

Combustión de excrementos. Una aproximación experimental¹

PABLO PANIEGO DÍAZ

Universidad Autónoma de Madrid

pablo.paniego@hotmail.com

Fecha de recepción: 30 de octubre de 2015

Fecha de aceptación: 24 de febrero de 2016

Fecha de publicación: 30 de marzo de 2016

Revista Historia Autónoma, 8 (2016), pp. 13-25

e-ISSN: 2254-8726, DOI: 10.15366/rha2016.8



Resumen: En este trabajo se dan a conocer los resultados de una serie de experiencias realizadas sobre la combustión de excrementos de diferentes tipos de animales. Se ha pretendido controlar lo máximo posible las condiciones para favorecer la comparación de resultados, en los que se ha valorado de forma prioritaria su capacidad para ser el combustible único en hogares, así como las temperaturas alcanzadas y la producción de humo.

Palabras clave: Arqueología experimental, combustible, hogar, estiércol, excrementos.

Abstract: In this paper we present the results of a series of experiences that were carried out regarding the combustion of excrements belonging to different animals. We have attempted to control as much as possible the conditions, thus being more favourable to compare the results. The priority was to value the capacity for being the only combustible for fireplaces, maximum temperatures and smoke production.

Keywords: combustible, droppings, excrements, fireplaces, Experimental Archaeology.

Introducción

En este trabajo se parte de la premisa de que los excrementos pudieron haber constituido un sustituto viable a otros combustibles e incluso haber sido empleados de forma preferente por diversos motivos, como la escasez de ciertos recursos “más

¹ Agradecemos al Zoo-Aquarium de Madrid y a Francisco José Moriche Matamoros el suministro de los materiales de estudio.

convencionales”². No se puede descartar su uso para ningún momento histórico, así, a la fácil obtención de estiércol en aglomeraciones animales controladas por el hombre se sumarían las recogidas de excrementos de animales no domésticos. En el segundo caso, la “recolección” debió centrarse en determinadas especies que hiciesen rentable el esfuerzo realizado, por ejemplo, como ocurrió en América del Norte con el bisonte³ y en Asia con el yak, donde incluso se ha valorado la importancia de las deposiciones en relación a su domesticación, ya que el mayor potencial de aporte energético de este animal se debe a su estiércol, más que a la leche, la carne o la energía de transporte⁴. En Asia el empleo de heces como combustible está altamente extendido y su “recolección” es bastante provechosa, lo que lleva a los *Hui* a desplazarse hasta 50 km en busca de excrementos⁵.

Además de emplearse como combustible único, también habría sido usado de forma auxiliar o complementaria a otros, con incluso la creación de tortas combinadas de estiércol y materia vegetal⁶.

Se ha llegado a plantear que no siempre se emplearían excrementos a consecuencia de la reducción de otros recursos, sino que la elección de un combustible u otro pudo haber sido intencionada para aprovechar las diferentes propiedades de cada uno⁷, algo también aplicable a la selección de una clase u otra de excrementos⁸. Es posible valorar la utilización de estiércol con la potenciación de algunos de los usos de los hogares (calor, iluminación, generación de humo...) y como elemento adecuado para conseguir ciertas cualidades en las cocciones cerámicas, como el ahumado⁹, entre otros potenciales usos.

La realización de experiencias para valorar el uso de excrementos con estos fines apenas ha sido explorado, siendo una de las excepciones el uso de las heces de llama para la cocción

