

LOS USOS DE LOS VEGETALES EN EL CABEZO DE LA CRUZ (LA MUELA, ZARAGOZA) DURANTE LA EDAD DEL HIERRO

THE USES OF THE PLANTS AT CABEZO DE LA CRUZ (LA MUELA, ZARAGOZA) DURING THE IRON AGE

Ernestina Badal García (1) / Yolanda Carrión Marco (2) / Jesús Picazo Millán (3) / José M.^a Rodanés Vicente (3)

(1) Departament de Prehistòria i Arqueologia, Universitat de València

(2) Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE), CSIC-UVEG-GV

(3) Universidad de Zaragoza

RESUMEN: En este trabajo se presentan los recursos vegetales utilizados como combustible doméstico y como madera de construcción en los tres poblados de la Edad del Hierro superpuestos en la estratigrafía del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza).

SUMMARY: In this paper, the wood resources used at the three superimposed Iron Age villages of Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) are inferred from the analysis of firewood remains and timber.

PALABRAS CLAVE: Edad del Hierro, paleoecología, carbón, madera, dendrología, paleoambiente.

KEY WORDS: Iron Age, palaeoecology, charcoal, wood, dendrology, palaeoenvironment.

I. INTRODUCCIÓN, BIOGEOGRAFÍA Y ARQUEOLOGÍA

El Cabezo de la Cruz (Zaragoza) es un yacimiento arqueológico de gran extensión y complejidad, tanto por la secuencia cultural como por las estructuras arquitectónicas conservadas. Esa complejidad se puede agrupar en tres grandes momentos de ocupación humana: el Epipaleolítico, la Edad del Bronce y la Edad del Hierro (Picazo y Rodanes 2009). En el presente trabajo nos centraremos en la información obtenida a partir del combustible doméstico y de la madera de construcción utilizada durante la Edad del Hierro. Este material procede de la excavación extensiva que se realizó en el yacimiento a lo largo de 2004 bajo la dirección de J. Picazo y J. M.^a Rodanés de la Universidad de Zaragoza. Desde el principio de los trabajos de campo se planteó una intervención integral donde el muestreo sistemático de los restos bióticos formaba parte de los objetivos esenciales para reconstruir el entorno y los modos de vida de los habitantes del Cabezo de la Cruz. Dentro de los materiales orgánicos se encuentra el carbón y la madera, muy abundantes en el yacimiento que fueron

muestreados para su estudio.

La antracología se encarga de la recogida, identificación botánica y conservación de los carbones recuperados en contextos arqueológicos. Dichos restos están en directa relación con las actividades humanas, así la información que proporcionan será de orden etnográfico, botánico y ecológico. Constituyen una importante fuente de información sobre el patrimonio biológico y cultural de la Edad del Hierro en el valle del Ebro. Los objetivos son conocer la flora utilizada por los habitantes de Cabezo de la Cruz, reconstruir el paisaje en la medida de lo posible así como las condiciones bioclimáticas.

El yacimiento se encuentra en el término de la Muela, provincia de Zaragoza, en las coordenadas UTM 30 61186 - 4595551 y a una altitud de 428 metros sobre el nivel del mar. El yacimiento se sitúa en la ladera de un cerro que domina el curso medio del río Huerva, tributario del Ebro. Las condiciones bioclimáticas actuales son de tipo mesomediterráneo, con una temperatura media anual

del orden de unos 15 °C. Como todo el valle del Ebro tiene un clima contrastado con veranos calurosos e inviernos fríos, donde son frecuentes los días con heladas. En cuanto a las precipitaciones son de tipo semiárido ya que no superan los 350 mm de media anual.

El paisaje actual está completamente humanizado y modelado por las actividades agrícolas, hacia el oeste del yacimiento se dan cultivos de secano, esencialmente cereales y algunas zonas de eriales donde crecen matorrales bajos de tomillo con pino carrasco y enebros dispersos. Mientras que hacia el este del yacimiento, el curso constante, aunque de reducido caudal del río Huerva, favorece los cultivos de regadío y una vegetación natural de ribera con taráis, chopos, sauces y otras especies hidrófilas. Así pues, poca superficie mantienen vegetación natural y ésta presenta un aspecto ralo, de carácter estépico, con esparto bastardo (*Lygium spartium*), tomillo, artemisia, etc.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La excavación se realizó en tres áreas del poblado: fuera de las murallas, en la zona defensiva de muralla y en el interior donde estaban las viviendas. Paralelamente al desarrollo de la excavación se fueron muestreando todas las Unidades Estratigráficas con el fin de obtener macrorestos vegetales de todo el poblado y realizar los estudios complementarios de medio ambiente (Picazo y Rodanés 2009). Dentro de esa línea de investigación se encuentra los carbones y maderas del yacimiento. El análisis antracológico de las fases de ocupación de la Edad del Hierro es muy interesante, puesto que es un momento de gran desarrollo del poblado. Los hogares y hornos domésticos producen residuos que se deben limpiar periódicamente, así cenizas, carbones y otros desechos van a parar a fosos o basureros próximos a las casas. Esta acumulación de detritus hace que se sedimenten los carbones procedentes de muchos fuegos domésticos y por tanto se pueda observar la vegetación utilizada a lo largo del tiempo que funciona un basurero y se maten las pautas de recolección de la leña. De la Edad del Hierro se han analizado tres basureros de la fase II (U.E. 1247, 1295 y 1394), uno de la fase III (U.E. 1158)

y dos de la fase IV (U.E. 1067 y 1232). En conjunto se han analizado 1145 fragmentos de carbón procedentes de la leña utilizada para el fuego doméstico. De la madera de construcción se han analizado 119 piezas que corresponden a los troncos y las ramas que formaban parte de las viviendas como vigas, techumbres y otros elementos estructurales y un conjunto de 74 ramitas de pequeño calibre procedente de las techumbres. En el poblado se han conservado restos de madera sin carbonizar, torrefactada y carbonizada. En el conjunto del material se puede distinguir entre:

a) *Madera que procede de una combustión intencionada* por parte de los habitantes del poblado: en esa categoría se incluyen los carbones del combustible domésticos que se sedimentó en hogares, hornos y basureros. Todo está carbonizado, es decir, son las brasas que no terminaron de convertirse en ceniza, en unos casos se encuentran asociadas a la propia estructura de combustión (hogar, horno) y en otro disperso en los sedimentos de los basureros, como consecuencia de la actividad cotidiana de la limpieza e higiene de las casas.

En este trabajo presentaremos los resultados del análisis del carbón muestreado en basureros. Con este conjunto de material se conocer la lista floral utilizada como fuente de energía. A partir de ella se hace inferencias de orden climático, paisajístico y tafonómico. Se intentará dilucidar si el leñateo era una actividad organizada, dirigida y con criterios constantes de selección de la leña para el fuego.

b) *Madera que procede de combustión accidental*: es el caso de los niveles de incendio documentados en el poblado y que por tanto es parte de las estructuras arquitectónicas, como puertas, vigas, postes, techumbre o útiles de madera. En definitiva se trata de restos vegetales asociados a estructuras y por tanto reflejarán la madera seleccionada para la construcción, etc. En este caso hay vigas estructurales que están calcinadas en la parte superior, torrefactada en la parte integrada en el muro y sin carbonizar la parte de la cimentación de los muros. En todo caso la acción del fuego facilitó la conservación al destruir la parte orgánica y dificultar la actuación de hongos, bacterias e

