonio Ceraso y Luis Borrero. Los materiales líticos empleados en las experiencias reportadas en este trabajo fueron obtenidos en el marco de investigaciones arqueológicas financiadas por el FONCyT-ANPCyT (PICT2014-2061, PICT2015-2141, PICT2016-0062, PICT2018-02807, PICT 2019-01287, PICT2019-02106) y el CONICET. Agradecemos a los revisores por ayudarnos mejorar este trabajo con sus sugerencias y comentarios.

Bibliografía

- Andrefsky, W. (1998). *Lithics: Macroscopic Approach to Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Aschero, C. (1975). *Ensayo para una Clasificación Morfológica de Artefactos Líticos Aplicada Estudios Tipológicos Comparativos*. Informe presentado al CONICET. Manuscrito inédito.
- Aschero, C. (1983). *Ensayo para una Clasificación Morfológica de Artefactos Líticos Aplicada Estudios Tipológicos Comparativos. Apéndice A-C. Revisión. Cátedra de Ergología y Tecnología*. Manuscrito inédito.
- Balirán, C. (2014). Trampling, Taphonomy, and Experiments with lithic artifacts in the southeastern Baguales Range (Santa Cruz, Argentina). *Intersecciones en*

- Antropología*, 15(3), 85-95. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-373X2014000300008
- Balirán, C. (2021). *El Pasado Pisado. Investigaciones Arqueológicas en Tecnología y Tafonomía Líticas de los Cazadores Recolectores de sierra Baguales, Sudoeste de Santa Cruz, Argentina*. Buenos Aires: IMHICIHU-CONICET. http://www.imhicihu-conicet.gob.ar/wp-content/uploads/2021/03/El_pasado_pisado_Ebook.pdf
- Belardi, J. B., Carballo Marina, F, y Campan, P. (2022). Distribuciones de artefactos líticos, cronología y el modelo de pisoteo (Borrero 1988): los médanos de la costa norte del lago Viedma (Santa Cruz, Patagonia argentina). *Chungara*, 54, 521-534. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-73562021005001803>
- Bordes, F. (1961). *Typologie du Paléolithique Ancien et Moyen*. Bourdeaux: Institut de Préhistoire de l'université de Bordeaux.
- Borrazzo, K. (2004). *Hacia una Tafonomía Lítica*. Tesis de licenciatura, Universidad de Buenos Aires.
- Borrazzo, K. (2020). Expanding the Scope of Actualistic Taphonomy in Archaeological Research. En S. Martínez, A. Rojas, y F. Cabrera (Eds.), *Actualistic Taphonomy in South America* (pp. 221-242). Nueva York: Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-20625-3_12
- Borrazzo, K. (2022). Estimating the Contribution of Lithic Pseudo Artifacts to the Archaeological Record: Actualistic Taphonomic Research at Casa de Piedra de Roselló 1 (Chubut, Argentina). *Ethnoarchaeology*, 14(2), 136-159. <http://dx.doi.org/10.1080/19442890.2022.2113086>.
- Borrazzo, K., Weitzel, C. y Ceraso, A. (2020). Exploración experimental de los efectos del pisoteo sobre artefactos de obsidiana. *Revista del Museo de Antropología*, 13(1), 341-346. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/antropologia/article/view/23826>
- Borrero, L. A. (1988). Tafonomía Regional. En N. R. Ratto y A. F. Haber (Eds.), *De Procesos, Contextos y otros Huesos*, (pp. 9-15). Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires.
- Carranza Elola, J. y Mendez, C. (2020). Tafonomía Lítica del Sitio Quebrada de Quereo: Abordando el Problema de la Ambigüedad Antropogénica en Contextos del Final del Pleistoceno. *Estudios Atacameños*, 65, 217-245. <http://dx.doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2020-0026>
- Civalero de Biset, M. T. (1991). Modificaciones en los filos de artefactos líticos a partir de una experiencia de pisoteo. *Shincal*, 3(3), 200-205.
- Cotterell, B. y Kamminga, J. (1987). The Formation of Flakes. *American Antiquity*, 52(4), 675-708. <https://www.jstor.org/stable/281378>
- de la Peña, P. y Witelson, D. (2018). Trampling vs. Retouch in a Lithic Assemblage: A Case Study from a Middle Stone Age Site, Steenbokfontein 9KR (Limpopo, South Africa). *Journal of Field Archaeology*, 43(7), 522-537. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00934690.2018.1524219>
- Domínguez-Solera, S., Mailló-Fernández, J., Baquedano, E., y Domínguez-Rodrigo, M. (2021). Equids can also make stone artefacts. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 40, 103260. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103260>
- Douglass, M. y Wandsnider, L. A. (2012). Fragmentation Resistant Measures of Chipped Stone Abundance and Size: Results of an Experimental Investigation of the Impact of Cattle Trampling on Surface Chipped Stone Scatters. *Plains Anthropologist*, 57(224), 353-365. <https://www.jstor.org/stable/43700773>
- Duvall, J. G. y Venner, W. T. (1979). A Statistical Analysis of the Lithics from the Calico Site (SBCM 1500A), California. *Journal of Field Archaeology*, 6(4), 455-462. <https://doi.org/10.2307/529427>
- Eren, M.I., Durant, A., Neudorf, C., Haslam, M., Shipton, C., Bora, J., Korisettar, R., y Petraglia, M. (2010). Experimental examination of animal trampling effects on artifact movement in dry and water saturated substrates: a test case from South India. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3010-3021. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.06.024>
- Flegenheimer N. y Weitzel, C. (2007). Caminar sobre piedras: los artefactos fracturados de Cerro El Sombrero. *XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Tomo III*, pp 263-267. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy.
- Flenniken, J. J. y Haggarty, J.C. (1980). Trampling as an agency in the formation of edge damage: An experiment in lithic technology. *Northwest Anthropological Research Notes*, 13(2), 208-214.

