

DENDROLOGÍA Y ARQUEOLOGÍA: LAS HUELLAS DEL CLIMA Y DE LA EXPLOTACIÓN HUMANA DE LA MADERA

DENDROLOGY AND ARCHAEOLOGY: HUMAN AND CLIMATIC SIGNS ON TREE-RINGS

Y. Carrión Marco¹

1. Dpto. Prehistoria y Arqueología. Universitat de València.

RESUMEN

La Dendrología es la ciencia que estudia la morfología de la madera y de los anillos de crecimiento de los vegetales. Éstos reflejan la historia del crecimiento de la planta, de manera que registran cualquier evento de orden climático, mecánico o antrópico que altere este crecimiento. Esta disciplina resulta de gran interés, no sólo para la obtención de series climáticas y medioambientales, sino también para conocer los usos y sistemas de explotación humana de los recursos vegetales.

En este artículo presentamos algunos ejemplos de aplicación del análisis dendrológico al carbón procedente de estructuras constructivas de diversos yacimientos arqueológicos, con el objetivo de discernir los signos climáticos registrados en los anillos de crecimiento, así como los sistemas de explotación humana de la madera, desde su selección en el campo y su tratamiento, hasta los diversos usos a que es destinada.

PALABRAS CLAVE: Dendrología, anillos de crecimiento, madera de construcción, series climáticas, explotación humana.

ABSTRACT

Dendrology studies wood morphology and tree-rings dynamics. These ones reflect the growth history of the plant, as a record of any climatic, mechanic or anthropogenic events, which alters its normal growth rythm. Dendrology is not only focussed on climatic and environmental series, but also on human use and management of the vegetal resources.

In this paper, we present several dendrological studies applied to timber from archaeological sites, in order to know any climatic sign registered on the wood structure, and the patterns of human exploitation.

KEYWORDS: Dendrology, tree-rings, timber, climatic series, human management.

LA FORMACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL REGISTRO CARBONIZADO

En el registro arqueológico, la madera se conserva únicamente en condiciones de humedad o aridez extremas o en medios anaeróbicos (Pétrequin, 1997; Bosch, et al. 2000), pero fuera de estos ambientes desaparece si no ha sufrido un proceso previo de carbonización. La aparición de madera fresca en un yacimiento constituye un caso excepcional, sobre todo en ámbito mediterráneo, donde las condiciones ambientales no son propicias para su conservación. En el proceso de carbonización se pueden distinguir cuatro fases sucesivas: la deshidratación, la torrefacción, la pirólisis o carbonización y la cumburación. Durante las dos primeras, la madera pierde el 35% de su peso total, en forma de vapor de agua, de gas

carbónico y diversos componentes orgánicos. Si la combustión se detiene en la torrefacción, los frutos y las semillas conservan su morfología externa y por tanto su identificación botánica es posible. La combustión en sentido estricto comprende la pirólisis y la cumburación, que se suceden rápidamente a partir de los 270° C, con la desintegración química de la celulosa y la lignina. Así pues, si en la fase de pirólisis se interrumpe el aporte de oxígeno y la combustión se detiene, se produce la calcinación y la formación de carbones (Bourquin-Mignot et al. 1999: 52; Badal et al. 2003). La madera conserva su estructura interna cuando está torrefactada o carbonizada, de manera que la identificación botánica es posible. En caso de que la temperatura llegue a 700° C, el proceso se completa con la cumburación, que reduce las brasas a cenizas.

La presencia de carbón o madera en un yacimiento es la evidencia directa de la utilización de los recursos vegetales por parte de los grupos humanos con diversos fines. En un yacimiento arqueológico se puede encontrar el carbón (y ocasionalmente la madera) de dos formas: disperso por los estratos, o concentrado en estructuras arqueológicas. Algunos de los mejores registros carbonizados se dan en niveles de incendio en los que se conservan elementos constructivos en madera. Efectivamente, los yacimientos en los que se centra este artículo (**Fig. 1**) tienen en común su destrucción a causa de un incendio que ha preservado grandes cantidades de materiales orgánicos, entre ellos la madera.