² Anderson, Seona y Fusün Ertug-Yaras, “Fuel Fodder and Faeces: An Ethnographic and Botanical Study of Dung Fuel Use in Central Anatolia”, en *Environmental Archaeology*, 1 (1998), pp. 99-109; Yravedra Sainz de los Terreros, José et al., “El empleo de material óseo como combustible durante el Paleolítico Medio y Superior en el Cantábrico. Observaciones experimentales”, en Lasheras, José Antonio y Ramón Montes (coords.), *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión*, Madrid, Ministerio de Cultura, 2005, pp. 369-383; Rhode, David et al., “Yaks, yak dung, and prehistoric human habitation of the Tibetan Plateau”, en *Developments in Quaternary Sciences*, 9 (2007), pp. 205-224; Mlekuž, Dimitrij, “The materiality of dung: the manipulation of dung in Neolithic Mediterranean caves”, en *Documenta Praehistorica*, 39 (2009), pp. 219-225. <<http://arheologija.ff.uni-lj.si/mlekuz/mlekuz36.pdf>> [consultado el 12 de febrero de 2015], DOI: 10.4312/dp.36.14; Lacenlotti, Carla y Marco Madella, “The «invisible» product: developing markers for identifying dung in archaeological contexts”, en *Journal of Archaeological Science*, 39 (2012), pp. 953-963, DOI: 10.1016/j.jas.2011.11.007; Portillo, Marta et al., “Early Neolithic household behavior at Tell Seker al-Aheimar (Upper Khabur, Syria): a comparison to ethnoarchaeological study of phytoliths and dung spherulites”, en *Journal of Archaeological Science*, 42 (2014), pp. 107-118, DOI: 10.1016/j.jas.2013.10.038; Smith, Alexia et al. “Examining Fuel Use in Antiquity: Archaeobotanical and Anthracological Approaches in Southwest Asia”, en *Ethnobiology Letters*, vol. 6, 1 (2015), pp. 192-195. <<http://ojs.ethnobiology.org/index.php/eb/article/view/416/208>> [consultado el 18 de febrero de 2016], DOI: 10.14237/eb1.6.1.2015.416.

³ Mlekuž, Dimitrij, “The materiality...” *op. cit.*, p. 218.

⁴ Rhode, David et al., “Yaks, yak dung...” *op. cit.*

⁵ *Ibidem*.

⁶ Smith, Alexia et al. “Examining...” *op. cit.*

⁷ *Ibidem*.

⁸ Anderson, Seona y Fusün Ertug-Yaras, “Fuel Fodder...” *op. cit.* Las observaciones en Anatolia han permitido conocer cómo se preparan diferentes tipos de combustible con el mismo excremento según se recoja en una u otra época, se mezcle con otros materiales, se seque de determinada manera..., y cómo cada tipo puede tener un uso preferente, aunque no es extraño que se mezcle estiércol preparado de diferentes maneras en un mismo hogar.

⁹ Caro Bellido, Antonio, *Ensayo sobre cerámica en Arqueología*, Sevilla, Agrija, 2002, p. 73.

cerámica¹⁰. No obstante, hay abundantes datos etnográficos de su uso, por ejemplo, en Anatolia y Próximo Oriente¹¹, mezclado o no con otros materiales; en el valle del Guadalquivir se usaba para calentar el hierro con el que marcar a las reses¹²; los indios Pueblo emplean boñigas de vaca para sus cocciones cerámicas¹³; en la India se usan excrementos de vaca, cebú o búfalo de agua para cocinar, entre otras utilidades¹⁴; y no hay duda de la importancia de este material en varios apartados de la vida de los *Nuer*, y entre estos usos, está el de combustible, una vez secado¹⁵.

Los excrementos empleados para las experiencias han sido seleccionados por su accesibilidad, así, se han elegido los de vaca, caballo, cerdo, cabra y carnívoro, en este caso de felino.

1. Consideraciones previas

Para la realización del estudio se ha calculado la temperatura de la zona prendida con la ayuda de un pirómetro infrarrojo PCE-890 con un error de $\pm 3.5\%$. Las muestras fueron pesadas antes y después de cada una de las experiencias (con un error de ± 0.100 Kg). En todos los casos se empleó el mismo mecanismo para el encendido del fuego, una pastilla de encendido rápido que emite una pequeña llama y tarda alrededor de 15 minutos en apagarse.

Se realizaron tres experiencias por cada tipo de excremento, salvo determinadas excepciones que se puntualizarán en el momento. Todas fueron hechas en plataformas previamente preparadas, nunca semiexcavadas o excavadas en el suelo. Por lo tanto, hay que tener en cuenta que estas temperaturas pueden aumentar si se realizan modificaciones en el entorno donde se realiza la combustión.

¹⁰ Palamarczuk, Valeria, "Cocción experimental de cerámica con estiércol de llama", en *Intersecciones en Antropología*, 5 (2004), pp. 119-127. <<http://www.scielo.org.ar/pdf/iant/n5/n5a10.pdf>> [consultado el 8 de enero de 2015].

