

## **BIOMATERIALES**





# ESCLEROCIOS DE *Cenococcum geophilum* Fr. EN YACIMIENTOS PROTOHISTÓRICOS DEL NORDESTE PENINSULAR

## SCLEROTIA OF *Cenococcum geophilum* Fr. IN PROTOHISTORIC DEPOSITS OF THE NE IBERIAN PENINSULA

**N. Alonso<sup>1</sup> & D. López<sup>2</sup>**

1. Grup d'Investigació Prehistòrica. Universitat de Lleida.

2. ROCS scp/Universitat de Barcelona.

### RESUMEN

Algunos hongos del grupo de los ascomicetes, forman sistemas simbióticos de micorrizas, que producen estructuras pluricelulares de resistencia. Estas estructuras características se denominan esclerocios y en algunos géneros, como *Cenococcum*, presentan una morfología globulosa, un color marrón o negro, y un tamaño entre 0,5 y 5 mm. Han sido determinados en diversos yacimientos protohistóricos del nordeste peninsular y en esta comunicación profundizamos sobre todo en su identificación, así como planteamos diversas cuestiones relacionadas con su contexto arqueológico e interpretación.

Los restos recuperados tienen un tamaño aproximado entre 0,5 y 2 mm, son de morfología globulosa, sin cotiledones, con una superficie lisa y sin otros rasgos específicos a poco aumento. La observación bajo microscopio electrónico nos ha permitido identificarlos como *Cenococcum geophilum* Fr., a partir de su estructura celular interna.

Su interpretación, sin embargo, es harto complicada debido a diversas cuestiones como la dificultad en establecer si se trata de materiales carbonizados, su edad o su posible relación directa con alguna actividad humana. Uno de los mayores problemas es la enorme ubicuidad de la especie, que tiene relación simbiótica con raíces de numerosos árboles y arbustos, y se encuentra produciendo micorrizas en variados tipos de vegetación forestal, en zonas arbustivas o ciénagas, así como en suelos pobres.

PALABRAS CLAVE: *Cenococcum geophilum*, Hongos, Arqueología, Protohistoria

### ABSTRACT

Some mushrooms of the ascomycete group form symbiotic mycorrhizal systems, that produce multicellular resistance structures. These characteristic structures, called *sclerotia*, in some genus, like *Cenococcum*, are spherical, dark or black, and ranged in diameter from 0.5 to 5 mm. They have been recovered in some protohistoric sites from the northeast of Iberian Peninsula. In this paper we study in depth their identification, as well as we present diverse questions above their archaeological context and interpretation.

The remains recovered are ranged in diameter from 0,5 and 2 mm, they are mainly spherical, without cotyledons, with a smooth surface and without other specific characteristics to little increase. The observation on scanning electron microscope has permitted us to identify them as *Cenococcum geophilum* Fr., from its internal cell structure.

Nevertheless, the interpretation of these remains is complicated due to diverse questions as the difficulty in establishing if they are charred, its age or its possible direct relation with some human activity. One of the greater problems is the enormous ubiquity of the species, that has symbiotic relationships with roots of numerous trees and bushes, and it is found in various types of forest vegetation, in bushy zones or bogs, as well as in poor floors.

KEYWORDS: *Cenococcum geophilum*, Mushrooms, Archaeology, Protohistory

## INTRODUCCIÓN

La intención de presentar esta comunicación proviene principalmente de la constatación de la presencia recurrente de un tipo de restos que nos aparecía entre los residuos de la fracción menor de las muestras arqueobotánicas recuperadas para el estudio de semillas y frutos (entre 0,25 y 1mm.). Hace unos años, gracias a la orientación de la Prof. Dr. C.C. Bakels nos fue posible realizar una primera identificación como restos de hongos (*Cenococcum geophilum* Fr.) pero no habíamos profundizado nunca en su determinación ni problemática.

De hecho, algunos hongos forman estructuras pluricelulares de resistencia a condiciones desfavorables (que germinan en condiciones favorables) y que pueden tener una compleja organización y especialización. Estas estructuras características se denominan esclerocios o *sclerotia*, pueden llegar a tener hasta 5 mm o más y en algunos géneros de hongos presentan una morfología globulosa o irregular y un color marrón o negro.

La presencia de estos esclerocios identificados como de *Cenococcum geophilum* entre los restos de semillas y frutos carbonizados recuperados en los yacimientos arqueológicos fue detectada a mediados del s.XX (Mitchell, 1951; Natho, 1957). Su recuperación, no obstante, no parece muy

común o no es especificada en la mayoría de trabajos arqueobotánicos, aunque en ciertos casos se pone de relieve su frecuencia en alguna zona, estudio paleoecológico o yacimiento, de épocas y áreas geográficas muy diversas (Mitchell, 1951; Helbaek, 1952: 108; Berglund y Digerfeldt, 1970; Stant y Stant, 1973; Williams, 1977; Zeist, 1983: 189-190; McWeeney 1989; Shay y Kapinga 1997; Nötzol, 1961 y Jorgensen, 1976 a Rovira y Buxó, 1999: 228).