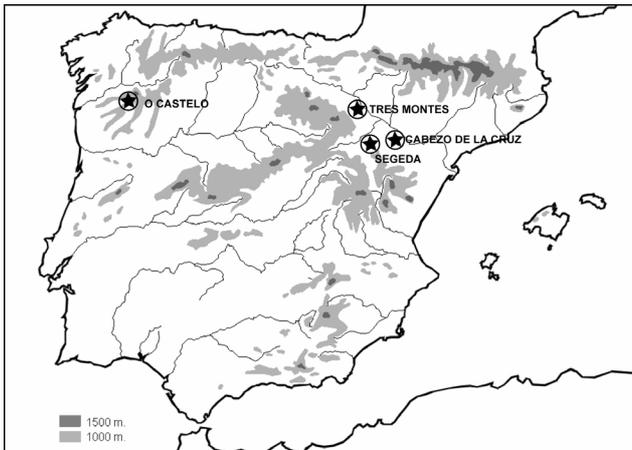


Fig. 1. Mapa de localización de los yacimientos de estudio.

En este trabajo presentamos los resultados, algunos de ellos aún preliminares, del análisis dendrológico realizado en cuatro yacimientos arqueológicos de cronología y localización geográfica diversas: el dolmen de Tres Montes (Campaniforme, en las Bardenas Reales, Navarra), el Cabezo de la Cruz (Edad del Bronce, en Zaragoza), Segeda (Ibérico, en Mara, Zaragoza) y O Castelo (Romano, en Ourense). Todos ellos tienen en común la evidencia de al menos un fuego que dejó grandes cantidades de materia orgánica carbonizada.

En el Cabezo de la Cruz se han recuperado numerosos postes de madera, la mayor parte de ellos carbonizados, aunque en ocasiones esta carbonización es parcial y afecta únicamente a la parte del poste que ha estado en contacto directo con el fuego. Es el caso de algunos postes de cimentación localizados junto a las paredes de adobes, que por su situación se han preservado sin carbonizar, salvo la parte externa, que muestra las huellas del fuego (**Fig. 2**).

En el dolmen de Tres Montes, se han documentado una serie de postes perimetrales adosados a la pared excavada. Éstos presentan estados de conservación muy diversos: algunos se encuen-

tran muy bien conservados aunque siempre fragmentados, mientras que otros son poco más que una impronta cenicienta en la pared (**Fig. 3**).

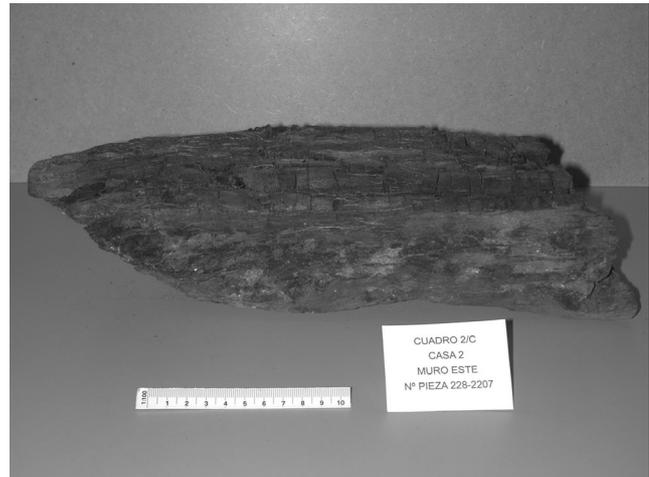


Fig. 2. Poste de madera adosado a un muro de adobe de la Casa 2 del Cabezo de la Cruz.