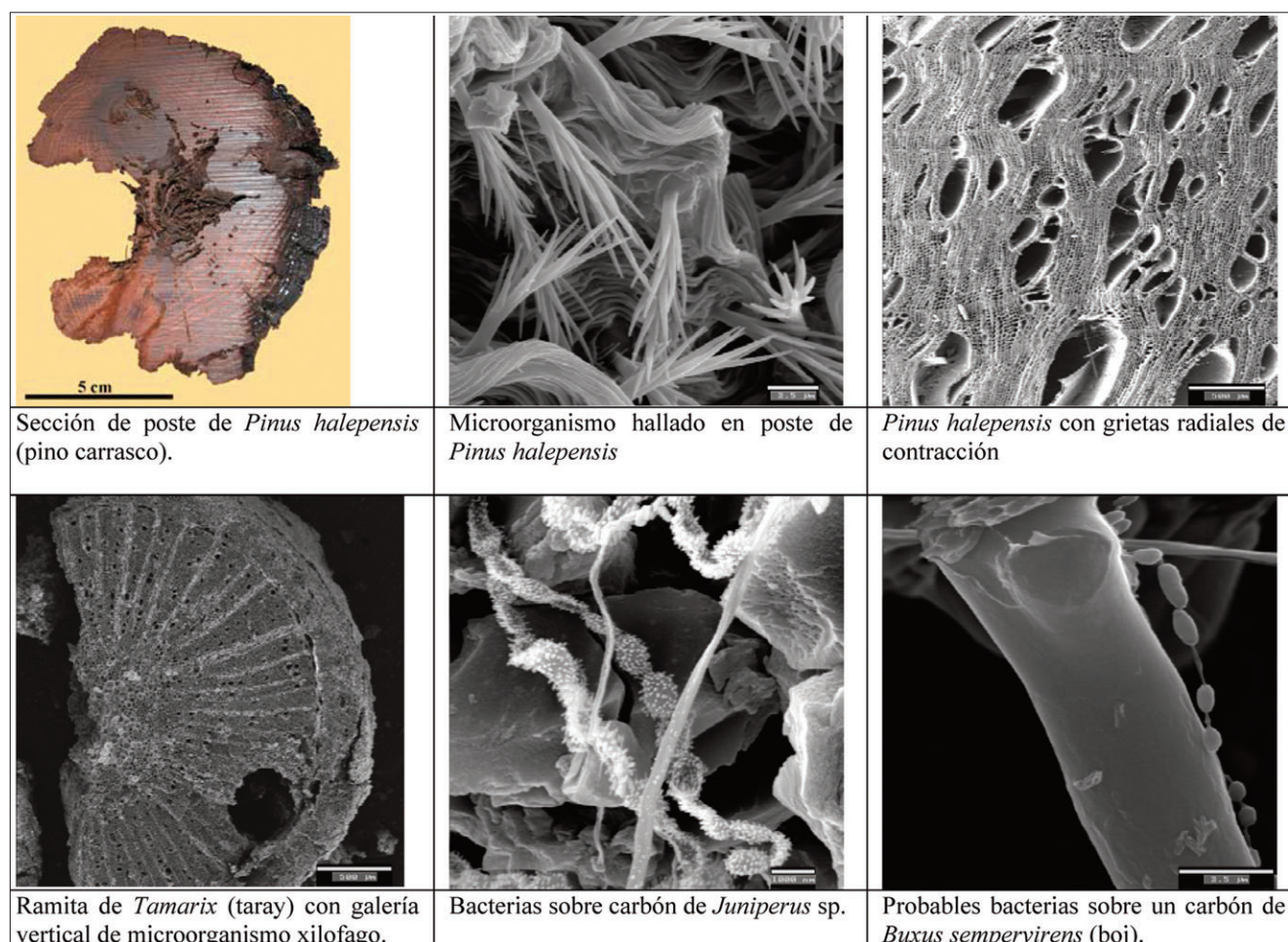


Fig. 1. Biodeterioro de los materiales orgánicos del Cabezo de la Cruz.

insectos xilófagos que desintegran la madera, no obstante, estos organismos también actúan sobre el carbón y son uno de los factores más importantes de pérdida del patrimonio biológico-cultural.

Este material tiene un doble análisis: antracológico y dendrológico. Con el primero se documentará las plantas leñosas que se utilizaron para la construcción en distintos momentos del poblado. Con el análisis dendrológico nos aproximaremos a diversas cuestiones tanto ecológicas como etnológicas, tales como el desarrollo de las formaciones vegetales, la edad y calibre de los individuos utilizados o la manufactura de la madera.

El protocolo de análisis ha seguido varias etapas:

A) Identificación botánica del tejido vegetal; para ello se realizó la observación de los tres planos anatómicos de la madera en un microscopio

óptico de luz reflejada con campo claro – campo oscuro de Nikon modelo Optiphot-100. En ese proceso, la preparación de las muestras es puramente mecánica, es decir, el material se parte con las manos sin utilizar ningún tipo de tratamiento químico, lo cual permite con posterioridad utilizar técnicas de radiocarbono sobre el mismo resto orgánico (Vernet *et al.* 1979; Bernabeu *et al.* 1999). Los caracteres anatómicos se contrastaron con material fresco carbonizado y con la bibliografía especializada en anatomía vegetal (Jacquot 1955; Jacquot *et al.* 1973; Schweingruber 1990). Este análisis se ha realizado en el laboratorio del departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universitat de València. Este método no contamina los carbones por tanto, después de la identificación botánica se seleccionó el material necesario para realizar las dataciones por el método del radiocarbono que se presentan en la monografía del yacimiento (Picazo y Rodanés 2009).

B) Toma de fotografías y observación de microorganismos se ha realizado en el microscopio electrónico de barrido Hitachi S-4100 de Emisión de Campo por medio del programa de captación de imagen EMIP 3.0 (Electrón Microscope Image Processing) en el laboratorio de Microscopia Electrónica del Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental (S.C.S.I.E.) de la Universitat de València. Para la observación en el microscopio electrónico de barrido (M.E.B.), el material se fijó con cinta de carbono en el portaobjetos, se metalizó con oro para facilitar la conductividad y se sometió al vacío. El material así tratado no puede ser datado por radiocarbono.

C) Observación dendrológica de la madera a bajos aumentos. Los anillos de crecimiento registran el ritmo de crecimiento de las plantas, por ello, su observación y medición ofrece información sobre cualquier evento humano, climático o mecánico que altere este ritmo de crecimiento (Schweingruber 1996). La medición del crecimiento medio de los árboles es un buen indicador de las condiciones en las que éste creció: así en el seno de una formación densa, el crecimiento anual es menor por la competencia entre los individuos, mientras que en los lindes o claros del bosque, la tasa de crecimiento es mayor. Otras variables anatómicas y biométricas analizadas son, entre otras: la curvatura de los anillos para estimación del calibre mínimo; la estación de tala a partir de la presencia de corteza; las alteraciones de la anatomía o ataque de microorganismos, a partir de los que se pueden inferir ciertas características de la combustión y el estado de degradación de la madera; o las trazas de trabajo humano de la madera (Marguerie y Hunot 2007). Todas las mediciones realizadas en el material del Cabezo de la Cruz se han llevado a cabo en el Laboratoire Archéosciences de la Université de Rennes 1 (Francia).

D) Observación del estado de conservación de los carbones. Éste era correcto y se han podido identificar en un 99% de los restos. No obstante, se han detectado microorganismos que reducen y descomponen la materia orgánica y son los causantes de la pérdida de material biótico en los procesos postdeposicionales de los yacimientos (Figura 1). Animales, bacterias y hongos se entre-

mezclan y actúan en el suelo y en los basureros consumiendo los restos orgánicos, en este caso el carbón prehistórico. La variedad de microorganismos es elevada aunque no todos se pueden identificar pero si han quedado documentados animales, bacterias e hifas fúngicas en los carbones del Cabezo de la Cruz (Figura 1).

III. FLORA DE LA EDAD DEL HIERRO

El termino “flora” en este contexto se refiere a la lista o conjunto de plantas leñosas identificadas en los carbones del Cabezo de la Cruz que son el producto directo de los usos que hicieron los habitantes del poblado de los vegetales leñosos. El conjunto comprende árboles, arbustos y matas, es decir, se usaron plantas de gran porte pero también matas de pequeño calibre. En el Cuadro 1 se puede observar la presencia de los taxones identificados en las tres fases de ocupación de la Edad del Hierro, así como el rango de identificación; el asterisco sólo indica la presencia del taxón en el periodo. De mayor a menor rango se han identificado: 17 familias, 17 géneros y 9 especies vegetales. El rango de identificación específica es el que ofrece mayores precisiones ecológicas pero no siempre se puede alcanzar por la gran semejanza que presenta la anatomía vegetal de las especies de un mismo género.