En los últimos años han sido determinados en diversos yacimientos del nordeste peninsular como Minferri (Juneda, les Garrigues, Lleida), Els Vilars (Arbeca, les Garrigues, Lleida) (Alonso, 1999), Estinçells (Verdú, l'Urgell, Lleida) (López, inédito), Can Roqueta (Sabadell, Vallès Occidental) (Rovira y Buxó 1999), Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès, Alt Penedès, Barcelona), Turó de les Maleses (Montcada i Reixac, Barcelonès, Barcelona) (López, 2004) o Mas Castellar (Pontós, Alt Empordà, Girona) (Canal, 2003) (**Fig. 1**).

En esta comunicación pretendemos solamente describir en detalle los restos recuperados, su contexto de aparición, así como iniciar una discusión a propósito de la interpretación de su presencia en los sedimentos arqueológicos.

## ESCLEROCIOS DE *Cenococcum geophilum* Fr.: DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA Y MORFOLÓGICA

Como hemos avanzado anteriormente, algunos hongos del grupo de los Ascomicetes, como *Cenococcum geophilum* (*graniforme*), forman sistemas simbióticos de ectomicorrizas, que producen unas estructuras características denominadas esclerocios.

Estos esclerocios son estructuras pluricelulares de resistencia, que pueden tener una organización compleja y especializada, y que presentan tamaños que van desde algunas décimas de milímetro hasta 5 mm, las más grandes. Presentan una morfología que va de globulosa a irregular, con la superficie lisa de color marrón a negro, con una materia polvorienta en su interior (Pegler *et al*, 1993). Son muy duros, poco quebradizos aunque se pueden cortar fácilmente.

Contienen sustancias de reserva y, proporcionalmente, poca agua, recogiendo durante su formación la mayor parte de nutrientes del micelio. De hecho son unas estructuras de supervivencia, que almacenan nutrientes, son muy resistentes a los períodos secos y a las temperaturas extremas, siendo además algunos muy longevos (por ejemplo los del género *Claviceps*) (Llimona *et al*, 1991: 60).

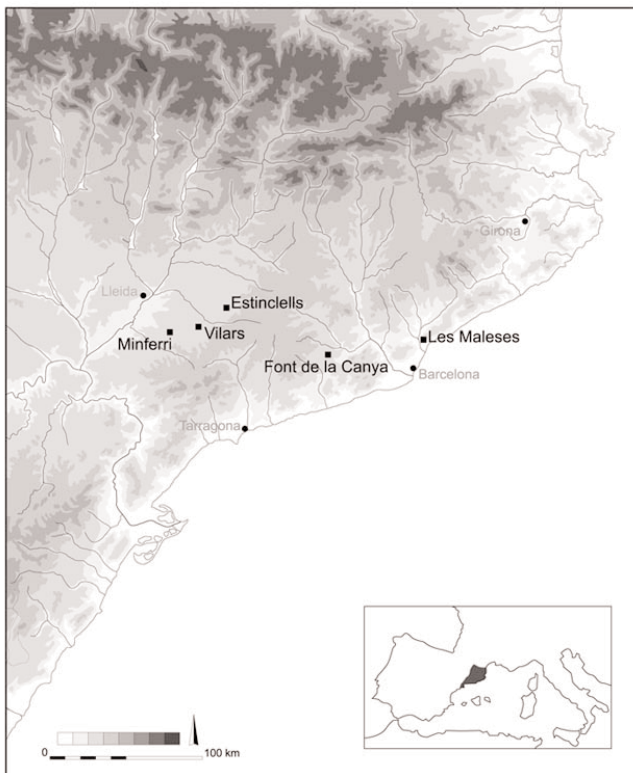


Fig. 1. Situación geográfica de los yacimientos arqueológicos implicados en este estudio.

