

APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DEL AÑADIDO DE ADITIVOS EN LAS HOGUERAS PREHISTÓRICAS

Mónica Moreno Falcón

FICHA-RESUMEN

Hipótesis. El añadido de aditivos a las hogueras a base de madera modifica su poder calorífico. La variación en el tipo de aditivo utilizado diversifica la temperatura alcanzada y la duración de la hoguera.

Experimentación. Elaboración simultánea de cuatro hogueras. Mantenimiento de una hoguera tipo sin aditivos y añadido de tres tipos diferentes de aditivos a las hogueras restantes. Control del poder calorífico y duración de las diferentes hogueras.

Factores a controlar. Externos: temperatura, humedad, presión y viento. Internos: tipo de madera y procedencia, humedad de la madera, tamaño y peso del leño.

Materiales empleados. Madera de pino piñonero (*pinus pinea*), aditivos: estiércol y grasa animal en diversas proporciones, activadores del fuego: hojas secas, pequeñas ramas, piñas y líquido de encendido.

Metodología. Realización de cuatro hogueras simultáneamente para controlar las variables climáticas, medición de la temperatura por medio de un pirómetro cada 5 minutos y añadido de diferentes aditivos.

Resultados. Hogueras que duraron activas en torno a las dos horas y que alcanzaron una temperatura media de 700- 800 °C, variaron sus máximas y su longevidad según los aditivos añadidos (para más detalles ver el apartado de conclusiones).

INTRODUCCIÓN

Desde los orígenes del hombre la madera ha sido empleada como materia prima natural para crear hogueras que le permitan calentarse, alimentarse y aplicar tratamientos térmicos a sus herramientas para mejorar su funcionalidad. Es por esto que la madera, sobre todo carbonizada, se encuentra frecuentemente en los yacimientos arqueológicos, acumulándose generalmente debido a la actividad humana.

No obstante, su consumo está condicionado por la oferta de recursos del entorno, por lo que la mayoría de los estudios realizados sobre maderas arqueológicas buscan aportar datos sobre la composición de la vegetación, las transformaciones del paisaje y de los factores relativos a las variables económicas y sociales que han determinado la explotación de los recursos leñosos.

Por su parte, la arqueología experimental ha centrado sus esfuerzos principalmente en el estudio de las marcas de uso que quedarían en herramientas empleadas para talar árboles¹⁷ y en el desarrollo las técnicas de agricultura¹⁸.

¹⁷ Ver obras como CARNEIRO (1979): "Tree felling with the stone axe: an experiment carried out among the Yanomamo Indians of southern Venezuela" en *Ethnoarchaeology Columbia Univ. Press*, pp. 21-58, o

El presente trabajo pretende enmarcarse en el estudio de las variables económicas que han determinado la explotación de los recursos leñosos para la creación de hogueras, pero mezclando la perspectiva de la arqueología experimental con la de la arqueología socio-cultural.

Se busca comprobar hasta qué punto el añadido de aditivos caloríficos a las hogueras consigue aumentar el poder calorífico de las mismas, pudiéndose alcanzar temperaturas similares con maderas procedentes de coníferas, en especial pino, de bajo poder calorífico pero muy abundante, y maderas de alto poder calorífico como las del roble. Se pretende dar respuesta a preguntas como... ¿Resultaría económicamente rentable la búsqueda de maderas de alto poder calorífico? O tal vez... ¿Merecería la pena el empleo de aditivos a maderas de bajo poder calorífico? ¿Qué proporciones sería necesario añadir? ¿El empleo de cualquier aditivo sería más o menos similar? Así, se busca contrastar diversas hipótesis a través de la experimentación para poder obtener conclusiones de carácter social, es decir, hacer una aproximación a “*la historia del calor en la prehistoria*”, acercándonos un poco más a la forma de calentarse en la prehistoria.