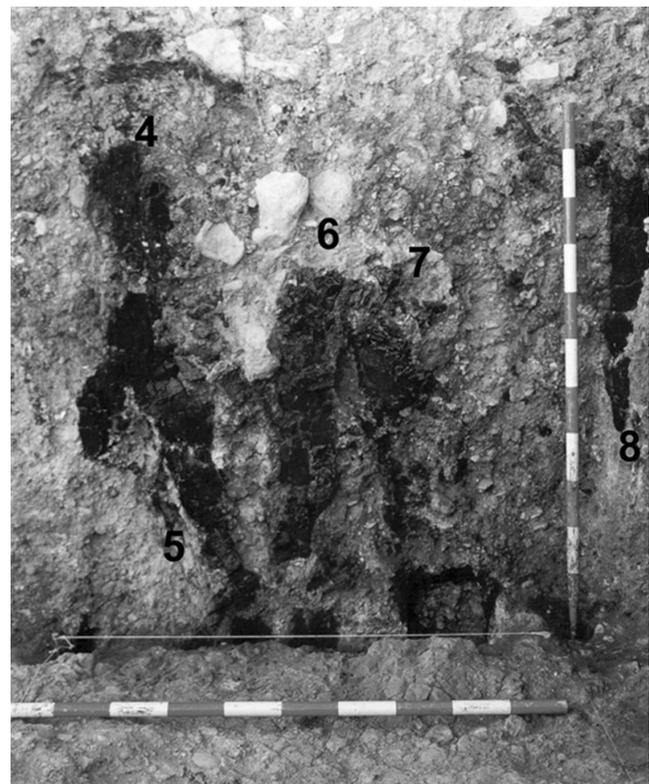
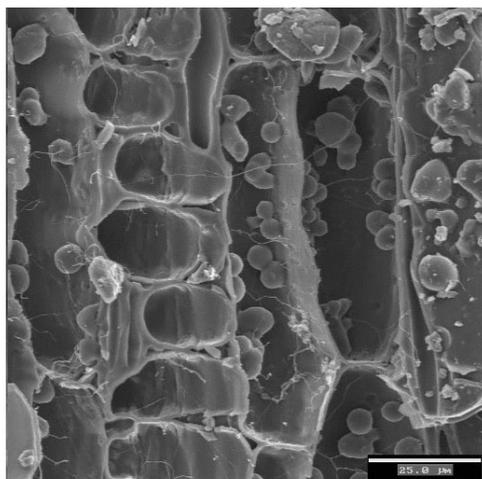
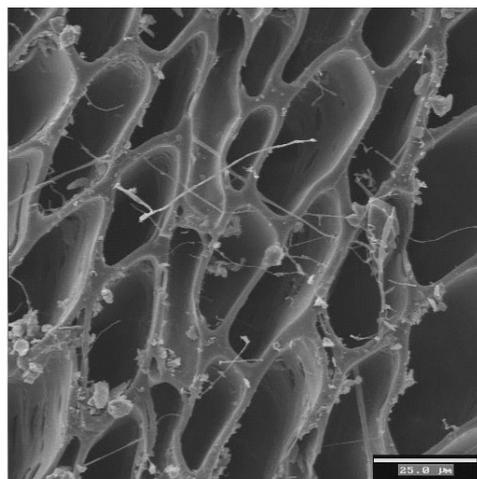


Fig. 3. Estado de los postes perimetrales del dolmen de Tres Montes (foto J. Sesma).

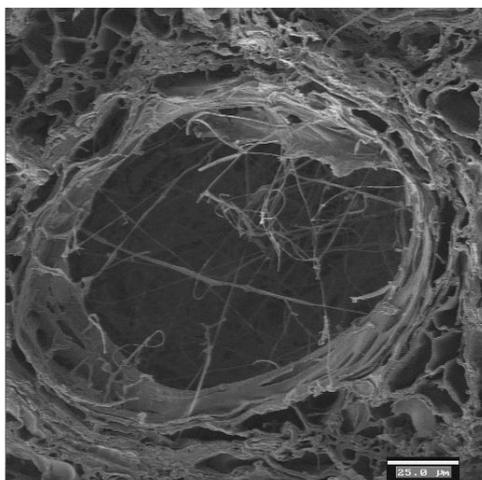
La madera que se conserva sin carbonizar presenta generalmente un avanzado estado de degradación provocada por el ataque continuo de microorganismos xilófagos (hongos, bacterias, carcoma, etc.). Éstos se alimentan de celulosa, lignina y otras sustancias, llegando a desintegrar finalmente la estructura celular vegetal y haciendo a veces difícil su identificación botánica. La



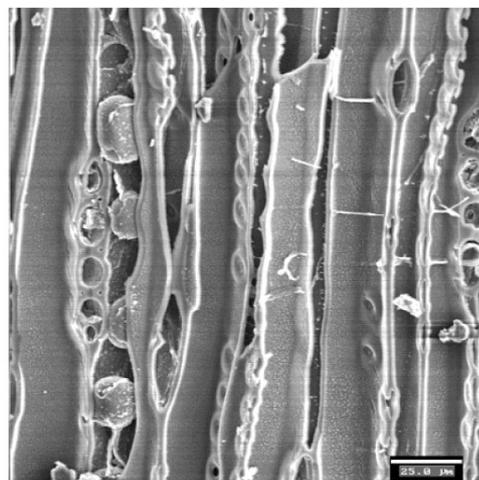
Juniperus sp. Plano longitudinal tangencial. Cabezo de la Cruz.