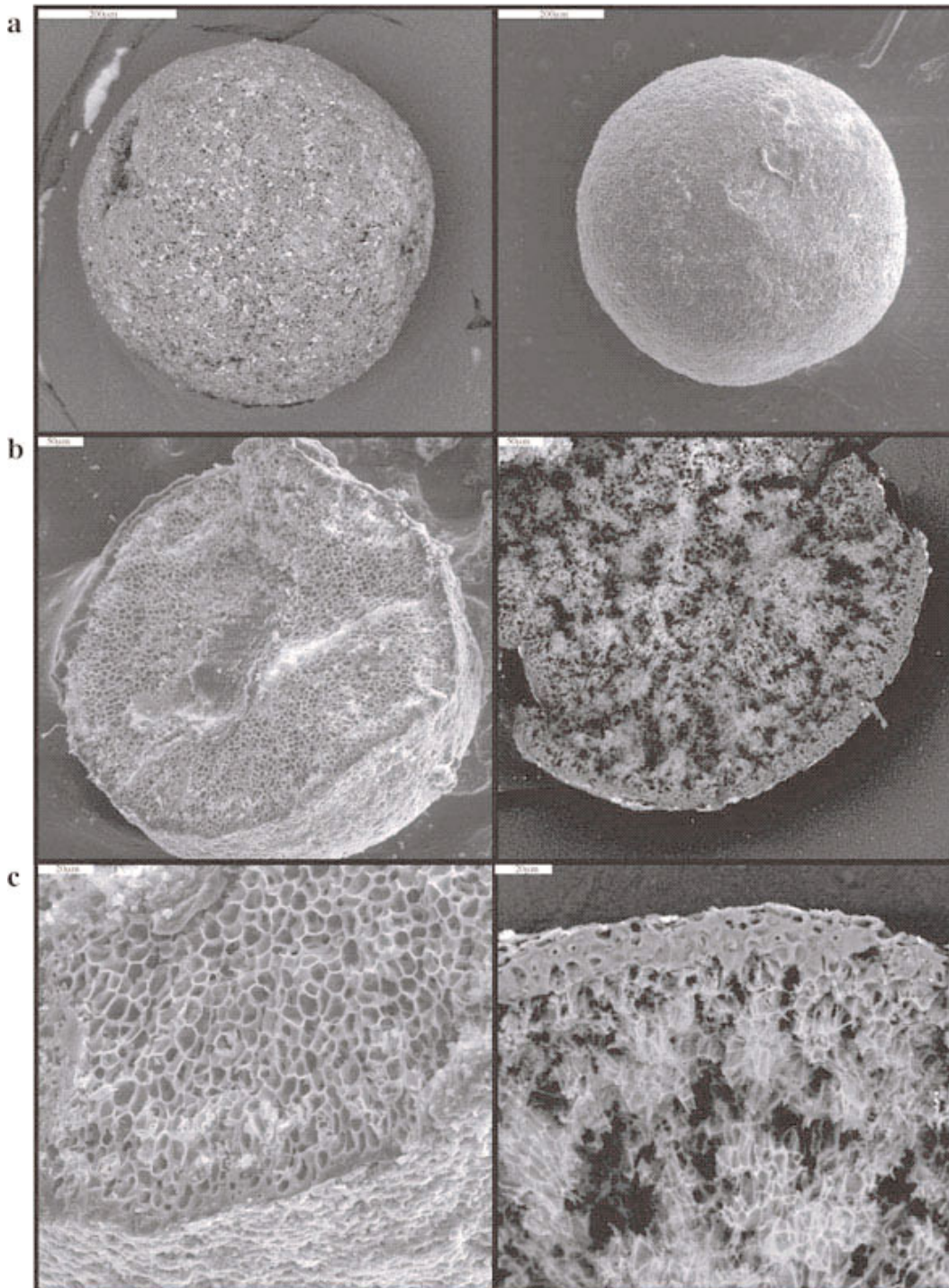


Fig. 2. "*CENOCOCCUM GEOPHILUM*" Fr. de los yacimientos de Minferri (MIN'94 UE 5034), izquierda, y Turó de les Maleses (TM'02 UE 331), derecha, bajo microscopio electrónico: a, esclerocio de "*Cenococcum geophilum*" Fr.; b, corte del esclerocio mostrando su estructura celular en la que se pueden observar la capa exterior y la zona interna; c, detalle de la estructura celular en la que se puede examinar el grosor de la capa exterior y la morfología poliédrica de las células de la masa interior del esclerocio. (fotografías: J. Wierzchos, Servei de Microscopia Electrònica de la Universitat de Lleida).

Debido a la dificultad de identificación de estos restos nos propusimos hacer una observación al microscopio electrónico (SME, UdL), que nos permitiera comparar nuestro material con otros ejemplares arqueológicos y modernos descritos en la bibliografía especializada (Malloch *et al*, 1986; Masicotte *et al*, 1991; Shay y Kapinga, 1997).

Tanto en los ejemplares arqueológicos como en los actuales, descritos en la bibliografía micológica, si se examina su sección bajo microscopio se pueden observar dos zonas diferentes (Shay y Kapinga, 1997: 364-365):

- ▶ Una capa superficial muy delgada, formada por células de pared gruesa, alargadas, dispuestas

tangencialmente a la superficie y organizadas en una franja de un ancho aproximado entre 2 y 3,5  $\mu\text{m}$ . Esta capa está compuesta por 1-2 células y la superficie más externa de los esclerocios la forman las paredes tangenciales de las células exteriores que tienen un grosor entre 5,5, y 8,5  $\mu\text{m}$ . El resto de paredes celulares de esta capa miden entre 1,4 y 4,2  $\mu\text{m}$  de grosor.

- ▶ La otra zona corresponde al interior del esclerocio, en el que las células tienen una forma poliédrica, con un diámetro entre 8,5 y 11,5  $\mu\text{m}$ , y las paredes celulares de una anchura aproximada de 1,5  $\mu\text{m}$ . La estructura celular regular de su interior da a los esclerocios una apariencia granular cuando se observan con un microscopio óptico.

Los restos recuperados en nuestras muestras arqueobotánicas tienen un tamaño entre 0,5 y 2 mm de diámetro, son en general de morfología globulosa, sin cotiledones, con la superficie lisa si se examinan bajo la lupa binocular, y sin otros rasgos específicos.