De igual forma el presente trabajo parte de la premisa de que simplemente pretende ser un acercamiento al estudio del empleo de los aditivos en las hogueras, es decir, sus resultados no podrán ser tomados como si de una auténtica experimentación se tratase, ya que sería necesaria la realización de muchas más hogueras para poder obtener unos resultados más fiables. Además el control de las variables climáticas se ha realizado empleando una metodología bastante “improvisada” y que sólo puede justificarse enmarcando el trabajo en el saco de las primeras aproximaciones al estudio de una materia.

MATERIALES, METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Los materiales empleados¹⁹ para la realización de las hogueras han sido:

- Una rama de pino piñonero (*pinus pinaster*) procedente de Burgo de Ebro (Zaragoza, España), de 20 cm. aproximadamente de diámetro y 130 cm. de altura, de la que se obtuvieron los leños para todas las hogueras.
- Hojarasca seca y piñas procedentes de diversos pinos del entorno.
- Ramitas secas procedentes del entorno.
- Líquido de encendido, 50 ml. por hoguera.

La elección de la madera de pino piñonero para realizar la experimentación se debe a la abundancia del género *Pinus* ya desde el Tardiglaciario y el Holoceno en la Península

MATHIEU, J.R., y MEYER, D.A. (1997): “Comparing axe heads of stone, bronze and steel: studies in experimental archaeology”, *Journal of Field Archaeology*, nº 24, pp. 333-351.

¹⁸ Ver obras como REYNOLDS, P.J. (1977): “*Slash and Burn Experiment*”, *Archaeological Journal* 134, pp. 307-318, o REYNOLDS, P.J., (1982): “L’agriculture de l’Age de Fer”, *La Recherche*, nº 13, pp. 314-312.

¹⁹ Para más información ver el apartado Anexo Fotográfico.

Ibérica, sobre todo en ámbitos geográficos tales como la Cordillera Cantábrica, el Sistema Central o el Valle del Ebro²⁰ (zona a la que se adscribe nuestro ejemplar concreto de pino), y no al poder calorífico del mismo que en relación a las frondosas es bajo.