¹¹ Anderson, Seona y Fusün Ertug-Yaras, "Fuel Fodder..." *op. cit.*; Lacenlotti, Carla y Marco Madella, "The "invisible..." *op. cit.*; Portillo, Marta et al., "Early Neolithic..." *op. cit.*

¹² Caro Bellido, Antonio, *Ensayo sobre...* *op. cit.*, p. 73.

¹³ *Ibidem*, p. 73.

¹⁴ Harris, Marvin, *El materialismo cultural*, Madrid, Alianza Universidad, 1979, p. 214; Reddi, Seetha, "Fueling the hearths in India: the role of dung in paleoethnobotanical interpretation", en *Paléorient*, 2 (1998), pp. 61-69.

¹⁵ Evans-Pritchard, Edward Evan, *Los Nuer*, Barcelona. Anagrama, 1997, pp. 41-51.



Figura 1: Hogar de barro apisonado donde se realizarán las experiencias. Fuente: fotografía del autor.

Todos los datos obtenidos fueron anotados en una tabla diseñada para tal fin. Dichos resultados fueron incluidos posteriormente en la información acerca de cada experiencia, como son las temperaturas cada 10 minutos, el tipo y densidad del humo y los residuos generados tras la experiencia. Como señala Soler¹⁶, los restos generados por el hogar variarían según la estructura de combustión empleada.

2. Experiencias de combustión de excrementos

2.1 Vaca

El empleo de heces secas de vaca estaría facilitado por la poca dificultad de su recolección. Los excrementos empleados estaban bien secos y en forma de torta, tal cual es la deposición, sin

¹⁶ Soler Mayor, Begoña, *Estudio de las estructuras de combustión prehistóricas: una propuesta experimental*, Valencia, Diputación de Valencia, 2003.

preparación alguna por nuestra parte. En Andalucía preferentemente se usan apiladas formando almiar¹⁷, disposición que hemos seguido para la realización de las experiencias.



Figura 2: Excrementos de vaca en el momento previo a la experiencia. Fuente: fotografía del autor.

Las vacas de las que se han obtenido las heces estaban en libertad y su alimentación en pastos se complementa con piensos.

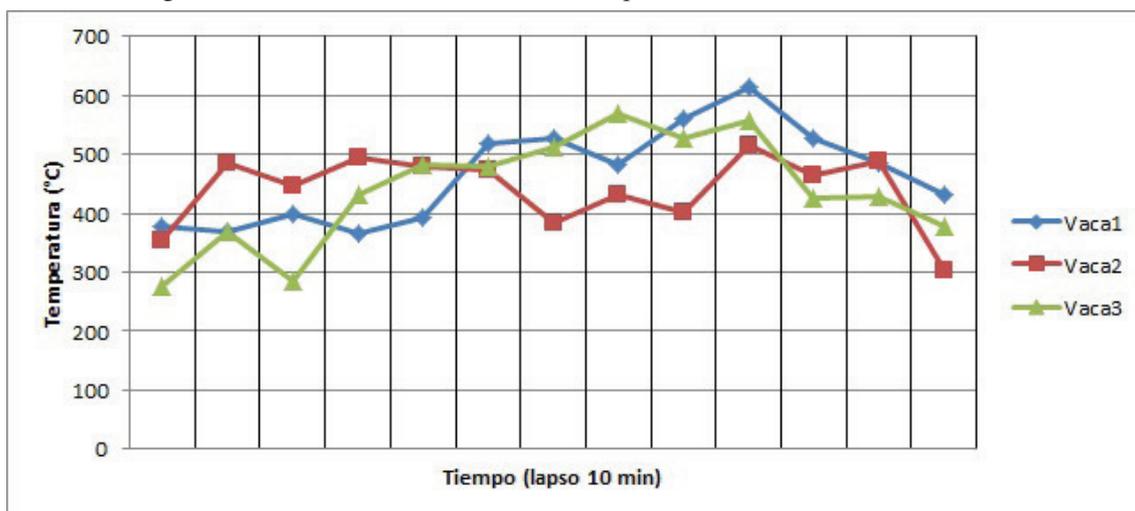
Figura 3: Resultados de las experiencias con excrementos de vaca.