La observación al microscopio electrónico del interior de los materiales identificados en los yacimientos arqueológicos de Minferri (Juneda, les Garrigues, Lleida) y de Turó de les Maleses (Montcada i Reixac, Barcelonès, Barcelona), muestran claramente la presencia de estas dos zonas, superficial e interior, así como otras de las características atribuidas en las diversas publicaciones científicas a *Cenococcum geophilum* Fr.:

- ▶ Minferri (**Fig. 2b y c**, izquierda): las células de la capa superficial muestran una disposición irregular, en muchos casos difícil de observar, presentando la franja exterior un grosor medio de 13  $\mu\text{m}$  (contando el grosor de las paredes tangenciales a la superficie y la anchura celular). El grosor de las otras paredes de las células que componen esta capa se encuentra entre 0,8 y 1,6  $\mu\text{m}$ . Las células interiores son poliédricas, con diámetros o longitudes que van de las 5 a las 9,8  $\mu\text{m}$ , y el grosor de sus paredes de 0,43 a 0,87  $\mu\text{m}$ .
- ▶ Turó de les Maleses (**Fig. 2b y c**, derecha): la capa superficial es más gruesa, de 18 a 23  $\mu\text{m}$ , siendo las paredes no tangenciales de las células de esta zona de 1,2 a 1,6  $\mu\text{m}$ . La disposición de estas células es difícil de distinguir con claridad. En el interior, las células son también poliédricas, con diámetros entre 5,5 y 7,6  $\mu\text{m}$ . El grosor de las paredes ha sido difícil de medir debido a su estado de conservación, siendo la media aproximadamente de 1,3  $\mu\text{m}$ .

A partir del conjunto de datos morfométricos expuestos nos parece correcto adscribir los restos

recuperados en los yacimientos mencionados a *Cenococcum geophilum* Fr.

## ESCLEROCIOS DE *Cenococcum geophilum* Fr.: CONTEXTO ARQUEOLÓGICO EN YACIMIENTOS DEL NORDESTE PENINSULAR

A continuación realizamos una breve descripción de los yacimientos arqueológicos objeto de este estudio y de su contexto arqueológico en relación con la aparición de los esclerocios de *Cenococcum geophilum*. Los resultados de la cuantificación y el contexto arqueológico de los restos se pueden consultar en la tabla adjunta (**Fig. 3**).

### VILARS

La fortaleza de Els Vilars (Arbeca, les Garrigues, Lleida) se encuentra situada en el llano occidental catalán, a unos 300m. Se trata de una auténtica fortaleza con casas adosadas a la muralla circular, protegida por un campo frisio, un foso y una gran cisterna-pozo situada en el centro. El yacimiento presenta una cronología que abarca de la primera Edad del Hierro (S. VIII a.n.e.) hasta la fase del Ibérico Pleno (S. IV a.n.e.) (Alonso, 1999: 41-43).

Las muestras analizadas provienen de pavimentos (UE 4467 y 4513) y de rellenos de fosas de pequeñas dimensiones (UE 4518 y 11024). Se han recuperado un total de 11 individuos de *Cenococcum geophilum* y representan un 0,09 del total de carporestos (**Fig. 3**).

### MINFERRI

Minferri (Juneda, les Garrigues, Lleida) es un asentamiento del llano occidental catalán situado en el margen izquierdo del río Femosa, a 240m. Se trata de un aldea dispersa con unas concentraciones características de estructuras de tipología variable, como silos, fondos de cabañas o fosas, algunas de ellas reutilizadas como lugares de enterramiento, todo ello en una extensión aproximada de unas 10 hectáreas. Aunque presenta una fase anterior, el periodo mejor representado en el yacimiento es el Bronce Pleno (Alonso, 1999: 31-33; Alonso y López, 2000: 279-281).

Todos los restos de *Cenococcum geophilum* aparecen en los niveles de amortización de los silos, a excepción de un ejemplar que pertenece a un fondo de cabaña (CBN-1). Los niveles donde más presencia tienen los esclerocios corresponden con aquellos sedimentos con una alta proporción de materia orgánica carbonizada (UE 5034 y 2107), observación que se repite en otros casos, como veremos más adelante. Se han recuperado un total de 159 individuos de *Cenococcum geophilum* y representan un 0,04 del total de carporestos (**Fig. 3**).

Yacimiento	n muestras	UE	FET	Cenococcum	total restos	cen/restos	densidad restos/10l.	táxones	Estructuras de habitación	Silos
									suelo/pavimento	rellenos
<b>Vilars</b>	<b>109</b>			<b>11</b>	<b>119</b>	<b>0,09</b>				
		4467	P-258	1	47	0,02	5,2	6	x	
		4513	P-266	6	33	0,18	19,4	3	x	
		4518		1	8	0,13	4	0		x
		11024	FS-285	3	31	0,10	2,7	3		x
frecuencia Cenococcum: 5										
<b>Minferri</b>	<b>70</b>			<b>159</b>	<b>3348</b>	<b>0,04</b>				
		5006	SJ-31	1	6	0,17	0,9	2		x
		5030	SJ-33	6	11	0,55	3,7	1		x
		5031	SJ-33	4	146	0,03	12,2	9		x
		5034	SJ-33	111	1258	0,09	46,6	23		x
		2107	SJ-69	32	1726	0,02	383,6	26		x
		2130	SJ-90	4	103	0,04	22,9	5		x
		4001	CBN-1	1	98	0,01	8,2	7		x
frecuencia Cenococcum: 6										
<b>Estinçlells</b>	<b>6</b>			<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0,6</b>				
		33	FP-33	2	3	0,6	1	1	x	
frecuencia Cenococcum: 1										
<b>Font de la Canya</b>	<b>15</b>			<b>447</b>	<b>9715</b>	<b>0,04</b>				
		414	SJ-7	1	687	0,001	275	11		x
		1018	SJ-15	263	535	0,5	76,4	10		x
		1026	SJ-17	124	4778	0,02	281	18		x
		1020	SJ-20	50	3034	0,01	94,8	20		x
		1002	SJ-11	4	199	0,02	19,9	13		x
		1003	SJ-9	5	482	0,01	16,1	17		x
frecuencia Cenococcum: 6										
<b>Les Maleles</b>	<b>13</b>			<b>93</b>	<b>98</b>	<b>0,9</b>				
		128		1	3	0,3	15	1	x	
		149		5	5	1	5	0	x	
		331		71	72	0,9	42,3	1		x
		345		8	10	0,8	14,2	2		x
		408	FS-424	8	8	1	8	0		x
frecuencia Cenococcum: 5										