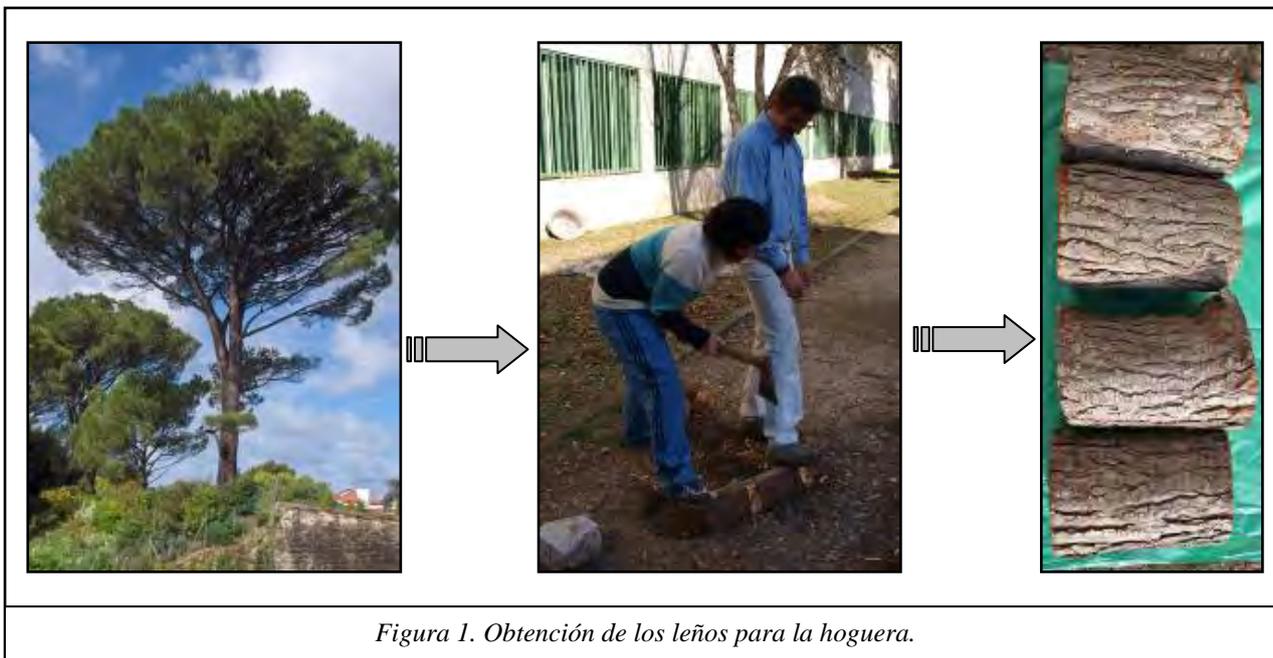


Figura 1. Obtención de los leños para la hoguera.

Respecto a las piñas, hojarascas y ramitas secas añadidas para activar la hoguera, se secaron en un horno y se pesaron para que aportasen un poder calorífico lo más similar posible a todas las hogueras. En el caso de las piñas se emplearon las que no diferían en su peso en más de 20 gramos²¹, pesando todas entre 80 y 100 grs.

Las herramientas empleadas para la medición del poder calorífico y la duración de las hogueras han sido un pirómetro y un cronómetro.

Para obtener unos resultados lo más fiables posible, se han intentado controlar factores internos (tipo de madera, procedencia, humedad y tamaño de los leños) y factores externos (humedad, temperatura, presión y viento). Los factores internos se controlaron empleando leños procedentes de una rama concreta de un árbol y sometiéndolos a un mismo proceso de secado²². Los factores externos se trataron de “controlar”²³ realizando las hogueras de forma simultánea²⁴.

²⁰ AA.VV, 2000, “El papel de los pinares en la vegetación holocena de la Península”, *Ecología nº 14*, pp. 235-251, Madrid.

²¹ Para más información ver el apartado apéndice fotográfico.

²² El porcentaje de los distintos componentes químicos de la madera, como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, varía según la especie (angiospermas y gimnospermas), según la parte del tronco examinada (albura o duramen) y según el envejecimiento de la madera (cura), como consecuencia de esto los procesos de biodeterioro y la dureza de la madera cambian. Aquí nace la necesidad de que los leños para todas las hogueras sean de una misma rama.

²³ De manera que por lo menos se pudiese garantizar que todas las hogueras estuvieran sometidas a unas mismas condiciones atmosféricas, aunque no se pudiesen elegir cuáles eran estas de antemano.

²⁴ El experimento se realizó el 24 de junio de 2009, de doce de la mañana a tres de la tarde y hubo una media de 32 °C, H 26 % y un viento de 0 Km/h.

Las mediciones de temperatura de las hogueras se realizaron en intervalos de 5 minutos y de forma periódica desde que se encendieron hasta que se extinguieron por sí solas.

Finalmente, siguiendo las premisas de la Arqueología Experimental, se ha intentado emplear una metodología lo más respetuosa posible con los métodos tradicionales de trabajo, pero por cuestiones de tiempo se ha recurrido al empleo de elementos actuales:

- Los leños se cortaron manualmente con un hacha, pero el hacha empleada era actual.
- Las piñas y los leños se secaron en un horno actual.
- La hoguera se trató de encender con productos naturales y pertenecientes al mismo tipo de árbol del que se obtuvieron los leños, pero se añadió también un líquido de encendido.

Aún así, en mi opinión, los elementos actuales que se han introducido no alteran los resultados del experimento²⁵.

Para el desarrollo del experimento se comenzó desbrozando el terreno en el que se realizarían las cuatro hogueras para evitar que se extendiese el fuego y que la maleza modificase la temperatura de las hogueras.

A continuación se distribuyeron los leños de forma equitativa (2 kilos aproximadamente de madera por hoguera, materializados en forma de cuatro leños) y se formaron las cuatro piras con una misma estructura triangular. De igual forma se distribuyeron los aditivos equitativamente (2 piñas, 50 gramos de hojarasca y 50 ml. de líquido de encendido).