Pinus halepensis. Plano longitudinal tangencial. Cabezo de la Cruz.



Quercus caducifolia. Plano transversal. Segeda.



Juniperus sp. Plano longitudinal tangencial. Tres Montes.

Fig. 4. Ejemplos del ataque de microorganismos a la madera de construcción.

presencia de hongos de descomposición se observa en la existencia de los filamentos del micelio, cuyo ataque da lugar a células deformadas, con aspecto sinuoso y dentado, zonas lagunares provocadas por la fractura de las células, etc., que dan al carbón una apariencia esquelética y desestructurada (Théry, 2001; Blanchette, 2000). Por otro lado, las galerías de los insectos xilófagos son visibles a pocos aumentos y pueden alcanzar dimensiones considerables. La **figura 4** muestra algunos ejemplos del ataque de microorganismos a la madera de construcción.

MÉTODO DE RECOGIDA Y ANÁLISIS

Como se ha mostrado, incluso en los casos en que los elementos constructivos aparecen totalmente carbonizados, el estado de conservación de todos ellos puede ser dispar. En el yacimiento, es muy importante individualizar cada uno de los

elementos constructivos (postes, vigas, troncos) y documentar bien su morfología, posición, relación con otros elementos, etc., ya que durante el proceso de extracción y posterior tratamiento, puede sufrir un deterioro mayor si la conservación no es buena. Una vez en el laboratorio, y tras su determinación botánica, cada individuo es sometido al análisis dendrológico.

La Dendrología se define como la identificación y determinación de los caracteres morfológicos y taxonómicos de las especies leñosas (Kaennel y Schweingruber 1995: 72). Esta disciplina se integra en el marco de la Dendrocronología, cuya principal materia de estudio es la datación de los árboles a partir de sus anillos de crecimiento (Kaennel y Schweingruber 1995: 65). Éstos registran también una información ecológica, climática e histórica que se ha explorado sobre todo en las últimas décadas.

La Dendrología se aplica tanto al estudio de maderas conservadas de época histórica como, sobre todo a partir de los años 90, al estudio de madera o carbón prehistóricos (Bernard 1998; Marguerie 1992, 1995a y b, 1998; Marguerie y Marcoux 2001) con un doble objetivo: la obtención de una información de tipo etnográfico sobre la tala, uso y trabajo de la madera por los grupos humanos, y ecológico, con la reconstrucción de las condiciones ambientales y forestales en las que se desarrollaron los individuos estudiados.

La base del estudio dendrológico de la madera o carbón es la observación de los anillos de crecimiento de las especies vegetales. Cada uno de ellos corresponde a un año de crecimiento de la planta. Existe una relación entre la anchura de los anillos y el crecimiento anual real de la planta. El análisis dendrológico se basa en la idea de que las características fisiológicas de un árbol y su ritmo más o menos regular de crecimiento, pueden verse alterados por la acción de agentes tanto internos como externos (Munaut 1988) es decir, que además de los factores biológicos intrínsecos al propio individuo, éste se encuentra bajo la influencia de otros agentes tales como el clima, el grado de desarrollo forestal de la formación en la que se encuentra, la acción de bacterias e insectos xilófagos o la actividad antrópica, entre otros (Marguerie 1992).

Algunos de los criterios que se analizan en el análisis dendrológico son:

- ▶ *La curvatura de los anillos*, que indica si la madera procede de la parte central o exterior del tronco y si se trata de un tronco de gran calibre o una rama (Hunot 2000: 12).
- ▶ La presencia de *médula y/o corteza*, que permite conocer el diámetro de la madera, así como la estación de tala de la misma.
- ▶ La presencia de *madera de reacción*, producida por el peso de los elementos no perpendiculares al suelo, tales como ramas, troncos inclinados o encorvados, etc. (Kaennel y Schweingruber 1995).
- ▶ La presencia de *grietas radiales de contracción* o la *vitrificación de los tejidos* se producen durante el proceso de combustión, y pueden ser indicadoras del estado inicial de la madera recolectada o de las propias condiciones de la combustión (Marguerie 1992; Théry-Parisot 2001).
- ▶ La presencia de *galerías de insectos xilófagos* o de *la acción de hongos*. La discusión más interesante al respecto radica en la posibilidad de conocer el estado de la leña recolectada por los humanos, es decir, si se aprovechaba la leña

muerta del bosque. Sin embargo, la experimentación no ha logrado demostrar esta relación, ya que la contaminación de la madera se puede producir en diversas etapas de la vida del árbol, o incluso durante el periodo de almacenamiento de la leña recolectada (Théry-Parisot 2001).