Fig. 3. Tabla mostrando el contexto arqueológico y características de las muestras arqueobotánicas en las que se han recuperado esclerocios de "CENOCOCCUM GEOPHILUM". El número de muestras se refiere al total de muestras tratadas en el yacimiento con resultados positivos respecto a la presencia de semillas y frutos. Los restos también se refieren exclusivamente a las semillas y frutos, así como los taxones identificados a partir de éstos en cada una de las muestras.

### ESTINCLELLS

El yacimiento de Estinçlells (Verdú, l'Urgell, Lleida) se encuentra situado en lo alto de una elevación a 384m., formando parte de una sierra alargada y orientada de este a oeste en los límites del llano occidental catalán. Está compuesto por una serie de viviendas grandes y complejas adosadas a la muralla de tendencia circular protegida por un foso de barrera. Se trata de un asentamiento muy común en toda la zona ibérica más septentrional, este modelo se ha definido como fortín, fortaleza o ciudadela (Asensio *et al*, 1998; Asensio *et al*, 2003: 228), siendo su paralelo más cercano Els Vilars. El yacimiento presenta una sola fase ocupacional que abarca todo el S. III a.n.e. (Asensio *et al*, 2003: 229).

Los únicos restos recuperados de *Cenococcum* provienen del relleno de un agujero de poste (FP-33) practicado en el nivel de pavimento de una casa compleja Casa 1, concretamente el recinto 1b. Se han recuperado un total de 2 individuos de *Cenococcum geophilum* y representan un 0,6 del total de carporestos (Fig. 3).

### TURÓ DE LA FONT DE LA CANYA

El Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès, Alt Penedès, Barcelona) se encuentra situado en un montículo de forma alargada a 230m., delimitado por dos cursos de agua, a la entrada (o salida) de la Sierra del Ordal, la cual, junto a la Sierra del Garraf, forman una impor-

tante barrera física entre esta zona y el valle del río Llobregat. Se trata de un auténtico campo de silos o núcleo de actividad económica especializada, con una ocupación que abarca buena parte de la protohistoria (S. VII-III a.n.e.) (López, 2004).

Los restos de *Cenococcum geophilum* se han recuperado del interior de los silos amortizados como vertederos. Los silos 7, 15, 17 y 20 presentan una cronología de final de la primera Edad del Hierro (S. VII a.n.e.) y los silos 9 y 11 pertenecen al Ibérico Antiguo (S. VI-V a.n.e.). Los silos de la fase más antigua se caracterizan por presentar unos rellenos de amortización con restos de algún incendio. Se documentan carbones y cenizas en abundancia, materiales de construcción (adobes y piedras) y miles de restos de semillas carbonizadas. Probablemente se trata de los restos de un granero o un espacio destinado a los trabajos agrícolas que debió incendiarse por razones que desconocemos y, posteriormente, durante las tareas de limpieza, fueron vertidos en el interior de los silos. Precisamente éstos se caracterizan por tener un elevado número de restos de *Cenococcum geophilum*, tal vez asociado a la importante presencia de materia orgánica, debido al incendio que afectó a las estructuras de hábitat del S. VII a.n.e. Se han recuperado un total de 447 individuos de *Cenococcum geophilum* y representan un 0,04 del total de carporestos (Fig. 3).

## TURÓ DE LES MALESES

El *oppidum* del Turó de les MaleSES (Montcada i Reixac, Barcelonès, Barcelona) está situado en lo alto de un cerro de la Sierra de Marina a 462m. Se trata de un asentamiento típico de la zona, con habitaciones articuladas de forma radial en torno a la muralla y largas calles longitudinales. La cronología del yacimiento se sitúa entre la segunda mitad del S. IV y la totalidad del S. III a.n.e. (Duran *et al*, 2001: 9-11).

En la mayoría de las muestras analizadas del Turó de las MaleSES han aparecido restos de *Cenococcum geophilum* (10 de 13 muestras). En el presente artículo sólo se han incluido aquellas muestras situadas por debajo de los niveles de derrumbe o abandono, con el objetivo de asegurar su antigüedad. La alta densidad de vegetación actual que presentan los niveles más superficiales, como indica el nombre del yacimiento, nos ha decantado a discernir aquellas muestras susceptibles de estar contaminadas, en parte debido a la dificultad de diferenciar entre los ejemplares de *Cenococcum geophilum* antiguos y modernos.