- Garvey, R. y Mena, F. (2016). Confronting complexities of artifact-geofact debates: re-analysis of a coarse volcanic rock assemblage from Chilean Patagonia. *Lithic Technology*, 41, 114-129. <https://doi.org/10.1080/01977261.2016.1152023>
- Gifford-Gonzalez, D. P., Damrosch, D. B. Damrosch, Pryor, J. y Thunen, R. L. (1985). The third dimension in site structure: an experiment in trampling and vertical dispersal. *American Antiquity*, 50(4), 803-818. <https://doi.org/10.2307/280169>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: PAleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica*, 4(1), 9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Jackson, D. (1990). El complejo andino de los buriles: evidencia empírica y fundamento teórico. *Revista Chilena de Antropología*, 9, 87-194.
- Lopinot, N. y Ray, J. (2007). Trampling Experiments in the Search for the Earliest Americans. *American Antiquity*, 72(4), 771-782. <https://doi.org/10.2307/25470445>
- Lubinski, P. M., Terry, K. y McCutcheon, P. T. (2014). Comparative Methods for Distinguishing Flakes from Geofacts: A Case Study from the Wenas Creek Mammoth Site. *Journal of Archaeological Science*, 52, 308-320. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.09.006>
- Martindale, A. y Jurakic, I. (2006). Identifying expedient glass tools in a post-contact Tsimshian village. *Journal of Archaeological Science*, 33(3), 414-427. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.08.007>
- Martindale, A. y Jurakic, I. (2015). Glass Tools in Archaeology: Material and Technological Change. *The Oxford Handbook of Topics in Archaeology* <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199935413.013.4> (Acceso 10 septiembre, 2023).
- Méndez Muñoz, V. (2015). *Historias Depositacionales de Conjuntos líticos en la Transición Pleistoceno-Holoceno en el Sitio Valiente, Provincia del Choapa*. Tesis para optar por el título Profesional de Arqueólogo, Universidad de Chile.
- McBrearty, S., Bishop, L., Plummer, T., Dewar, R. y Conard, N. (1998). Tools underfoot: human trampling as an agent of lithic artifact edge modification. *American Antiquity*, 63(1), 108-122. <https://doi.org/10.2307/2694779>
- McPherron, S., Braun, D. Dogandzic, T., Archer, W., Desta, D. y Lin, S. C. (2014). An experimental assessment of the influences on edge damage to lithic artifacts: a consideration of edge angle, substrate grain size, raw material properties, and exposed face. *Journal of Archaeological Science*, 49, 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.04.003>.
- Merenzon, J. (1988). *Perturbaciones en un Conjunto Lítico Depositado sobre valvas: un caso Experimental*. Buenos Aires: Asociación de Investigaciones Antropológicas.
- Nielsen, A. E. (1991). Trampling the Archaeological Record: An Experimental Study. *American Antiquity*, 56(3), 483-503. <https://doi.org/10.2307/280897>
- Pevny, C. D. (2012). Distinguishing taphonomic processes from stone tool use at the Gault site, Texas. En P. J. Carr, A. P. Bradbury y S. E. Price (Eds.), *Contemporary lithic analysis in the southeast: problems, solutions, and interpretations*, (pp. 55-78). Tuscaloosa: University of Alabama Press.
- Pintar, E. (1987). *Controles Experimentales de Desplazamientos y Alteraciones de Artefactos Líticos en Sedimentos Arenosos: Aplicaciones Arqueológicas*. Tesis de licenciatura, Universidad de Buenos Aires.
- Pryor, J. H. (1988). The Effects of Human Trample Damage on Lithics: A Consideration of Crucial Variables. *Lithic Technology*, 17(1), 45-50. <https://doi.org/10.1080/01977261.1988.11754525>
- Sellers, G. E. (1885). Observations on Stone Chipping. *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution*, Part 1, 871-891.
- Thiébaud, C. (2010). Denticulate Mousterian: myth or reality? *Acta Universitatis Wratislaviensis 3207, Studia Archeologica*, XLI, 345-385.
- Vargas Gariglio, J. y Hermo, D. (2018). Análisis de la incidencia del pisoteo en la alteración de filos en fragmentos de vidrio: resultados de una experiencia. *Mundo de Antes*, 12, 135-159. <http://www.mundodeantes.org.ar/pdf/revista12-1/04-Gariglio.pdf>
- Warren, S. H. (1905). On the Origin of Eoliths. *Man*, 5:179-183.
- Warren, S. H. (1914). The Experimental Investigation of Flint Fracture and its Application to Problems of Human Implements. *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great*

Britain and Ireland, 44, 412-450. <https://doi.org/10.2307/2843364>

Weitzel, C. (2012). Cuentan los fragmentos. Clasificación y causas de fractura de artefactos formatizados por talla. *Intersecciones en Antropología*, 13(1), 43-55. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-373X2012000100003

Weitzel, C., Borrazzo, K., Ceraso, A. y Balirán, C.

(2014). Trampling fragmentation potential of lithic artifacts: an experimental approach. *Intersecciones en Antropología*, 15(3), 97-110. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850373X2014000300009&script=sci_arttext&lng=pt

Weitzel, C. y Sánchez, A. (2021). A Trampling Experiment to Assess Fractures and Edge Damage in Quarry's Lithic Assemblages. *Lithic Technology*, 46(4), 286-301. <https://doi.org/10.1080/01977261.2021.1926702>