- ▶ *Evidencias de trabajo antrópico de la madera*. Esta materia prima ha sido trabajada por los humanos desde época prehistórica. El perfecto estado de conservación de la madera en algunos yacimientos lacustres (Pétréquin 1989, 1997; Pétréquin y Pétréquin 1989; Bosch *et al.*, 2000) ha permitido observar directamente las marcas producidas por actividades de abatimiento de troncos, preparación o acabado de las piezas de madera.
- ▶ *La anchura media de los anillos de crecimiento* es un reflejo directo del crecimiento del individuo, y éste puede verse afectado por múltiples factores bióticos y abióticos.

EL MATERIAL DE ESTUDIO: LA MADERA DE CONSTRUCCIÓN

LA SELECCIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES

Del mismo modo que ocurre con la madera utilizada en estructuras arqueológicas cerradas y especializadas, la madera de construcción se encuentra generalmente sometida a un cuidadoso proceso de selección de las especies utilizadas. Por este motivo, estos contextos con madera de construcción no resultan representativos a nivel ecológico, ya que la recolección de la materia prima se encuentra dirigida hacia determinadas especies dependiendo de sus cualidades físicas y mecánicas. El conocimiento de las cualidades de cada tipo de madera, es decir, su densidad, su dureza, su facilidad para ser trabajada, su resistencia a condiciones de intemperie o inmersión, etc., amplían las posibilidades de utilización de este recurso.

La madera ha sido uno de los materiales orgánicos más utilizados para la construcción. Algunos testimonios excepcionales de la Prehistoria muestran ejemplos de la utilización de la madera como base de la construcción de los hábitats, en los que se aprecia un gran dominio de las técnicas constructivas y un perfecto conocimiento de las cualidades físicas y mecánicas de las especies utilizadas; entre estos ejemplos, los yacimientos litológicos neolíticos de Clairvaux-les-Lacs y Chalais (Jura) (Pétréquin, 1997), La Marmotta (Fugazzola *et al.* 1999) o La Draga (Bosch *et al.* 2000) constituyen un conjunto de registros formidables.

Una tónica general observada en los yacimientos analizados en este trabajo es la utilización de

un número muy reducido de especies vegetales para la elaboración de los elementos constructivos de mayor tamaño, tipo postes, vigas, tablas, etc.

En Tres Montes, un único taxón fue empleado para la elaboración de los postes, *Juniperus* sp., cuya selección preferente pudo ser el resultado de diversas causas, bien por las propias cualidades de la madera, como por su disponibilidad en el medio inmediato al lugar. La ausencia de otras especies vegetales en el carbón de Tres Montes impide realizar cualquier aproximación a la composición de las formaciones vegetales de la zona. Otros análisis paleobotánicos realizados en la zona señalan que, si bien es cierto que queda reflejado un medio árido y abierto, con escasa vegetación, al menos los pinos están presentes en la zona, junto a otras especies de matorral (Iriarte 1992, 2001). Sin embargo, éstos no fueron utilizados en la construcción del dolmen.

En O Castelo, se han recuperado dos tipos de carbón: fragmentos de gran calibre, procedentes probablemente de la destrucción de elementos de madera de gran tamaño, y ramitas de pequeño calibre. Entre los elementos de gran tamaño se ha identificado un solo taxón, *Quercus caducifolia* –con excepción de una pieza realizada en madera de *Fraxinus*– mientras que entre las ramitas se han identificado *Arbutus unedo*, *Erica* sp., Leguminosae, *Quercus suber* y *Salix* sp. Se ha constatado el dominio de calibres similares de las ramitas, a partir de especies de porte diferente, arbóreo y arbustivo, lo que corrobora una intencionalidad en la selección del tamaño del material utilizado. Efectivamente, de acuerdo con los datos arqueológicos disponibles para el yacimiento, estas ramitas formaban parte fundamentalmente del revestimiento de las paredes de diversas estructuras de almacenamiento (Álvarez González y López González, 2000). Las ramas eran utilizadas sin ningún tipo de tratamiento, incluso sin descortezar, únicamente eliminando las ramas secundarias, ya que no se han observado evidencias de la existencia de ramificaciones, además de seleccionarse varas rectas, uniformes y poco nudosas.