Las muestras analizadas pertenecen a niveles de pavimento (UE 128 y 149), de incendio sobre pavimento (UE 345 y 331) y de relleno de una fosa de pequeñas dimensiones (UE 408). Todas las muestras presentan un sedimento claramente afectado por un incendio generalizado que propició el abandono del yacimiento, en torno el 200 a.n.e. (Duran *et al*, 2001: 19). Se repite, pues, la posible asociación de restos de esclerocios y materia orgánica. Se han recuperado un total de 93 individuos de *Cenococcum geophilum* y representan un 0,09 del total de carporestos (Fig. 3).

### ESCLEROCIOS DE *Cenococcum geophilum*: CONSERVACIÓN, CARBONIZACIÓN Y TAFONOMÍA

Como manifestábamos en la introducción de esta comunicación, seguramente en su discusión/conclusión presentaremos más preguntas que no respuestas, siendo ésta, de hecho, la finalidad de su presentación, con la única intención de compartir nuestras inquietudes. Hasta ahora hemos definido e identificado la naturaleza de los restos de *Cenococcum geophilum* localizados en algunos yacimientos del nordeste peninsular, pero en el momento de su explicación es cuando surgen una multitud de cuestiones a resolver. Uno de los mayores problemas para la interpretación de estos restos es la enorme ubicuidad de la especie, que hace muy difícil establecer su nicho ecológico de procedencia. *Cenococcum geophilum* tiene relación simbiótica con raíces de diversos árboles y arbustos, y se encuentra produciendo micorizas en variados tipos de vegetación forestal, en

zonas arbustivas, ciénagas, así como en suelos pobres (Mikola, 1948; Berglund-Diberfeldt, 1970; McWeeney, 1989).

Algunos de los árboles y arbustos en las raíces de los cuales prolifera este hongo son habituales en los análisis arqueobotánicos de los yacimientos estudiados como los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Crataegus*, *Juniperus* o *Populus*, entre otros (Alonso 1999). Por otro lado, la información sobre las condiciones ambientales que estimulan la producción de esclerocios, que provocan indirectamente su concentración en los sedimentos es muy poca (Shay-Kapinga, 1997). Estas circunstancias hacen difícil asociar su presencia a alguna actividad humana o factor natural concreto, que nos permitiera rastrear de manera fiable las posibles respuestas tafonómicas a su presencia en los sedimentos de los yacimientos protohistóricos del nordeste peninsular. Pero este problema no es, ni mucho menos, el único. Múltiples cuestiones se nos plantean al intentar interpretar los esclerocios arqueológicos de *Cenococcum*, principalmente:

- ▶ un punto dudoso es su estado de su conservación: ¿se trata de restos carbonizados o no?
- ▶ otro es la adjudicación de su edad: ¿son contemporáneos a la formación de los estratos muestreados, más antiguos, o más modernos?
- ▶ si son antiguos: ¿cuál es su tafonomía? ¿forman parte de los residuos de alguna actividad humana, por ejemplo la quema de raíces?
- ▶ si son modernos o submodernos, ¿por qué solamente aparecen en algunos estratos? ¿qué características especiales tienen los sedimentos en los que se encuentran que los hacen susceptibles de contener esclerocios de *Cenococcum*, aunque sea en unas densidades mínimas (Fig. 3)?

Respecto a la primera cuestión, es de difícil respuesta por el momento. *Cenococcum geophilum*, es una especie muy resistente a las condiciones extremas; es xerófila y no parece que el fuego provoque ningún cambio en su pervivencia (Román y Miguel, 2001).

El hecho de si los restos recuperados en los yacimientos estudiados están carbonizados o no es un problema complicado, debido a la apariencia "carbonosa" natural de los esclerocios. El análisis de la composición química de los restos no nos ha permitido de momento esclarecer este punto, precisándose seguramente llevar a cabo una serie de carbonizaciones experimentales de esclerocios actuales para su comparación con los arqueológicos. En este sentido, cabe destacar la

posible asociación entre la presencia de restos de esclerocios y materia orgánica carbonizada. En efecto, hemos podido constatar que aquellos sedimentos compuestos por abundantes carbones, restos carpológicos y cenizas, presentan unas densidades de aparición de esclerocios más elevadas. En estos casos parece lógico que los esclerocios estuvieran carbonizados y pudieran estar en relación con los restos leñosos recuperados. Por otro lado, es difícil establecer su edad, siendo la datación radiocarbónica una de las únicas soluciones para resolver la cuestión, si es que no presenta dificultades debido a su situación hipogea, que podría modificar su relación con el CO<sub>2</sub> atmosférico, aspecto que desconocemos. Consideramos este punto de complicada solución debido a que se trata de una cuestión muy secundaria respecto a otras problemáticas presentes en los proyectos de investigación arqueológicos, que pasan a ser priorizadas debido a la escasez de recursos para hacer dataciones absolutas.