Se encendieron las cuatro hogueras y comenzó la toma de mediciones cada 5 minutos. Una vez estabilizada la temperatura de las cuatro hogueras se procedió a añadir los diferentes aditivos:

- En la hoguera A, no se añadió ningún aditivo, se mantuvo como hoguera tipo.
- En la hoguera B, se añadieron 70 gramos de estiércol.
- En la hoguera C, se añadieron 300 gramos de estiércol.
- En la hoguera D, se añadieron 30 gramos de grasa animal, tocino.

El hecho de mantener una hoguera tipo frente a tres a las que se añaden aditivos responde primeramente a un objetivo inicial de ver si interfiere o no el añadido de aditivos en el desarrollo de las hogueras.

a elección de la grasa animal y el estiércol como aditivos responde a que son los que resultarían más fáciles de adquirir en un entorno prehistórico. El hecho de diferenciar en las hogueras B y C la proporción de aditivos añadidos responde a observar cómo modifica la temperatura y duración de la hoguera la cantidad de aditivo añadido.

El experimento se dio por finalizado cuando se alcanzó una temperatura aproximada de 200 °C, temperatura a la cual se dejaron de tomar mediciones y se apagaron las brasas restantes con agua.

²⁵ Ver BAENA, J. (1997): “Arqueología Experimental, algo más que un juego”, *Boletín de Arqueología Experimental, UAM n° 1*, p.5.



Figura 2. Preparación de las hogueras.



Figura 3. Comienzo del fuego.

RESULTADOS

Para poder analizar mejor los datos se realizaron unas gráficas a partir de las tablas²⁶ de medición de la temperatura.

Para cada hoguera se emplearon montones de 2 kilos de madera de pino cortada en cuatro grandes leños a los que se añadieron los aditivos antes expuestos tras 30 minutos de funcionamiento de las hogueras sin aditivos.

El resultado general fueron hogueras que permanecieron activas aproximadamente durante 2 horas con unas temperaturas generales que oscilaron entre los 700 y 800 °C antes de comenzar a descender paulatinamente y luego apagarse.

Respecto a la hoguera tipo o A, en la que no se añadió ningún tipo de aditivo, en las gráficas aparece en un tono azul marino. La máxima alcanzada fueron 812 °C, pero también fue la que más se prolongó en el tiempo, manteniendo una temperatura de 400

²⁶ Para ver la tabla con los datos acudir al apéndice.

°C transcurridas las 2 horas. De todas las hogueras fue la que menos fluctuaciones de temperatura sufrió y la que tuvo un desarrollo más regular.

Respecto a la hoguera B, a la que se añadieron 70 gramos de estiércol, en las gráficas se representa con un tono verde oscuro. La máxima alcanzada fue de 840 °C y en el momento en que se añadió el aditivo la hoguera experimentó una subida de casi 70 °C. Respecto a la longevidad de la misma, fue la menos destacada de todas las hogueras ya que transcurridas las dos horas tenía una temperatura de tan solo 100 °C.

La hoguera C, a la que se habían añadido 300 gramos de estiércol, en la gráfica se ha representado en un azul claro. La máxima alcanzada fue 790 °C y cuando se añadió el aditivo la temperatura subió 90 °C, manteniendo las temperaturas más altas durante más tiempo que la hoguera B. Respecto a su temperatura mínima, cuando se dio por finalizado el experimento, fue de 175 °C.

La hoguera D, a la que se habían añadido 30 gramos de grasa animal (tocino), en la gráfica se ha representado en un tono rojo. La temperatura máxima alcanzada fue de 850 °C y una vez que se añadieron los aditivos hubo un aumento de la temperatura de 10 °C.

En resumen, se puede concluir que la temperatura mayor se alcanzó en la hoguera D, pero no guarda relación con el añadido de aditivos, por lo cual la mayor temperatura alcanzada en relación a los aditivos se dio en la hoguera B (estiércol), con 840 °C.

La hoguera más longeva con diferencia fue la hoguera tipo, que no llevaba aditivos, seguida por la hoguera D (grasa), la C y la B (ambas estiércol).