En la misma tabla se constata la diversidad de plantas utilizadas para el fuego en contraste con la seleccionadas para la construcción de las viviendas, mucho menor, pues solamente se han utilizado 7 plantas. Es evidente una mayor selección de las plantas leñosas empleadas en la construcción y que deben responder a criterios funcionales y estructurales dentro del edificio. Mientras que para el fuego doméstico hay un buen abanico de plantas utilizadas porque toda leña arde, a condición que esté seca. Seguramente, los criterios de selección de la leña buscaran la disponibilidad de plantas en el entorno y la facilidad de su recogida y transporte al poblado. Es evidente, por los materiales arqueológicos que los habitantes del poblado contaban con herramientas eficaces en metal para talar y trabajar la madera, así como de la fuerza animal para el transporte de la materia (Pérez Ripoll y López 2009).

	CABEZO DE LA CRUZ	LEÑA	MADERA DE CONSTRUCCIÓN
PINAR	<i>Juniperus</i> sp.	*	
	<i>Pinus halepensis</i> Miller	*	*
	<i>Pinus</i> sp.	*	
	<i>Pinus</i> sp. cf. <i>P. pinea</i> - <i>P. halepensis</i>	*	
	<i>Pinus</i> sp. cf. <i>P. pinea</i> - <i>P. pinaster</i>	*	
	Bráctea de piña	*	
	Conífera	*	
CARRASCAL -COSCOJAR	<i>Quercus</i> sp.	*	
	<i>Quercus</i> sp. perennifolio	*	*
	<i>Quercus</i> sp. caducifolio	*	*
SOTOBOSQUE	<i>Arbutus unedo</i> L.	*	
	<i>Buxus sempervirens</i> L.	*	
	<i>Cistus</i> sp.	*	
	<i>Ephedra</i> sp.	*	
	Fabácea	*	*
	Labiada	*	
	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	*	
	<i>Pistacia</i> sp.	*	
	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	*	
	<i>Prunus</i> sp.	*	
		*	
RETAMA	<i>Rerama monosperma</i> (L.) Boiss.	*	
	<i>Rhamnus</i> y/o <i>Phillyrea</i>	*	
	<i>Rosacea-Maloidae</i>	*	
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	*	*
RIBERA	<i>Fraxinus</i> sp.	*	*
	<i>Salix</i> y/o <i>Populus</i>	*	
	<i>Tamarix</i> sp.	*	*
	<i>Taxus baccata</i> L.	*	
	<i>Vitis vinifera</i>	*	
	Total familias	17	5
	Total géneros	17	6
	Total especies	9	2
	Total carbones analizados	1094	119

Cuadro 1. Lista de flora leñosa utilizada como leña para el fuego doméstico y como material de construcción en el poblado de la Edad del Hierro del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza).

Se han identificado tres géneros de coníferas: enebros (*Juniperus* sp.), tejo (*Taxus baccata* L.) y pino (*Pinus*) (Figura 2). En este caso, se ha podido identificar fácilmente la especie de *Pinus halepensis* Miller (pino carrasco). Pero algunos carbones quedaron identificados sólo en el rango genérico (*Pinus* sp.) o si

el plano radial presentaba alguna duda entre especies que no se ha podido resolver se indica (*Pinus* sp. Cf. *P. pinea* – *P. halepensis*; *Pinus* sp. Cf. *P. pinea* – *P. pinaster*).

La anatomía del tejo es genuina por lo que se puede identificar hasta el rango de especie (*Taxus baccata* L.). Tiene una madera homóxila muy similar en el plano transversal a *Juniperus*, pero no ofrece dudas en los planos longitudinal tangencial y radial, ya que los elementos conductores tienen engrosamientos helicoidales. La madera de tejo ha sido muy empleada en la Prehistoria tanto para hacer útiles ya que ofrece gran resistencia y flexibilidad como leña para el fuego (Bosch *et al.* 2000; Carrión 2005; Piqué 2000). En el Cabezo de la Cruz se ha encontrado sólo en un basurero de la fase II, por tanto, sin descartar otros usos, en última estancia se utilizó como leña para el fuego. En el yacimiento ibérico de Cormulló dels Moros (Albocàsser, Castellón) también se hallaron carbones de tejo usados como leña durante el siglo II a. C. (Espí *et al.* 2000).

Del grupo de las angiospermas se han identificado 12 familias representadas por 15 géneros y 7 especies (Cuadro 1). En el género *Quercus* es fácil de discriminar el grupo de los caducifolios (*Quercus* sp. caducifolios) de los de hoja perenne (*Quercus* sp. perennifolios) (Figura 2), ahora bien ha sido imposible saber de qué especie se trataba dentro de cada grupo. Teniendo en cuenta la vegetación actual donde se encuentra el yacimiento, los caducifolios serían *Quercus faginea* (quejigo) u otras especies afines. Mientras que *Quercus* sp. perennifolio serían o la encina y/o la carrasca (*Quercus rotundifolia*, *Quercus ilex*) o/y la coscoja (*Quercus coccifera*).

En algunos casos se ha identificado género y especie: *Arbutus unedo* L. (madroño), *Buxus sempervirens* L. (boj), *Retama monosperma* (L.) Boiss. (retama), *Pistacia lentiscus* L. (lentisco), *Pistacia terebinthus* L. (cornicabra) (Figura 2), *Rosmarinus officinalis* L. (romero) y *Vitis vinifera* L. (vid). De esta última hemos encontrado tanto madera como los pedúnculos de los racimos de los frutos aunque en ninguno de los casos se puede distinguir la vid silvestre de la cultivada; según Pérez (2009) puede tratarse de la variedad cultivada.

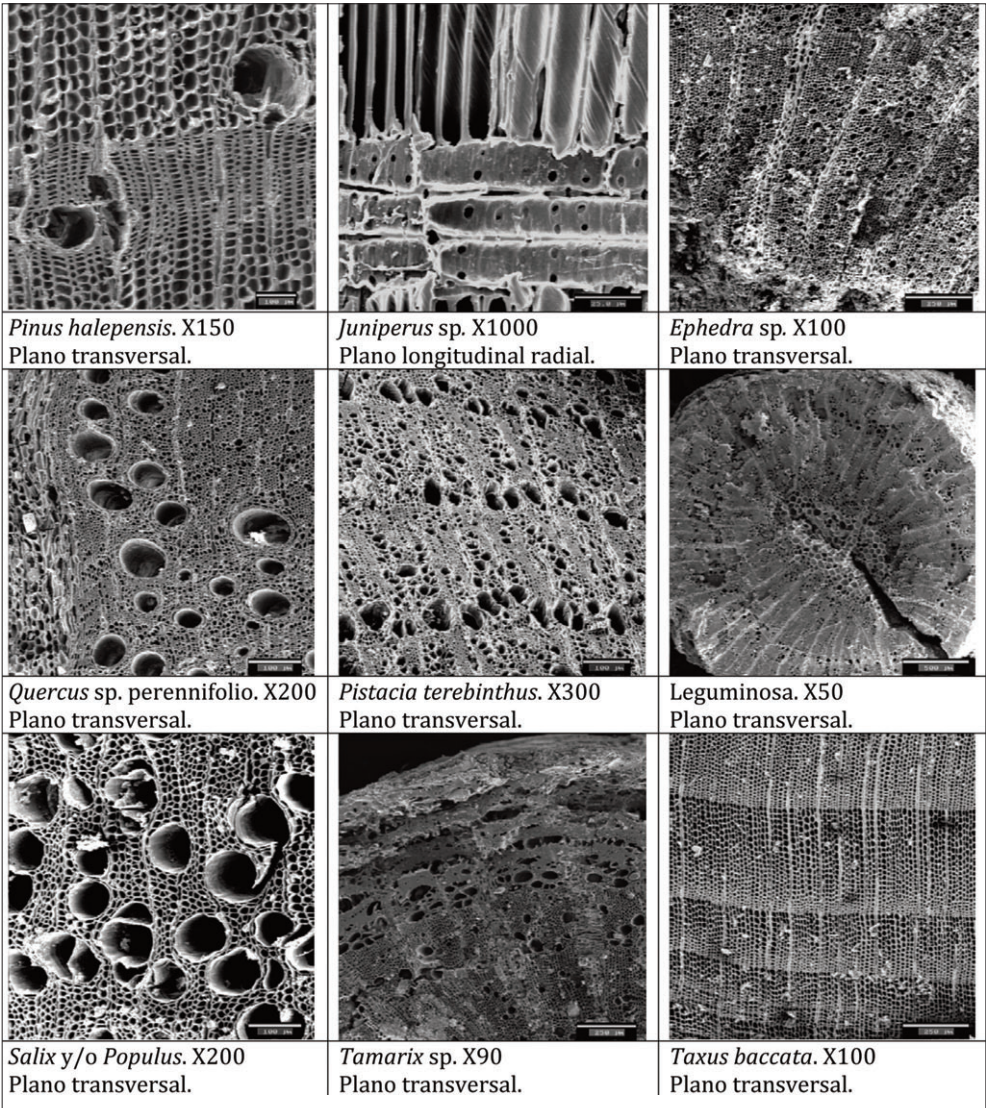


Fig. 2. Microfotografías de plantas leñosas carbonizadas en de eEl Cabezo de la Cruz.