Nº de experiencia	Cantidad inicial (g)	Temperaturas alcanzadas en °C (por minutos)												Residuos sólidos (g)	
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120		130
Vaca1	1376	377	370	400	365	393	517	528	482	560	613	528	486	433	302
Vaca2	760	353	485	448	494	480	474	384	432	402	514	465	490	304	102
Vaca3	1586	276	370	284	432	483	481	512	570	528	557	425	430	377	366

Fuente: elaboración propia.

¹⁷ Caro Bellido, Antonio, *Ensayo sobre... op. cit.*, p. 73.

Figura 4: Gráfico con los resultados de las experiencias con excrementos de vaca.



Fuente: elaboración propia.

Las experiencias Vaca1 y Vaca3, que contenían más cantidad de excrementos, apenas duran 5-10 minutos más encendidos que la experiencia Vaca2, por lo que la velocidad en la que se consumen depende más de la posición en que los restos se han quemado que de la cantidad de combustible.

Cabe destacar que se consume de forma lenta, lo que permite su control. Pueden llegar a provocar llama, la cual sería discontinua. La aparición de esta depende de si tiene una ayuda exterior, como el viento, aunque cuando alcanza los puntos más altos de temperatura no la necesita y es capaz de provocar llama por sí misma. Si no tiene llama arde en forma de brasas y el calor desprendido no se expande mucho más allá de estas, por lo que las cifras de temperatura alcanzada pueden parecer un poco engañosas.

Durante las experiencias se ha logrado alcanzar picos de temperatura de 621°C y 613°C, aunque entre los minutos 20 y 30 y hasta el minuto 120 las temperaturas se han mantenido constantes con oscilaciones entre los 400°C y los 550°C. En otras experiencias se han llegado a documentar temperaturas de hasta 640°C¹⁸.



Figuras 5a (izquierda) y 5b (derecha): Combustión de excrementos de vaca. Fuente: fotografías del autor.

¹⁸ Mlekuž, Dimitrij, "The materiality..." *op. cit.*, p. 220.

Las brasas, que no se han contabilizado en los gráficos anteriores, son posteriores al minuto 130 y se van apagando poco a poco, con una temperatura de 250-290°C en los momentos inmediatamente posteriores al apagado.

Respecto al humo, durante todo el proceso se ha documentado uno denso y de color blanquecino.

2.2 Caballo

Al igual que los desechos de vaca, tiene a favor la facilidad de su recolección, y más en el caso de estar estabulado o controlado en un recinto. Para nuestras experiencias usamos heces de animales alimentados de forma mixta, pues los caballos se encuentran en semilibertad y su dieta en pastos se complementa con piensos.



Figura 6: Excrementos de caballo en el momento previo a la experiencia. Fuente: fotografía del autor.

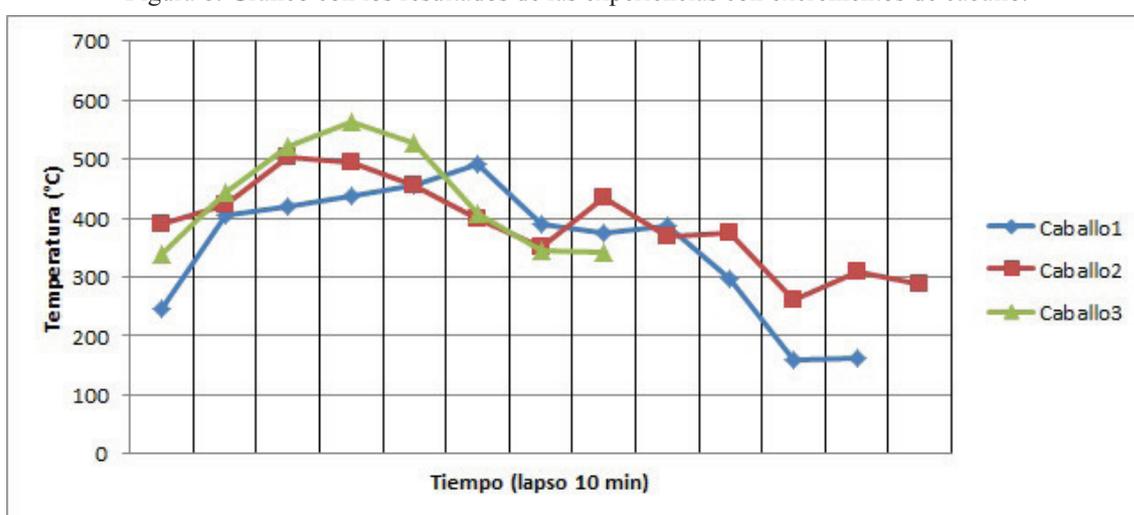
Figura 7: Resultados de las experiencias con excrementos de caballo.