CONCLUSIONES

Como se advertía en la introducción, el objetivo que se buscaba era hacer una historia del calor, de cómo el ser humano se calentaba. A pesar de ello se optó por emplear madera de conífera y no de frondosa, que aunque tiene un menor poder calorífico es mucho más fácil de conseguir; lo que se buscaba no era alcanzar temperatura máximas sino ver cómo influyen los aditivos.

Los primeros datos que se desprenden de los resultados obtenidos es que el empleo de cualquier tipo de aditivo acorta considerablemente la vida de la hoguera y sólo consigue modificar la temperatura durante lapsos de tiempo muy cortos y en muy pocos grados. A partir de la primera hora y cuarto las temperaturas de las tres hogueras con aditivos comienzan a caer bruscamente, ya que la madera se ha agotado debido a las temperaturas más altas.

De esto se puede deducir que no se emplearían los aditivos con el fin de calentarse, restringiéndose su uso a alcanzar unos determinados grados para un fin concreto o intentar reavivar una hoguera que no había prendido bien.

Además el añadido de algunos aditivos como la grasa animal supondría un alto gasto, debido a las altas proporciones de grasa que se necesitan, y genera una gran cantidad de un humo muy denso, negro y de muy mal olor, como se pudo ver en el proceso experimental. El empleo de estiércol como aditivo por otra parte no desprendió ningún humo denso e incluso dejaba un olor a hierba ciertamente agradable. Además supondría

un menor gasto económico por lo que *a priori* parecería un material más propicio para usar como aditivo.

Respecto a los resultados sobre qué tipo de aditivo alcanzaría las temperaturas más altas, los resultados se vuelven ambiguos, es por esto que las conclusiones son sólo meras hipótesis y para asegurarlas sería adecuado realizar una mayor cantidad de hogueras para poder así compararlas y realizar una media.

También hay que observar que la temperatura de las hogueras variaba según la zona en que se tomase y que aunque las cuatro hogueras siguieron unos parámetros de temperaturas similares antes de que se les añadiese los aditivos, sus fluctuaciones no fueron exactamente iguales.

Aun así, según los resultados descritos anteriormente y según las gráficas, se puede observar que el añadido de grasas produce un aumento de la temperatura más rápido pero también más fugaz, ya que se consumen antes y se requiere una mayor proporción de aditivo, de hecho, los 30 gramos añadidos no resultaron suficientes ya que sólo aumentaron la temperatura de la hoguera en 10 °C, lo que indica que haría falta emplear una proporción mucho más alta, tal vez de 90 gramos o incluso más.

El aditivo de estiércol por su parte sube las temperaturas de una forma más lenta pero las mantiene durante más tiempo.

Respecto al añadido de una mayor proporción de estiércol se observó que incidía de modo que aumentaba más aún las temperaturas, pero sobre todo mejoraba la duración de las máximas alcanzadas, ya que el mismo tardaba mucho en combustionarse y actuaba como un freno del viento frente al centro de la hoguera, a modo de pequeño parapeto.

Además de resolver algunas cuestiones esenciales, el desarrollo de este experimento plantea cuestiones muy interesantes, como cuánta cantidad de grasa haría falta para mantener unas temperaturas similares a las de la hoguera a la que se añadió estiércol, o hasta qué punto los factores medioambientales como el viento influyen más o menos en el aumento de las temperaturas. Para resolver estas nuevas preguntas no existe otra solución que la repetición de diversos procesos de experimentación cada vez más complejos y específicos que permitan el acercamiento a una realidad tan compleja como la historia socio-cultural de la prehistoria.