Finalmente, en otros casos sólo se ha identificado el género porque la anatomía de las especies es muy similar, de tal modo que no hay criterios sólidos para distinguir unas de otras: *Cistus* sp. (jaras); *Ephedra* sp. (belcho) (Figura 2), *Fraxinus* sp. (fresno), *Prunus* sp. (frutal) y *Tamarix* sp. (taray) (Figura 2). Algunas plantas tienen una estructura anatómica muy similar a pesar de pertenecer a familias y géneros diferentes, de tal modo que sólo con la estructura anatómica de la madera no se puede individualizar una de otra. Este es el caso de *Rhamnus* (familia Ramnáceas) y de *Phillyrea* (familia Oleáceas), así que algunos carbones han sido catalogados como *Rhamnus* y/o *Phillyrea*, por no tener ningún criterio sólido para saber si se trata de un aladierno o de un labiérnago.

La familia de las salicáceas comprende los géneros *Salix* (sauce) y *Populus* (chopo, álamo), pero estos no se pueden individualizar en base a la estructura anatómica, por tanto, algunos carbones han sido catalogados como *Salix* y/o *Populus* (Figura 2). Esos restos pueden ser de sauce, de chopos o de álamos; o incluso puede que estén los tres árboles representados ya que comparten frecuentemente nicho ecológico, pero no podemos individualizarlos.

Finalmente, algunos carbones se han quedado identificados en el rango de familia, este es el caso de Labiadas o Lamiáceas; dentro de ella se ha podido individualizar los carbones de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) pero además pueden

haber otras plantas representadas como espliego, salvia, tomillo, etc. Lo mismo ocurre con la familia Fabáceas o Leguminosas que comprende muchos géneros dentro de los cuales se ha individualizado carbones de *Retama monosperma* (L.) Boiss. (retama). Por último algunos carbones tienen las características anatómicas de la familia de las Rosáceas pero no se han podido discriminar el género, ni la especie, salvo el caso de *Prunus* sp.

De la observación del Cuadro 1 y de lo anteriormente escrito se puede destacar:

1.- Resalta la biodiversidad que presenta el conjunto, que incluye árboles, arbustos y matas.

2.- Algunos taxa sólo aparecen en una de las fases de ocupación. Así, en la fase II se encuentra el boj, la jara y el tejo que no aparecen en las otras fases del poblado. Mientras que en la fase IV aparecen restos de vid en pequeña proporción que indican probablemente su cultivo (Pérez 2009) pero también su aprovechamiento como leña para el fuego.

3.- Siete plantas tienen un doble uso: como leña para el fuego y como madera de construcción para las viviendas.

4.- Coherencia ecológica de la flora documentada, ya que todas las plantas identificadas pueden vivir juntas porque tienen necesidades ecológicas similares.

5.- Esto prueba la utilización de la vegetación local como fuente de materias primas para la construcción y como combustible doméstico.

IV. EL PAISAJE VEGETAL

Las frecuencias de las plantas identificadas se ha calculado para cada fase del poblado, es decir, en los tres poblados que se sucedieron en la Edad del Hierro. Estos datos se han representado en un diagrama antracológico donde se observa los espectros de plantas identificadas y sus proporciones en las tres fases de la Edad del Hierro (Figura 3). De la fase III disponemos de pocos carbones pero, a pesar de ello, la hemos representado en el diagrama porque sigue las mismas pautas que la más antigua y la más reciente donde hay suficiente carbón para realizar unos cálculos de porcentajes. En todas las unidades estratigráficas los restos más abundantes son los de pino carrasco (*Pinus halepensis*), le siguen los restos de *Quercus* sp. perennifolio y *Pistacia*, mientras que el resto de los taxones tienen frecuencias pequeñas, inferiores al 5% de los carbones identificados.

El valle que domina el Cabezo de la Cruz tendría unos espacios cultivados en la cercanías del río Huerva y un paisaje vegetal en mosaico con formaciones arbóreas presididas por el pino carrasco en unas zonas y carrascas y/o coscojas en otras. Ambas mantendrían un sotobosque diverso en plantas leñosas. A lo largo del cauce del río Huerva estaría la vegetación de ribera más exigente en hu-

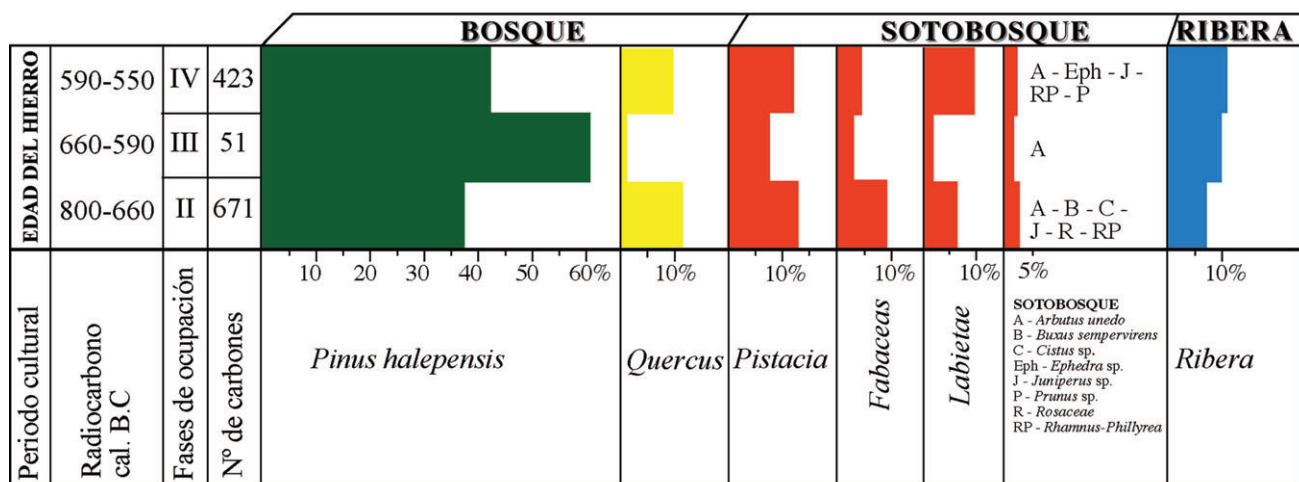


Fig. 3. Diagrama antracológico de las tres fases de ocupación de la Edad del Hierro en el Cabezo de la Cruz.

medad y campos de cultivo habiendo espacios a los largo del valle.

Los habitantes del Cabezo de la Cruz fueron a recoger leña en el territorio más inmediato, donde probablemente crecían diferentes formaciones vegetales, cuya fisionomía es difícil de precisar pero bien podría tratarse de pinares, carrascales-coscojares (*Quercus* sp. perennifolios) y bosques de ribera.

Los pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller) serían los que ocuparían mayores extensiones en el valle por la abundancia de sus restos en todo el poblado. Este bosque tendría un cortejo arbustivo heliófilo compuesto de enebros, belcho o trompetera (*Ephedra* sp.), Fabáceas, Labiadas, entre ellas el romero claramente identificado, aunque pueden haber otros representantes de la familia como espliego, tomillo, lavanda, salvia, etc. Por la abundancia de restos en todas las unidades estratigráficas los pinares y su cortejo parecen haber sido los más utilizados para el leñateo.