Nº de experiencia	Cantidad inicial (g)	Temperaturas alcanzadas en °C (por minutos)													Residuos sólidos (g)
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Caballo1	1043	245	406	419	437	455	493	390	374	387	297	159	163	-	298
Caballo2	1042	389	422	504	496	456	399	351	434	369	376	261	308	288	312
Caballo3	1051	338	445	520	563	527	409	345	341	-	-	-	-	-	214

Fuente: elaboración propia.

* El fuego se apaga solo.

Figura 8: Gráfico con los resultados de las experiencias con excrementos de caballo.



Fuente: elaboración propia.

Apenas hay diferencia respecto a los resultados de las heces de vaca, también arden de forma lenta y sin llama salvo que haya viento, el humo nuevamente es blanco y de una densidad similar.

Las temperaturas son ligeramente inferiores respecto a las obtenidas en la experiencia anterior, situándose entre 300 y 500°C, con picos que no llegan a los 550°C. Aproximadamente a partir del minuto 90 se ve que las temperaturas se reducen y paulatinamente se va apagando, perdiendo potencia la combustión.

2.3 Cerdo

Los excrementos de suido empleados pertenecen a animales que viven en grandes dehesas y no están estabulados ni encerrados en pequeños recintos. Son criados a base de bellota, pienso de bellota y otros elementos naturales, pues el animal tiene completa libertad para alimentarse con todo lo presente en la finca.

La conservación de los restos almacenados es mucho peor si se comparan con los de caballo, vaca o cabra, pues aparecen mohos e insectos. De todas maneras los excrementos empleados para las experiencias estaban completamente secos.

Figura 9: Resultados de las experiencias con excrementos de cerdo

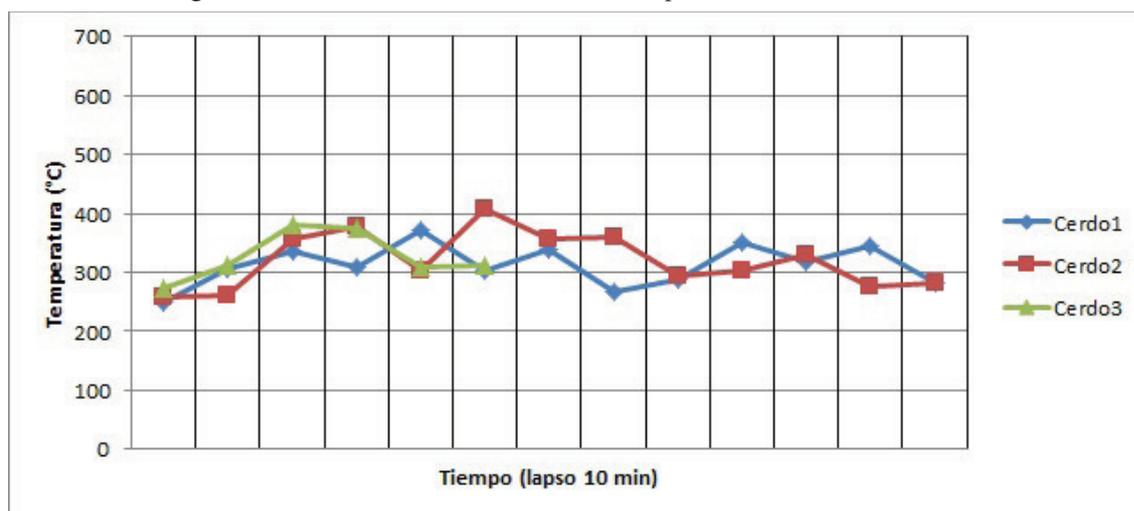
N° de experiencia	Cantidad inicial (g)	Temperaturas alcanzadas en °C (por minutos)													
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Cerdo1	1076	248	305	337	309	373	304	338	266	288	350	319	344	282*	
Cerdo2	1100	258	262	356	378	302	408	356	359	295	303	329	275	283*	
Cerdo3	1204	272	311	382	375	308	312**	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: elaboración propia.