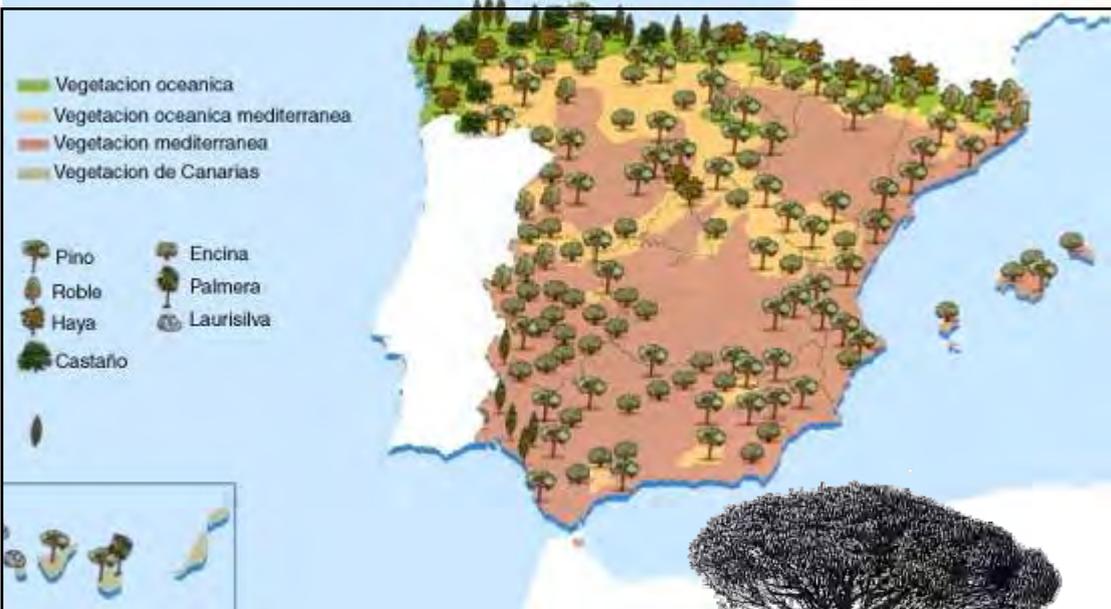


Figura 4. Hoguera una vez finalizado el experimento.