Los carbones de carrasca (*Quercus rotundifolia*) no se han podido distinguir de los de coscoja (*Quercus coccifera*) por eso los hemos catalogado como *Quercus* sp. perennifolios. En base a los porcentajes de sus restos carbonizados (del orden del 10%) pensamos que podrían formar parte del cortejo arbustivo de los pinares en el caso de la coscoja, similares a algunas formaciones actuales del valle del Ebro (Costa *et al.* 1997). La carrasca, quizás, se refugiara en las zonas más húmedas del valle formando bosques, aunque, como no hemos podido precisar las especies, nos movemos en hipótesis basadas en sus necesidades ecológicas. En el conjunto de carbones analizados solamente hemos identificado un fragmento de *Quercus* caducifolio (¿quejigo?) debido a las exigencias en humedad de los caducifolios es probable que se localizaran en pequeñas cantidades a lo largo de la ribera o en las zonas de vaguada donde el suelo tiene mayor humedad.

Los arbustos perennifolios pueden tener porte arbóreo y formar bosquetes cerrados y difíciles de penetrar, en su composición entran el madroño (*Arbutus unedo* L.), el lentisco (*Pistacia*

lentiscus L.), la cornicabra (*Pistacia terebinthus* L.), el aladierno y/o labiérnago (*Rhamnus* y/o *Phillyrea*) además de frutales tipo de los *Prunus* y otros géneros de la misma familia de la rosáceas.

Es operativo agrupar los taxones identificados en formaciones vegetales para intentar evaluar el paisaje vegetal del poblado de Cabezo de la Cruz pero no hay que fijar límites rígidos puesto que puede haber pinares con carrascales y coscojas pero también carrascales y/o coscojares con pinos. Por otro lado, la mayoría de los arbustos y matas pueden formar parte del cortejo de los pinos, de las carrascales o generar bosques propios. Es posible que el paisaje vegetal tuviera una estructura de mosaico reflejo de los condicionantes edáficos, térmicos y de humedad de la zona.

La vegetación de ribera es la formación vegetal menos utilizada como combustible doméstico ya que son pocos los carbones de plantas de ribera. No obstante, se han identificado carbones de fresno (*Fraxinus* sp.), sauce o/y chopo (*Salix* y/o *Populus*) y taray (*Tamarix* sp.). La presencia de los tarayales indica suelos con cierto grado de salinidad, esta formación puede ocupar ramblas y ríos, siendo la disponibilidad hídrica condicionante de la fisionomía de los tarayales que cuando es óptima pueden alcanzar hasta los 8 metros de altura y ser potencialmente útiles para madera de construcción como veremos más adelante. Hemos incluido en la ribera al tejo y a la vid por sus exigencias en humedad edáfica aunque el primero podría estar en umbrías húmedas y la segunda en campos de cultivo.

En el diagrama antracológico (Figura 3) no se observan grandes cambios en la composición vegetal entre las tres fases de ocupación del poblado, lo que puede indicar que las formaciones vegetales (pinares - carrascales - coscojares - ribera) se mantienen estables en el territorio de leñateo porque no se observa un aumento de los matorrales como consecuencia de la reducción de las formaciones arbóreas. Los dominios del pino carrasco parecen ser los más amplios o en todo caso el árbol más utilizado para la obtención de leña mientras que las carrascales o coscojas son utilizados en menor proporción, tal vez porque sean más esca-

sos en el entorno o estén protegidos para otros usos (pastoreo, recolección de bellotas, taninos, hongos, etc.) Del orden del 40% de los restos carbonizados proceden de plantas del sotobosque pero algunas de estas plantas pueden alcanzar gran porte y formar bosquetes cerrados y de considerable altura, así madroño (*Arbutus unedo* L.), enebro (*Juniperus* sp.), cornicabra (*Pistacia terebinthus* L.), lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), boj (*Buxus sempervirens* L.), aladierno-aladierna (*Rhamnus-Phillyrea*) y otras de menor tamaño como trompetera (*Ephedra* sp.), romero (*Rosmarinus officinalis* L.) o las labiadas.

Desde el punto de vista climático, casi todas las plantas identificadas en el carbón, en la actualidad, viven en los pisos bioclimáticos termomediterráneo y mesomediterráneo, es decir tienen una tolerancia térmica entre los 13 y los 18 °C. de temperatura media anual. Sólo el boj y el tejo no descienden al piso termomediterráneo, en base a ellos se puede precisar unas condiciones térmicas entre 13 y 17 °C de media anual en el Cabezo de la Cruz durante la Edad del Hierro

En cuanto a la humedad todas toleran la sequía estival, genuina del clima mediterráneo y las lluvias de otoño-invierno. La mayoría de ellas puede crecer desde obroclimas semiáridos (200-350 mm de lluvia media anual) hasta subhúmedos (600 – 1000 mm de lluvia media anual). No obstante pensamos que en Cabezo de la Cruz las precipitaciones serían de tipo seco (350-600 mm de lluvia media anual) porque de ser subhúmedo ha-

bría más cantidad de caducifolios y otros taxa hidrófilos (quejigos, arces, tilos, fresnos, tejos, avellanos, etc.) como pasa en otras zonas más húmedas (Piqué y Ros 2002; Ros 1999). El ritmo de lluvias de tipo seco (350 – 600 mm de lluvia anual) podría generar buenos bosques de pino carrasco con todos los demás taxa identificados, además, ese ritmo de lluvia y esa cantidad facilita la práctica de la agricultura mediterránea del cereal de secano. Además, en los carbones analizados no se ha identificado *Pinus nigra* (pino salgareño) de ecología mucho más fría que los taxa identificados y de mayor necesidad hídrica que el pino carrasco (Figura 4). Esta ausencia puede corroborar la interpretación térmica y de humedad para la Edad del Hierro en el Cabezo de la Cruz.

Así pues, las condiciones ambientales del poblado de la Edad del Hierro serían, en cuanto a temperaturas similares a las actuales en la zona (mesomediterráneo) y en humedad puede que algo más húmedo (seco: 350-600 mm de media anual). Los resultados del estudio de isótopos estables de carbono en dos especies mediterráneas paradigmáticas y con respuesta diferencial ante la sequía (*Pinus halepensis* y *Quercus*) apuntan a un régimen pluviométrico algo diferente a la actualidad. Según esta analítica, las precipitaciones estarían más repartidas a lo largo del año, siendo el periodo de otoño-invierno mucho más lluvioso que en la actualidad, y sensiblemente menor en periodo primaveral. Según esta analítica, los valores absolutos de precipitación anual también serían algo más elevados, en torno a los 600 mm. (Espinar y Voltas 2009).

Es probable que la gestión del entorno fuera estable a lo largo de todas las fases de ocupación porque no se observan variaciones ni en la composición floral ni en las proporciones de los taxones a lo largo de las diferentes fases, lo que puede indicar unas áreas bien definidas y estables para cada actividad productiva: campos, pastos y bosques. Los bosques no parecen haber sufrido unas prácticas de talas abusivas porque no se ven formaciones vegetales secundarias. Por otro lado, los pinares de carrasco indican que sería la formación climática de la zona desde el inicio de la ocupación humana del valle del río Huerva o al menos tiene un desarrollo independiente de la actividad humana.

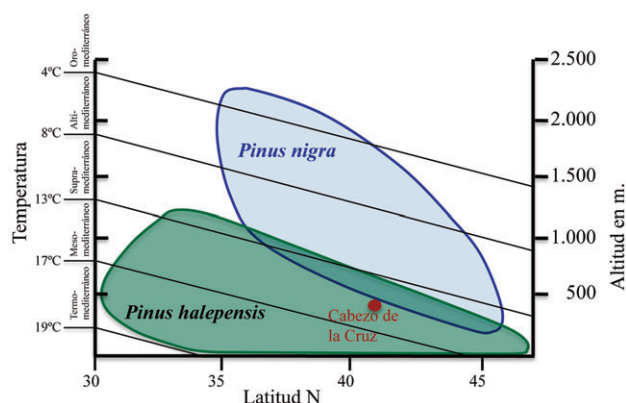


Fig. 4. Distribución actual de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y pino salgareño (*Pinus nigra*) en relación a la altitud y latitud. Se indica la posición biogeográfica del Cabezo de la Cruz.