*La experiencia se detiene debido a que en este periodo, superior a 2 horas, apenas se ha consumido el 20% del total de los excrementos y apenas hay superficie quemándose.

** El fuego se apaga solo.

Figura 10: Gráfico con los resultados de las experiencias con excrementos de cerdo.



Fuente: elaboración propia.



Figura 11: Excrementos de cerdo durante la experiencia. Fuente: fotografía del autor.

Las experiencias nos muestran que este combustible tiene una muy larga duración, ya que se consume de forma lenta, probablemente debido a que la superficie que arde de forma simultánea es muy pequeña, reduciéndose a los sumo a tres o cuatro boñigas. Se ha observado que le cuesta mucho expandirse entre las diferentes heces, lo que pudo causar que la muestra Cerdo3, formada por pequeñas boñigas, se apagase mucho antes que el resto de experiencias, con boñigas de mayor tamaño. Quizá su apagado sea debido también a las temperaturas no muy elevadas que alcanza, teniendo en cuenta además que, como los otros excrementos analizados, el calor desprendido apenas se aleja de la zona en combustión. En este caso concreto parece que el radio de alcance del calor es aún menor que en las experiencias de vaca y caballo.

Las temperaturas oscilan entre los 250 y los 400°C, centrándose especialmente entre la franja de 300 y 350°C, sin puntos de calor muy elevados y sin que en ningún momento se constatasen llamas.

El humo que desprenden las experiencias es blanco, muy débil y apenas perceptible.

Habría que valorar las ventajas de este tipo de combustión tan lenta y que apenas emite humo, ya que puede ser un material muy útil para preservar el fuego, especialmente en lugares donde las llamas pudieran llegar a resultar peligrosas. El hecho de que tarde mucho tiempo en consumirse no hace sino aumentar su potencial como combustible para la conservación del fuego.

2.4 Cabra

Las experiencias no fueron positivas pues en los dos casos analizados el fuego o no se encendió o duró muy poco.

En la primera variable los excrementos se encontraban totalmente secos y en forma de pequeñas bolas (el excremento de cabra sin tratamiento previo). Solamente las que se encontraban alrededor de la pastilla de encendido ardieron, por lo que se demuestra que sí son un combustible, pero la transmisión de la combustión de unas bolitas a otras es muy difícil. Esta es, a nuestro juicio, la causa más probable de las dos experiencias fallidas¹⁹.

Como consecuencia de estas experiencias negativas se decidió realizar otra con las heces machacadas. El resultado fue nuevamente negativo y, aunque en este caso sí que se expandió el fuego, lo hizo a un ritmo muy lento y con una clara tendencia a apagarse, que culminó poco después de sobrepasarse la hora, habiendo ardido menos de la décima parte del combustible, muy concentrado en un espacio reducido alrededor del foco de origen de la combustión. Las temperaturas alcanzadas durante la hora de encendido se encuentran entre los 330°C y los 480°C.

En este caso, los animales se encuentran estabulados y se alimentan a base de piensos. Su dieta es uno de los factores que ha podido influir en los resultados de las experiencias, aun así, probablemente para que este estiércol pueda ser empleado como combustible necesite una gran cantidad de algún elemento catalizador, como puede ser la paja, para alcanzar una temperatura lo suficientemente elevada como para que las bolitas o el excremento aplastado ardan. En segundo lugar, parece necesaria una superficie de combustión suficientemente amplia para que no se apague.

A pesar de los resultados negativos de las experiencias, se sabe que este estiércol sí tiene la capacidad de arder²⁰, por lo que solamente haría falta ajustar los parámetros: superficie de combustión, catalizador, posición del recurso, secado de las heces... Dicho esto, en algunas zonas, como en parte de la India, no es usado nunca como elemento principal y su uso queda vedado a algunas actividades como el cocinado de alimentos²¹.