Es indicativo que algunos experimentos micológicos realizados para la recuperación de los esclerocios de *Cenococcum* utilizando métodos arqueológicos (p.ej. Trappe, 1969: 1390) muestran que los que son viables, es decir están vivos, al embeberse de agua durante el tratamiento se hunden, mientras que los que están muertos flotan. Todos los esclerocios recuperados por nosotros, han pasado por un proceso efectuado mediante máquina de flotación, o sea que probablemente se trata de esclerocios muertos. Este punto es corroborado por el hecho de que en ningún caso han producido hifas. Estas observaciones nos llevan a considerar que seguramente nos hallamos ante restos antiguos, debido a que la extraordinaria resistencia de los esclerocios y su longevidad, los conservaría viables si tuvieran pocos años. De todas maneras, todavía hace falta resolver si se trata de restos anteriores a la deposición de los sedimentos, y por tanto sin ninguna relación con la actividad concreta efectuada en el periodo histórico afectado (en nuestro caso la protohistoria), aunque sí con la procedencia del sedimento en el que se encontraban incorporados. El hecho de que puedan ser modernos y aportados posteriormente a la deposición de los estratos correspondientes, queda descartada definitivamente, según nuestro punto de vista, debido a la profundidad de los niveles arqueológicos en los que se encuentran, en la mayoría de casos muy superior a 50 cm de sedimento no removido. Cabe añadir además, que se circunscriben a algunos niveles y que, por ejemplo, en un mismo silo, pueden estar presentes en un sólo estrato y no en el inmediatamente superior o inferior.

Respecto a los hongos en arqueología, generalmente la atención se ha centrado principalmente en los hongos parásitos que afectan a los cereales

y las gramíneas, como *Claviceps purpurea*, *Claviceps paspali*, *Ustilago maydis* y *Ustilago esculenta*, que infestaban las cosechas de cereales y que en algunos casos han servido también como alimento o medicina (Aaronson, 1989). También aparecen esporádicamente en descripciones sobre el entorno vegetal de algunos yacimientos privilegiados con setas de tronco conservadas como en La Draga (Banyoles, Pla de l'Estany, Girona) (Bosch *et al.*, 2000: 53-54). Siendo las referencias a la problemática presentada en esta comunicación, según nuestro conocimiento actual, nulas en la bibliografía arqueológica peninsular.

Como se puede comprobar en la tabla de la **figura 3**, la proporción de *Cenococcum* respecto a la cantidad de restos de semillas y frutos de las muestras arqueobotánicas, es en general muy pequeña, si bien en algunos casos son los únicos materiales recuperados, aunque se trate de muy pocos ejemplares. En los espacios de habitación, se han recuperado en muestras procedentes principalmente de pavimentos, así como en el relleno de pequeñas fosas. Siendo el más rico en este tipo de restos el correspondiente a un pavimento incendiado de la UE 331 del Turó de les Maleles.

También son bastante frecuentes en las amortizaciones de silos, sobretodo, como acabamos de decir, en los estratos procedentes de incendios de estructuras probablemente relacionadas con el almacenamiento de grano y/o otros productos vegetales. Como por ejemplo en los silos SJ-15 y SJ-17, de Font de la Canya, el silo SJ-33, de Minferri.

Estas constataciones, podrían estar indicando una pista respecto a la posible relación entre la presencia de *Cenococcum* y algún tipo de actividad realizada en estructuras de habitación (están presentes en los pavimentos y en las fosas excavadas en éstos) y también de producción/almacenaje. Es decir, estos esclerocios que originariamente debían encontrarse en las raíces de algunos árboles y arbustos, y en el suelo y humus de los bosques son aportados a los asentamientos juntamente con algunos materiales explotados. Ya sea porqué se transportan hasta las áreas de habitación/trabajo troncos con raíces, raíces o suelo orgánico para algún tipo de actividad la naturaleza de la cual en este momento se nos escapa. Los estudios antracológicos realizados hasta el momento no han detectado, por ejemplo, la presencia de raíces carbonizadas.

Se trata, pues, de un asunto de difícil solución. De hecho para poder interpretar correctamente el significado de la presencia de esclerocios de *Cenococcum geophilum* en los sedimentos arqueológicos es necesario recolectar más información tanto en los sedimentos antiguos como en los modernos. El desafío arqueobotánico deberá

determinar definitivamente si los esclerocios son antiguos, si están carbonizados, y si este es el caso, analizar si nos pueden aportar información

sobre la cubierta vegetal de la zona, por un lado, y sobre la explotación del medio que llevaban a cabo las comunidades antiguas, por otro.