En el Cabezo de la Cruz los elementos constructivos fueron realizados en las siguientes maderas: *Pinus halepensis* (91,6 % del total), *Quercus caducifolia*, *Quercus perennifolia*, *Salix-Populus* y *Tamarix* sp., mientras que una mayor variedad de especies fueron identificadas en otros contextos arqueológicos.

Del mismo modo, en Segeda se ha recuperado madera carbonizada correspondiente a la plataforma de un "fortín" ibérico y sólo dos taxones se han identificado en esta área del yacimiento,

Pinus nigra-sylvestris y *Juniperus* sp., aunque se ha documentado una mayor variedad de especies en contextos diferentes del yacimiento, incluyendo otras especies de pino.

En general, parece que la selección de las especies a utilizar como materia prima para la construcción se realiza en base a sus cualidades y al calibre requerido, pero también se prima su disponibilidad y abundancia en el medio. Los pinos han sido frecuentemente identificados de forma dominante en los contextos de madera de construcción en el Mediterráneo (Carrión, 2005; de Pedro y Grau, 1991; de Pedro, 1998; Grau, 1992; Rodríguez Ariza, 1992). Su madera es densa y resistente, y generan fustes rectos y altos, muy adecuados para la elaboración de estructuras sustentantes o de cubiertas. En las zonas atlánticas, este rol lo encabeza el roble, como ocurre en O Castelo.

EL TRABAJO DE LA MADERA

En los yacimientos estudiados se ha identificado frecuentemente madera con claras trazas de trabajo para obtener formas diversas que se adaptaran a su funcionalidad. Expondremos algunos ejemplos claros.

En el Cabezo de la Cruz, se han identificado postes redondos y cuadrados, con bases apuntadas, que constituían la estructura constructiva de las casas (**Fig. 2**). También existen numerosas tablas, cuya función pudo ser muy variada: vigas, bancos, puertas, elementos muebles, etc. La sujeción y tal vez el ensamblaje de piezas se realizaba mediante piezas pequeñas apuntadas, tipo cuñas, halladas frecuentemente dentro de los agujeros de poste con el fin probablemente de calzar el poste (**Fig. 5**). Además se han identificado numerosos fragmentos de madera trabajados en escuadra cuya función nos es desconocida (**Fig. 6**).

En O Castelo también se han encontrado piezas escuadradas, aunque en este yacimiento el grado de fragmentación era mucho mayor, por lo que no podemos interpretar la morfología de las piezas y su funcionalidad. La observación de la dirección de los elementos anatómicos de la madera en relación a los cortes practicados en la misma pone a menudo de manifiesto la intencionalidad de éstos, en oposición a algunos que muestran fragmentación secundaria natural. En el segundo de los casos, la fractura se produce en sentido radial, provocado por la mayor debilidad de la madera a lo largo de los elementos radiales. Pero en otros casos, la existencia de un corte en sentido tangencial, o incluso intermedio entre tangencial y radial evidencia una intervención antrópica en la obtención de la superficie, ya que la madera no tiene tendencia natural a fracturar en este sentido. Los datos arqueológicos señalan

que debía tratarse de piezas tipo tablas para la cobertura de estructuras de almacenamiento, aunque no podemos descartar otras formas.

En otras ocasiones, la madera se utiliza sin trabajar las superficies, y a veces conservan la corteza. Este dato resulta de gran interés para el conocimiento de la estación de tala de la misma. Es el caso de las ramitas de pequeño calibre recuperadas en O Castelo. La **figura 7** representa la posición del anillo, en el leño final o inicial, con respecto a la corteza, según taxones. Las ramas de *Arbutus unedo* han sido recogidas casi en su totalidad durante la estación desfavorable para el desarrollo de la planta. Lo contrario ocurre con *Erica sp.*, donde predomina claramente la posición de las cortezas en la madera inicial. En Leguminosae y *Quercus caducifolio* hay un predominio de cortezas en la madera final, aunque la relación está más igualada. La existencia de madera cortada en diferentes épocas del año nos informa de una actividad prolongada en el tiempo, tal vez intencionadamente, para obtener diferente grado

de flexibilidad de la madera o tal vez como consecuencia del almacenamiento de la madera, ya que la construcción exige una cierta planificación. Desde la antigüedad, se tenía un perfecto conocimiento de las diferentes cualidades de la madera según fuera ésta cortada en una u otra estación (Vitrubio, 1982).