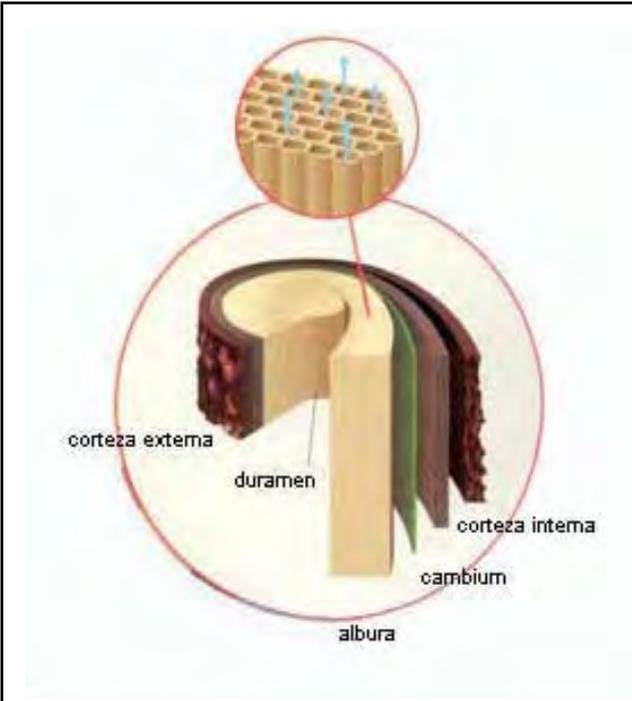
APÉNDICE FOTOGRÁFICO



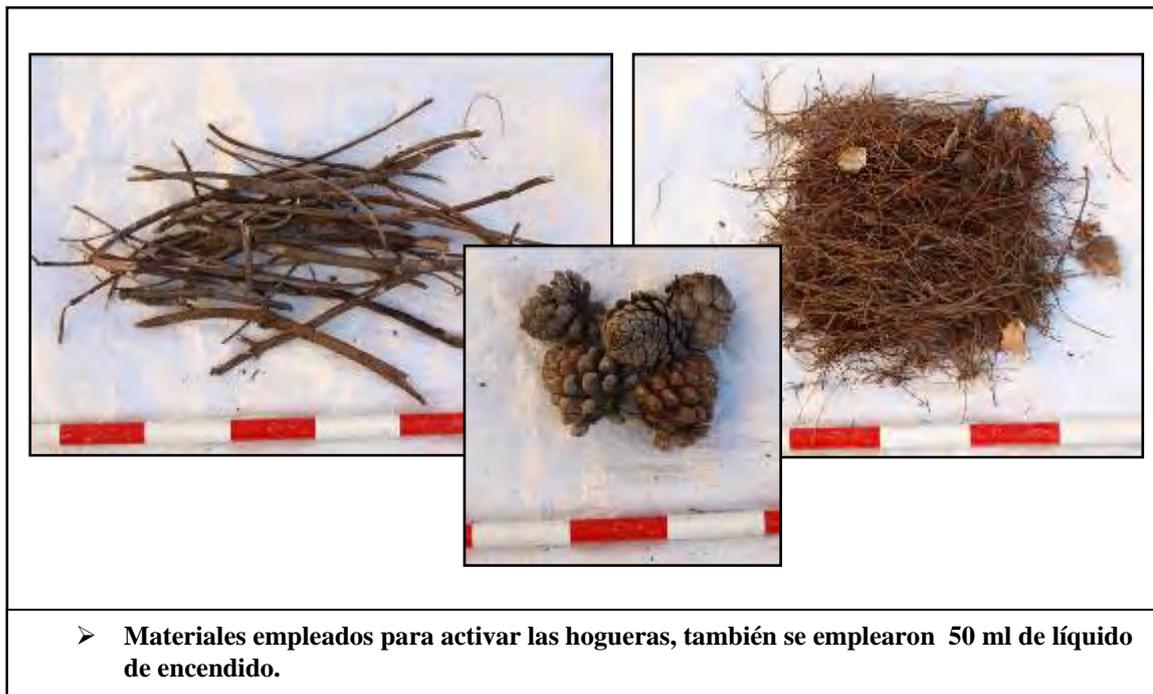
- **Madera empleada:**
 - Madera de pino piñonero, blanda y liviana, con un peso específico de 0.46. De color amarillo castaño, con vetas pronunciadas y frecuente presencia de nudos más oscuros. Densidad de 550 y hasta 600 Kg/m³ según procedencias (madera semipesada). Contracción tangencial del 7% y radial del 5% (buena estabilidad dimensional).
- **Rama de pino seca dividida en 4 leños, uno por hoguera.**
- **Dimensiones de los leños:**
 - Diámetro aproximado: 20 cm.
 - Altura aproximado: 30 cm.
- **División de cada leño en cuatro maderos.**



- **Mapa de distribución actual de las grandes masas de pinares, los bosques de coníferas más extendidos en la Península.**
- **El origen de la especie *pinus* en la Península Ibérica se remonta al holoceno.**



- **Estructura interna de la madera.**





➤ **Aditivos añadidos a las hogueras:**

- Estiércol de caballo.
- Grasa animal.



➤ **Corte de la madera manual.**

TABLAS Y MEDICIONES

Hoguera A	Hoguera B	Hoguera C	Hoguera D
700	700	700	700
700	760	700	800
750	750	751	730
812	800	770	838
800	700	740	850
790	770	660	792
780	840	750	787
770	750	750	815
680	760	700	650
680	759	780	680
670	560	740	730
700	660	794	599
720	780	720	658
640	664	720	700
650	500	500	510
635	404	380	500
700	300	330	500
634	200	360	490
622	230	306	470
600	166	420	420
528	190	368	400
523	160	415	300

➤ Añadido de aditivos



Hoguera A	Hoguera B	Hoguera C	Hoguera D
400	120	200	260
400	100	176	220

BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. (2002): “El papel de los pinares en la vegetación holocena de la Península”, *Ecología n° 14*.

BAENA, JAVIER (1997): “Arqueología Experimental, algo más que un juego”, *Boletín de Arqueología Experimental, UAM n° 1*.

PIQUÉ I HUERTA, R. (2006): “Los carbones y las maderas de contextos arqueológicos y el paleoambiente”, *Ecosistemas n° 1*