V. LA MADERA DE CONSTRUCCIÓN

La madera de construcción no se suele conservar en la mayor parte de yacimientos, si no se produce un incendio que preserve las estructuras ya que, de otro modo, éstas se encuentran sometidas a los procesos naturales de biodegradación. El Cabezo de la Cruz constituye un documento extraordinario, ya que el incendio acaecido en el poblado ha preservado un valioso conjunto de materiales orgánicos. La combustión *in situ* de las estructuras arquitectónicas en madera representa un testimonio efectivo de la tecnología, aprovechamiento y utilización de los recursos vegetales durante la Edad del Hierro. Se han estudiado 119 muestras de madera y carbón pertenecientes a elementos constructivos de gran calibre (troncos y ramas gruesas), y 74 ramitas de pequeño calibre; en todas ellas se ha llevado a cabo la observación de las variables descritas en el apartado de *Materiales y Métodos* y que se resumen en el Cuadro 2.

A diferencia de la leña recogida como combustible, para la construcción no se utilizaron todas las especies disponibles en el medio, sino aquéllas cuyas cualidades físicas y mecánicas resultaban más idóneas para el fin al que eran destinadas. Se han documentado básicamente dos tipos de soportes: por un lado, troncos o ramas de cali-

bre grande o mediano (a falta de corteza en la mayor parte de casos, no se puede estimar el diámetro completo, pero abundan piezas tipo poste de entre 10-20 cm. de calibre mínimo); por otro lado, se han recuperado varios conjuntos de ramitas de pequeño calibre, asociadas a estratos de derrumbe, que posiblemente formarían parte del entramado vegetal de las techumbres.

El pino carrasco es la especie más utilizada para el primer tipo de soporte, ampliamente explotado en función de su abundancia y disponibilidad en el medio, así como de la escasez de otras especies de porte arbóreo. Entre las ramitas del techo, destaca la abundancia de especies de ripisilva (*Salix* y/o *Populus*, *Tamarix*), ya que estas especies producen ramas jóvenes muy flexibles, que resultan muy adecuadas para realizar entramados.

El alto índice de fragmentación de la mayor parte de las maderas impide reconstruir la forma o el calibre original de la pieza; sólo algunas de ellas, que presentan trazas de trabajo, nos permiten una aproximación a su forma original. Las piezas más numerosas son aquéllas de forma escuadrada (Figura 5), con una o varias superficies lisas, entre ellas una puerta confeccionada a partir de varias tablas de pino. Se ha documentado una preferencia por los cortes en sentido anatómico longitudinal

Troncos											
Taxón	Total individuos	Curvatura			Carbonización		Alteraciones de la madera				
		Fuerte	Interm.	Débil	Total	Parcial	Vitrificado	Grietas rad.	Hongos	Insectos	Trabajada
<i>Pinus halepensis</i>	109	86	14	9	92	17	65	34	65	31	14
<i>Quercus caducifolia</i>	2	2			2		1	2	1		
<i>Quercus perennifolia</i>	3	3			2	1		1	2		3
<i>Salix-Populus</i>	3	2	1		3			1	2		2
<i>Tamarix</i> sp.	2	1		1	2		1	1	1		1

Ramitas								
Taxón	Total individuos	Diámetro medio (mm.)	Corteza		Alteraciones de la madera			
			M. final	M. inicial	Vitrificado/grietas	Hongos	Insectos	
Fabaceae	3	3,5	1	2	2	3	1	
<i>Pinus halepensis</i>	7	16,57	3	4	1	5	2	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1	7	1	0	1		1	
<i>Salix-Populus</i>	40	4,85	31	9	15	2	3	
<i>Tamarix</i> sp.	23	3,69	8	15	1	1		

Cuadro 2. Madera de construcción identificada en Cabezo de la Cruz.

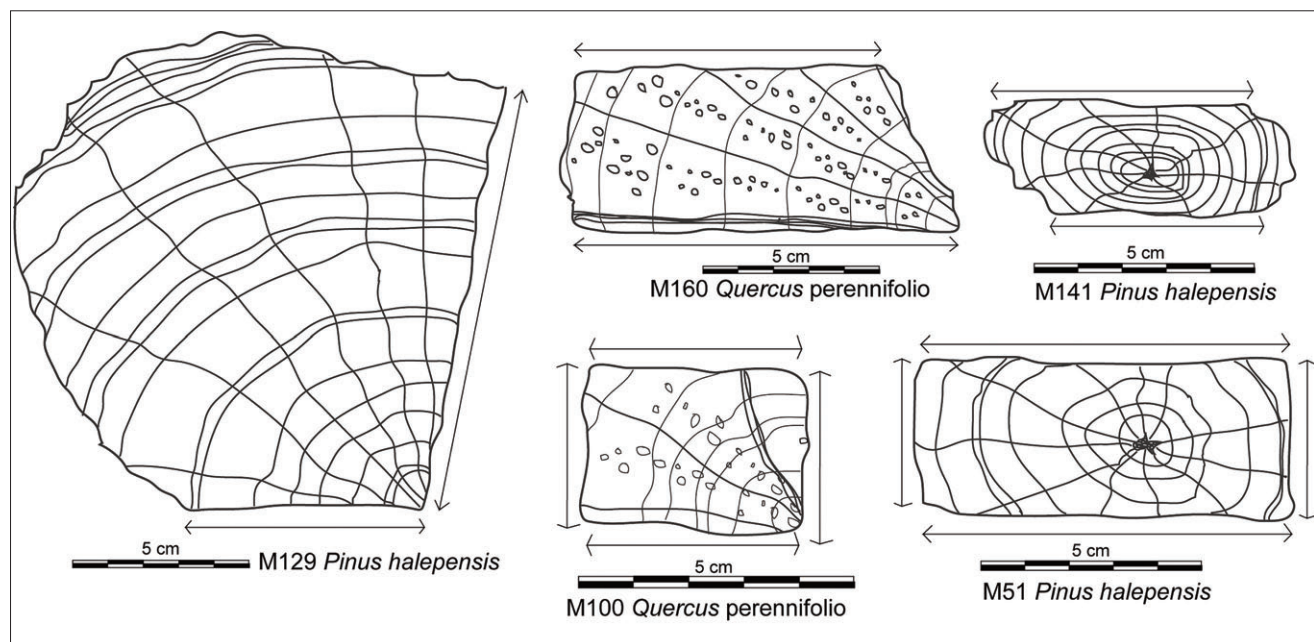


Fig. 5. Maderas de construcción escuadradas.

tangencial o entre tangencial y radial, lo que da una mayor resistencia a la pieza, ya que la madera no tiene tendencia natural a fracturar en esta dirección. En general, la madera ha sido trabajada utilizando la parte central de los troncos, siendo la médula visible en la sección de todas las piezas. Este patrón se pudo seguir para obtener la parte más resistente de la madera, ya que el duramen es mucho más denso que la albura.

También se recuperaron varios postes adosados a la pared de las viviendas, con la base apuntada en forma de bisel. En el interior de algunos de los agujeros de poste se han documentado diversas piezas de madera en forma de cuña, cuya función parece ser la de asentar el poste.

Es bastante frecuente que sólo el perímetro externo del poste, es decir, la parte expuesta a la intemperie, aparezca carbonizada, mientras que la parte protegida por la pared se conservaba en forma de madera fresca, lo que ha incitado el ataque de los microorganismos xilófagos (Figura 1). El material de construcción del Cabezo de la Cruz aparece contaminado por hongos en un 60% de las muestras y por insectos xilófagos en un 25% (Carrión 2009). Es cierto que algunas de las maderas pudieron recolectarse del árbol ya contaminadas, si la degradación de éstas no era muy visible, pero

en su mayor parte, se debió de seleccionar madera sana y la contaminación debió de producirse mientras éstas formaran parte de la estructura de las casas, o durante algún periodo de almacenamiento antes de su utilización.

En cuanto a las ramitas de pequeño calibre, éstas procedían íntegramente de los niveles de derrumbe de la Fase III. La mayoría conservaban el diámetro completo, es decir, desde la médula a la corteza, ambas incluidas. Esto constituye una fuente de información muy interesante acerca de la selección del calibre y de la estación de tala.