## BIBLIOGRAFÍA

- AARONSON, SH. 1989. "Fungal parasites of grasses and cereals: their rôle as food or medicine, now and in the past", *Antiquity*, 63. 247-257.
- ALONSO, N. 1999. *De la llavor a la farina. Els processos agrícoles protohistòrics a la Catalunya Occidental*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 4. CNRS, Lattes, Francia.
- ALONSO, N. Y LÓPEZ, J.B. 2000. "Minferri (Juneda, Garrigues): un nou tipus d'assentament a l'aire lliure a la plana occidental catalana, durant la primera meitat del segon mil·leni cal. BC". *Tribuna d'arqueologia 1997-1998*. 279-306.
- ASENSIO, D., BELARTE, M.C., SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. 1998. "Paisatges ibèrics: tipus d'assentaments i forme d'ocupació del territori a la costa central de Catalunya durant el període ibèric ple", *Actas del Congreso Internacional Los Iberos: Principes de Occidente*. Barcelona. 373-385.
- ASENSIO, D., CARDONA, R., FERRER, C., MORER, J., POU, J. y SAULA, O. 2003. "El jaciment ibèric dels Estinçells (Verdú, Urgell): un assentament fortificat ilergeta del segle III aC", *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 13, 223-236.
- BERGLUND, B. y DIGERFELDT, G. 1970. "A palaeoecological study of the Late-Glacial lake at Torreberga, Scania, South Sweden". *Oikos*, 21, Copenhagen, 98-128.
- BOSCH, A., CHINCHILLA, J. y TARRÚS, J. 2000. *El poblat lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990 a 1998*, Monografies del CASC, 2, MAC, Girona.
- CANAL, D. 2003. "L'explotació dels recursos vegetals: les anàlisis paleocarpològiques", en E. Pons (dir.), *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà). Un complex arqueològic d'època ibèrica (excavacions 1990-1998)*. 443-481. Sèrie Monogràfica 21, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona.
- DURAN, M., HIDALGO, G. y OTIÑA, P. 2001. "El poblat ibèric de les Maletes (Montcada i Reixac). Informe preliminar de la campanya d'excavació de l'any 2000", *Monte Catano*, 4, pp. 7-21.
- HELBAEK, H. 1952. "Preserved Apples and *Panicum* in the Prehistoric site at Nørre Sandegaard in Bornholm", *Acta Archaeologica*, 23, pp. 107-115.
- JORGENSEN. 1976. "A corn-hoard from Sarup. A contribution to the agriculture of the TRB Culture", *Kum*, 1, 47-64.
- LLIMONA, X. 1991. *Fongs i líquens*, Història Natural del Països Catalans. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- LÓPEZ, D. 2002. *Informe arqueobotànic (llavors i fruits) del jaciment arqueològic d'Estinçells (Verdú, Urgell)*, inédito.
- LÓPEZ, D. 2004. "Primers resultats arqueobotànics (llavors i fruits) al jaciment protohistòric del Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès)", *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 14, 149-177.
- MALLOCH, D., GRENVILLE, D. y HUBART, J.M. 1986. "An unusual subterranean occurrence of fossil fungal sclerotia", *Canadian Journal of Botany*, 65, 1281-1283.
- MASSICOTE, H.B., TRAPPE, J.M., PETERSON, R.L. y MELVILLE, L.H. 1991. "Studies on *Cenococcum geophilum*. II. Sclerotium morphology, germination, and formation in pure culture and growth pouches". *Canadian Journal of Botany*, 70, 125-132.
- MCWEENEY, L. 1989. "What lies lurking below the soil: beyond the archaeobotanical view of flotation samples". *North American Archaeologist*, vol. 10(3), 227-230.
- MIKOLA, P. 1948. "On the Physiology and Ecology of *Cenococcum graniforme* Especialy as a Mycorrhizal Fungus of Birch". *Institutie Forestalis Fenniae Communicationes*, 36:3. 1-104.
- MITCHELL, G.F. 1951. "Seeds in irish Quaternary deposits: 7, Lissue td., Antrim. Lagore Crannog". *Proceedings of Royal Irish Academy*, 53 B11, 135, N.Ireland, Antrim.
- NATHO, G. 1957. "*Cenococcum geophilum* Fr. in Wahlitz", *Beiträge zur Frühgeschichte der Landwirtschaft*, 3, 161-169.
- NÖTZOLD, 1961. "Pleistörane Pflanzenreste von Ochnilla bei Meissen", Berlin, YB. *St. Mus. Mineral. Geol.*, 85-86.
- SHAY, C.TH. y KAPINGA, M.R.M. 1997. "*Cenococcum geophilum* esclerocios from an archaeological site in Western Canada". *North American Archaeologist*, vol. 18(4), 363-370.
- PEGLER, D.N, SPOONER, B.M. y YOUNG, T.W. 1993. *A revision of British Hypogeous Fungi*. Royal Botanic Gardens. Londres, Inglaterra.
- ROMÁN, M. de y MIGUEL, A.M. de. 2001. "Efecto del fuego sobre la flora micorrízica de una formación natural de carrasca". *Actas III Congreso Forestal Español*. Granada. 2001, 1. 412-418.
- ROVIRA, N. y BUXÓ, R. 1999. "Análisis paleocarpològiques", en González P., Martín A. y Mora, R. (coord.) *Can Roqueta. Un establiment pagès prehistòric i medieval (Sabadell, Vallès Occidental)*, Excavacions Arqueològiques a Catalunya, Generalitat de Catalunya, 16, 220-235.
- STANT, M.Y. y STANT, A. 1973. "Seeds and charcoal, 29", en Mercer, R., *Lussa River. 1973. Proceedings of Society from Antiquities Scotland*, Scotgland Strathclyde, 103.

- TRAPPE, J.M. 1969. "Studies on *Cenococcum graniforme*. I. An efficient method for isolation from *Sclerotia*, *Canadian Journal of Botany*, 47. 1389-1390.
- VAN ZEIST, W. 1983. "Plants remains from Iron Age Noordbarge, province of Drenthe, The Netherlands". *Palaeohistoria*, 23, pp.169-193.
- WILLIAMS, D. 1977. "The plant macrofossil content of Medieval Pits at Sewer Lane, Hull", en Armstrog, P., *Excavations in Sewer Lane Hull, 1974*, East Riding Archaeological, 3, Hull Old Town Report Series, 1, England, Humberside. 18-32.