¹⁹ Se ha documentado que las bolitas sí que llegan a arder, aunque no tenemos constancia que sea como combustible único. Portillo, Marta et al., "Early Neolithic..." *op. cit.*

²⁰ Hay constancia en diversos yacimientos de que los excrementos de ovicápridos formaron parte junto a otros combustibles de origen vegetal de fuegos que alcanzaron, en algunas ocasiones, temperaturas superiores a los 500°C. Rhode, David et al., "Yaks, yak dung..." *op. cit.*; Bergadá, M. Mercé et al., "Primeras evidencias de estabulación en el yacimiento de San Matge (Serra de Tramuntana, Mallorca) a través del registro sedimentario", en *Mayurca*, 30 (2005), pp. 153-180; Bergadá, M. Mercé et al., "Prácticas de estabulación durante el Neolítico Antiguo en Cataluña a través de la micromorfología: cueva de la Guineu (Font-Rubí, Alt Penedès, Barcelona)", en Ontañón Peredo, Roberto et al. (coords.), *Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*, Santander, Universidad de Cantabria, 2005, pp. 187-198.

²¹ Reddi, Seetha, "Fueling the..." *op. cit.*

2.5 Carnívoros (felinos)

Usamos dos tipos de desechos de león. En la primera experiencia empleamos boñigas de pequeño tamaño y secas; en cambio, en el segundo, el potencial combustible contenía un gran número de huesecillos. En ambos casos fue imposible hacer que el fuego comenzase y, tras consumirse la pastilla (dos intentos en cada variable), ninguno de los hogares pudo mantenerse encendido. Así, en estas experiencias los excrementos de carnívoro no pudieron valerse como combustibles únicos ni siquiera por un breve período de tiempo.

3. Conclusiones

Somos conscientes de que el número de experiencias aquí presentadas es muy escaso para sacar conclusiones definitivas. No obstante, a partir de los datos obtenidos podemos presentar unas pinceladas sobre el empleo de excrementos como combustible. De esta forma, creemos que los herbívoros de porte grande generan un estiércol muy adecuado para ser empleado como combustible. Su gran poder calorífico permite que sea utilizado para cocinar, como calefacción y para cocer cerámica, ya que determinados barro cuecen a partir de 400°C aunque generalmente requieren un mínimo de 550°C²². El estiércol de vaca incluso se usa para iniciar el fuego en hogares que tienen como combustible principal excrementos de oveja²³. El humo, bastante abundante en las experiencias de caballo y vaca, también ha de ser un elemento a valorar.

En el caso del estiércol de cerdo, destaca la no emisión de llama y su lenta consumición, que puede ser muy adecuada para la conservación del fuego. Esta es una utilidad que no ha sido tratada excesivamente por la investigación y que generalmente se asocia a elementos vegetales como el hongo yesquero o el hinojo gigante²⁴.

Respecto al excremento de cabra, los resultados de las experiencias fueron negativos, pero la bibliografía demuestra que su uso como combustible es posible, por lo que no dudamos en considerarlo como un recurso potencialmente empleado con este fin. Más dudas nos generan las deposiciones de carnívoro, que, al menos desde el punto de vista de nuestros resultados, han demostrado no ser viables para tal fin.

Por otro lado, las experiencias demuestran que la velocidad a la que se consumen los excrementos depende más de la posición y colocación del combustible que de su cantidad. En

²² Caro Bellido, Antonio, *Ensayo sobre... op. cit.*, p. 74.

²³ Anderson, Seona y Fusün Ertug-Yaras, "Fuel Fodder..." *op. cit.*

²⁴ Alonso Alcalde, Rodrigo et al., "El fuego durante la Prehistoria: Sistemas de producción, transporte y conservación", en Ramos Sainz, María Luisa et al. (eds.), *Arqueología experimental en la Península Ibérica. Investigación, didáctica y patrimonio*, Santander, Asociación Española de Arqueología Experimental, 2007, pp. 173-181.

los casos estudiados, la forma más adecuada para generar altas temperaturas ha sido la colocación del combustible en forma piramidal.

Finalmente, cabe señalar que, a partir de nuestra experiencia, consideramos el estiércol un combustible que se consume a una velocidad baja, no emite llama de forma general, salvo que exista viento o se inyecte aire de alguna forma, y, aunque tiene un gran poder calorífico, su irradiación es bastante limitada.