Predomina el diámetro entre 3 y 5 mm, con excepción de las ramitas de pino, que alcanzan diámetros de hasta 16,5 mm; es posible que esto se deba a un reaprovechamiento de las ramas salientes de los troncos de pino utilizados para la elaboración de elementos de mayor tamaño, mientras que el resto de especies fueran recolectadas expresamente para este fin. *Salix* y/o *Populus* y *Tamarix* son taxones que producen ramas jóvenes muy flexibles y resistentes, sobre todo las de muy corta edad. La mayor parte de las ramas utilizadas tienen una edad de 1 a 3 años; en muchos casos de ramas las de taray están cortadas en la madera inicial del primer año.

La presencia de corteza en gran parte de los fragmentos ha permitido estimar la estación de tala de las ramitas (Figura 1). El anillo más externo del tronco, que está en contacto con la corteza, es el último que ha formado la planta antes de ser cortada, y puede situarse en el leño temprano o tardío, correspondientes respectivamente a la estación favorable o desfavorable para el crecimiento. Parece que una gran parte de las ramitas de *Salix* y/o *Populus* fueron recolectadas en su época desfavorable para el crecimiento, mientras que las de taray se recolectaron preferentemente en su época de máximo crecimiento (Cuadro 2). La recolección de madera en diferentes épocas del año puede ser un indicador de la realización de reparaciones de las techumbres en diversas estaciones de año o de una duración prolongada de estas tareas a lo largo de varios meses.

La medición de los anillos de crecimiento de los pinos del Cabezo de la Cruz muestra que el rango de las medias de crecimiento anual es muy amplio, desde 0,25 hasta 3 mm., e incluso algunos individuos alcanzan 5 mm., heterogeneidad que se muestra bien en el histograma de distribución de los valores de crecimiento (Figura 6). Esta tenden-

cia puede ser indicio de la existencia de zonas claras en el seno de las formaciones, tal vez conformando un paisaje heterogéneo “en mosaico” donde alternan campos, pastos y zonas boscosas de aprovechamiento forestal (Carrión 2007).

VI. DISCUSIÓN

La imagen de los vegetales obtenida por el análisis de la madera se complementa con los datos obtenidos en el polen y las semillas del mismo yacimiento. Los tres tipos de materiales aportan datos para conocer los recursos vegetales disponibles en el territorio de explotación del Cabezo de la Cruz. Evidentemente, las semillas representan mayoritariamente la agricultura practicada mientras que el polen da una imagen regional de la vegetación. Los tres tipos de restos presentan concordancias y discordancia pero cada uno aporta su granito de arena a reconstruir el paisaje vegetal del valle del río Huerva a su paso por el Cabezo de la Cruz.

La información palinológica es reducida debido a la mala conservación de los palinomorfos en la estratigrafía del cerro. No obstante, Se ha obte-

Nº individuos

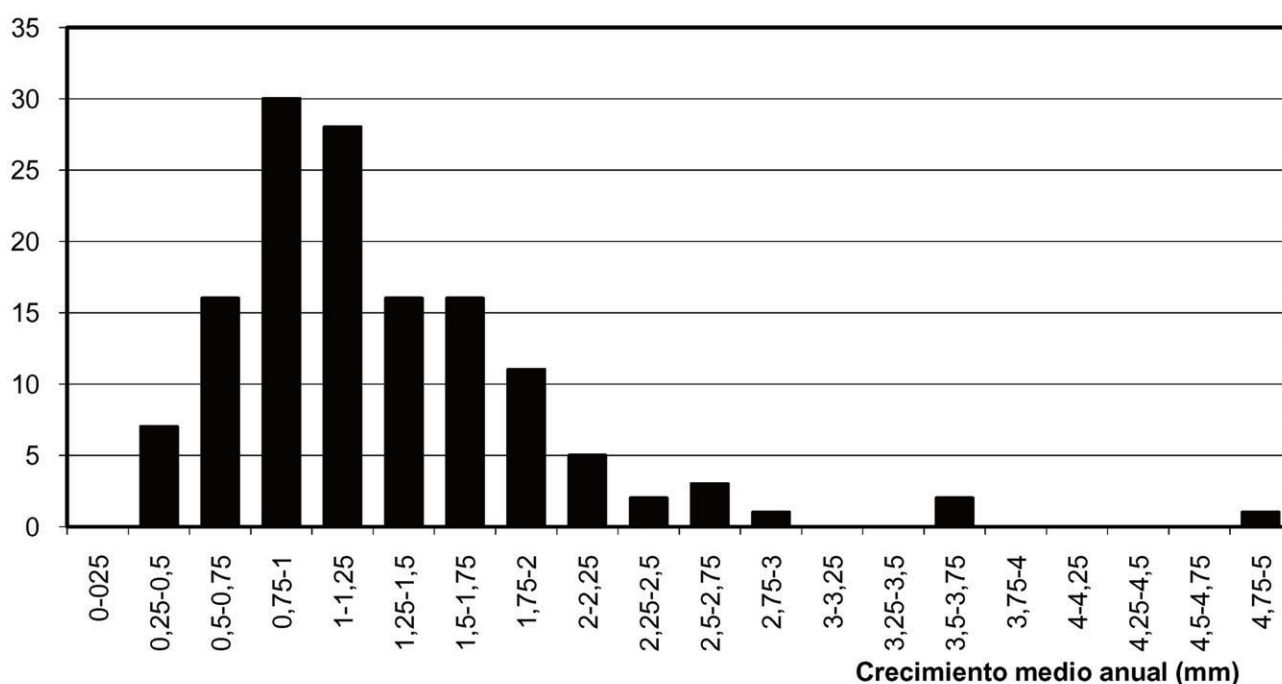


Fig. 6. Distribución de los valores de crecimiento medio anual de los anillos de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

nido una muestra de la base de la secuencia de la Edad del Hierro y tres de la segunda fase constructiva del poblado (575-520 a. C) que son significativas. En ellas la cubierta forestal está dominada por *Pinus sylvestris* (tipo) y se detecta la presencia de *Pinus pinaster* (tipo) (Iriarte 2009). Polen y carbón muestran concordancia en cuanto a el dominio del territorio por los pinos pero hay una clara diferencia en la identificación de la especie. En el carbón todos los fragmentos identificados, sin problemas, hasta el rango de especie eran *Pinus halepensis* y en contados fragmentos se duda de la especie y así se ha significado. Los pinos de montaña mediterránea como *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* viven donde las temperatura media anual pueden estar entre 13 y 4 °C.; aunque en algunos casos pueden penetrar tímidamente a zonas con mayor temperatura. Pensamos pues que los pinares del valle del río Huerva serían de pino carrasco (*Pinus halepensis*) que formaría la vegetación natural de amplias zonas del valle del Ebro y sus tributarios (Badal 2004; Pérez *et al.* 2008) sin tener relación su expansión con las actividades humanas, sería pues la vegetación natural y climática en esta zona del valle del Ebro. El análisis polínico detecta pinos de montaña (Iriarte 2009) que podrían llegar al poblado desde enclaves de mayor altitud con condiciones más frías. El análisis polínico ofrece una visión regional de la vegetación por tanto amplía la visión local que da el carbón, evidentemente los agentes de acumulación de polen (naturales) y de carbón (humanos) en el yacimiento son distintos y complementarios.

Sí son concordantes los datos polen-carbón sobre *Quercus*, en ambos casos los perennifolios son más abundantes que los caducifolios, lo que indica un ritmo de precipitaciones de tipo seco. Puesto que si fuera mayor el grado de humedad (subhúmedo) crecerían sin dificultad los *Quercus* tanto perennifolios como los caducifolios como pasa en otras regiones vecinas (Ros 1999; Piqué y Ros 2002). Los fragmentos de *Quercus* identificados en las semillas tampoco precisan la especie (Pérez 2009). También hay concordancia polen-carbón en la identificación de algunos taxones del matorral de tendencia xérica como *Ephedra*, Fabáceas, Labiadas. A los que habrá que añadir los identificados en carbón y semillas como *Pistacia*,

Rosmarinus/Cistus y *Retama* (Badal 2009; Pérez 2009). En general, toda la flora identificada en los tres tipos de restos vegetales (madera, polen, semillas) concuerda con formaciones de pinares termófilos con sotobosques de arbustos leñosos genuinos de la vegetación mediterránea.

VII. CONCLUSIÓN

Los restos bióticos son patrimonio cultural y biológico porque informan de la biodiversidad de los territorios y de los usos que realizan los humanos de los recursos vegetales. En el análisis de las plantas leñosas del Cabezo de la Cruz podemos sacar las siguientes conclusiones medioambientales:

1. Resalta la biodiversidad de plantas leñosas que presenta el conjunto. En la fase de ocupación II se encuentra el boj, la jara y el tejo que no aparecen en las otras fases del poblado. Recordar que los carbones reflejan la flora local, es decir, del territorio de captación de recursos de los habitantes del Cabezo de la Cruz.

2. En la fase IV, los restos de vid carbonizada indican su aprovechamiento como leña para el fuego, por tanto un uso de los subproductos del cultivo de frutales como es la vid (Pérez 2009).

3. Siete plantas tienen un doble uso: como leña para el fuego y como madera de construcción para las viviendas.

4. La flora documentada en La Edad del Hierro es bastante constante en el tiempo y en el espacio del poblado. En el espacio porque prácticamente todos los basureros reflejan la misma composición floral y en el tiempo porque no hay diferencias significativas entre la fase más antigua (Fase II) y la fase más reciente (fase IV) de la Edad del Hierro (Figura 3).

5. Esa estabilidad en las tres fases de ocupación puede indicar unas condiciones medioambientales constantes en el entorno del poblado y una gestión del territorio sostenible: campos, pastos y bosques se mantendrían estables.

6. Los pinares de pino carrasco serían la ve-

getación natural y climática de amplias zonas del valle del Ebro.

7. En base a las tolerancia térmica de la flora leñosa identificada es probable que la temperatura media anual estuviera comprendida entre 13 y 17 °C durante la Edad del Hierro en el Cabezo de la Cruz.

8. Con la misma argumentación postulamos un régimen de precipitaciones de tipo seco (350-600 mm de lluvia media anual) ya que si fuera mayor habría más taxa caducifolios o claramente hidrófilos.

De la madera de construcción se puede concluir:

1. Las necesidades de madera para la construcción se cubren con plantas locales, pero no se utiliza todo el elenco de especies disponibles en el paisaje, sino aquéllas más apropiadas: se seleccionó básicamente el pino carrasco para la elaboración de los elementos de mayor tamaño y ramitas de diversas especies de ripisilva para el entramado de las techumbres.

2. Entre las maderas trabajadas se han iden-

tificado postes redondos y escuadrados, con bases apuntadas y numerosas tablas; los rellenos y techumbres debieron realizarse con ramas de pequeño calibre, posiblemente trenzadas entre sí y/o unidas por barro. La sujeción de piezas se realizaba mediante cuñas, halladas frecuentemente dentro de los agujeros de poste con este fin.

3. El material aparece en diferente estado de conservación, unas piezas completa o parcialmente carbonizadas y otras sin carbonizar, parece que en función de su localización dentro de la estructura constructiva en el momento del incendio.

4.-Se observa en este material un índice de ataque de hongos e insectos xilófagos, probablemente debido a su prolongada permanencia a la intemperie o en contacto con la humedad del suelo y las paredes de adobe, aunque tampoco hay que descartar que este material hubiera sufrido un periodo más o menos largo de almacenamiento.

5. La medición de las anchuras medias de los anillos muestra que el rango de los valores de crecimiento de los individuos es muy amplio, lo que puede ser indicio de la existencia de una cobertura vegetal heterogénea, con la apertura de zonas claras en el seno de las formaciones (Carrión 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- BADAL, E. 2004: "Análisis antracológico de los restos del fuego doméstico del abrigo de Los Baños (Ariño, Teruel)". En P. Utrilla y J. M.^a Rodanés: *Un asentamiento epipaleolítico en el valle del río Martín. El abrigo de los Baños (Ariño, Teruel)*. Monografías 39. Universidad de Zaragoza: 63-73.
- BADAL, E. 2009: "El combustible y el paisaje vegetal". En J. Picazo y J. M.^a Rodanés: *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón: 132-155.
- BERNABEU, J.; PÉREZ, M. y MARTÍNEZ, R. 1999: *Huesos, neolitización y contextos arqueológicos aparentes. Actes del II Congrés del Neolític a la Península Ibérica. Saguntum-PLAV*, Extra-2: 589-596.
- BOSCH, A.; CHINCHILLA, J. y TARRÚS, J. 2000: "Els objectes sobre matèries vegetals". En Bosch *et al.* (coords.): *El poblat lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990 a 1998*. Museu d'Arqueologia de Catalunya-Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya: 228-254.
- CARRIÓN, Y. 2005: "La vegetación mediterránea y Atlántica de la península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas". *Trabajos Varios del S.I.P.* 104: 314p.
- CARRIÓN, Y. 2007: "Woodland in the middle Ebro valley (Spain). Dendrological analyses of archaeological timber from Bell Baker and Iron Age periods". *Archéosciences* 31: 151-162.
- CARRIÓN, Y. 2009: "La construcción en madera". En J. Picazo y J. M.^a Rodanés: *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón: 156-169.
- COSTA, M.; MORLA, C. y SAINZ, H. (eds.) 1997: *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta: 572 pp.
- ESPÍ, I.; IBORRA, M.^a P. y DE HARO, S. 2000: "El área de almacenaje del poblado iberorromano del Cormulló dels Moros (Albocàsser-Castelló)". En C. Mata y G. Pérez (eds.): *IBERS. Agricultors, artesans i comerciants. Saguntum PLAV*. Extra-3: 149-154.
- ESPINAR, C. y VOLTAS, J. 2009: "El marco paleoclimático. Aproximación a partir del análisis de isótopos estables en carbones de especies forestales". En J. Picazo y J. M.^a Rodanés: *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón: 100-107.
- IRIARTE, M.^a J. 2009: "Los inicios del Holoceno reciente en el valle del río Huerva: la secuencia palinológica proto-histórica del Cabezo de la Cruz". En J. Picazo y J. M.^a Rodanés: *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón: 108-131.
- JACQUIOT, C. 1955: *Atlas d'Anatomie des Bois de Conifères*. Cent. Techn. Bois, Paris: 133 p.
- JACQUIOT, C.; TRENARD, Y. y HIDROL., D. 1973: *Atlas d'anatomie des bois des angiospermes (Essences feuillues)*. Cent. Techn. Bois, Paris: 175p.
- MARGUERIE, D. y HUNOT J.-Y. 2007: "Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in western France". *Journal of Archaeological Sciences* 34: 1417-1433.
- PÉREZ, G. 2009: "Estudio paleocarpológico". En J. Picazo y J. M.^a Rodanés: *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón: 170-187.
- PÉREZ RIPOLL, M. y LÓPEZ, M.^a D. 2009: Análisis de los restos faunísticos. En J. Picazo y J. M.^a Rodanés: *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón: 188-218.
- PIQUÉ, R. 2000: "Les dades antracològiques". En Bosch *et al.* (Coords.): *El poblat lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990 a 1998*. Museu d'Arqueologia de Catalunya-Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya: 50-53.
- PICAZO, J. y RODANÉS, J. M.^a 2009: *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón.
- PIQUÉ, R. y ROS, M.^a T. 2002: "La gestió dels recursos llenyosos entre els segles VI-II a. C.". En E. Pons (dir.): *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà). Un complex arqueològic d'època ibèrica (excavacions 1990-1998)*, Sèrie Monogràfica 21. Girona: 429-442.
- ROS, M.^a T. 1999: "El Carbons vegetals". En A. Martí *et al.* (dirs.): *Excavacions Arqueològiques a l'Illa d'en Reixac (1987-1992)*. Monografies d'Ullastret 1: 261-267.
- SCHWEINGRUBER, F. H. 1990: *Anatomie europäischer Hölzer. Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum - Strauch- und Zwergstrauchhölzer*. Haupt, Stuttgart.
- SCHWEINGRUBER, F. H. 1996: *Tree Rings and Environment. Dendroecology*. Berne, Paul Haupt Publishers.
- VERNET, J. L.; BAZILE-ROBERT, E. y EVIN, J. 1979: "Coordination des analyses anthracologiques et des datations absolues sur charbons des bois". *Bull. Soc. préhist. Fr.* 76: 76-79.