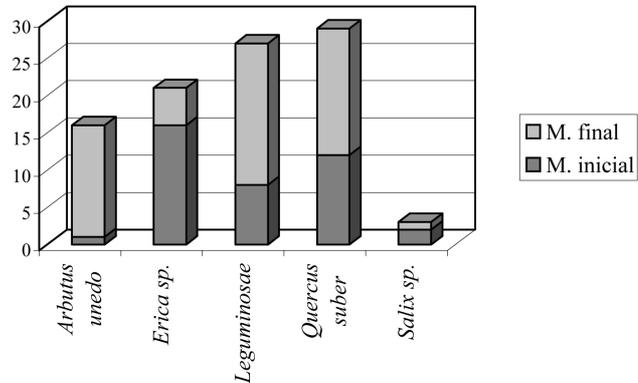


Fig. 7. Estación de tala de las ramitas de O Castelo a partir de la posición de la corteza en el anillo de crecimiento.



Fig. 5. Pieza de madera trabajada en forma de cuña del Cabezo de la Cruz.

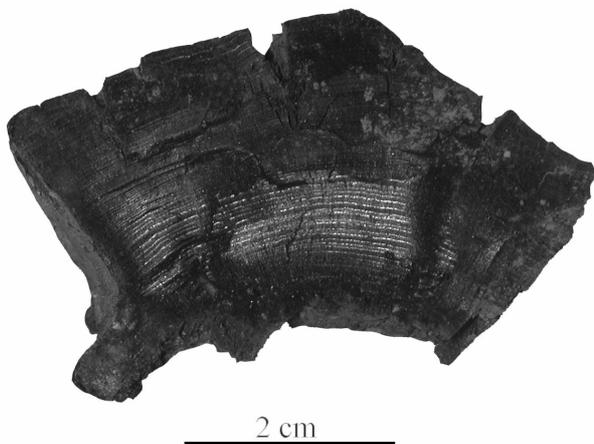


Fig. 6. Pieza de madera trabajada en escuadra del Cabezo de la Cruz.

LA MEDICIÓN DE LOS ANILLOS

La anchura de los anillos de crecimiento es uno de los criterios que puede aportar la información más interesante acerca del medio en el que fue recolectada la madera y de las condiciones climáticas imperantes, así como de los patrones de explotación del bosque. La competencia inter- e intraespecífica dentro de una formación vegetal influye en gran medida en el crecimiento individual. Así, en el seno de una formación densa, donde la competencia por el acceso a los recursos (luz, suelo, agua, etc.) es alta, el crecimiento será más limitado, y generará anillos de crecimiento estrechos. Por el contrario, dentro de una formación abierta donde esta competencia se reduce, los individuos ven aumentada su capacidad de crecimiento en grosor, lo que dará lugar a anillos más anchos. Los factores humanos (explotación intensiva de las formaciones vegetales, tala sistemática de ramas, etc.) también son fundamentales en el ritmo de crecimiento del individuo.

La medición de la anchura de los anillos de crecimiento se realiza sobre un banco de medidas dendrocronológicas, que permite realizar un desplazamiento sobre la superficie de la madera o carbón con precisión de 0,01 mm. En la base de datos queda registrado el número de anillos y la anchura de cada uno de ellos.

A continuación presentamos tres ejemplos de estudios llevados a cabo en los yacimientos de Tres Montes, Cabezo de la Cruz y O Castelo, donde se han realizado mediciones de los anillos

de crecimiento de varias muestras. Queremos destacar sobre todo algunas evidencias interesantes que proporcionan información sobre la explotación humana del medio vegetal, así como de ciertas condiciones medioambientales que han quedado reflejadas en el crecimiento de los individuos.

LOS SIGNOS CLIMÁTICOS

En Tres Montes, se ha realizado un análisis dendrológico sobre 11 muestras recuperadas de los postes perimetrales del dolmen. Cada muestra corresponde a un individuo, aunque el índice de fragmentación era elevado en todos los casos y se han realizado mediciones de varios fragmentos de cada uno.

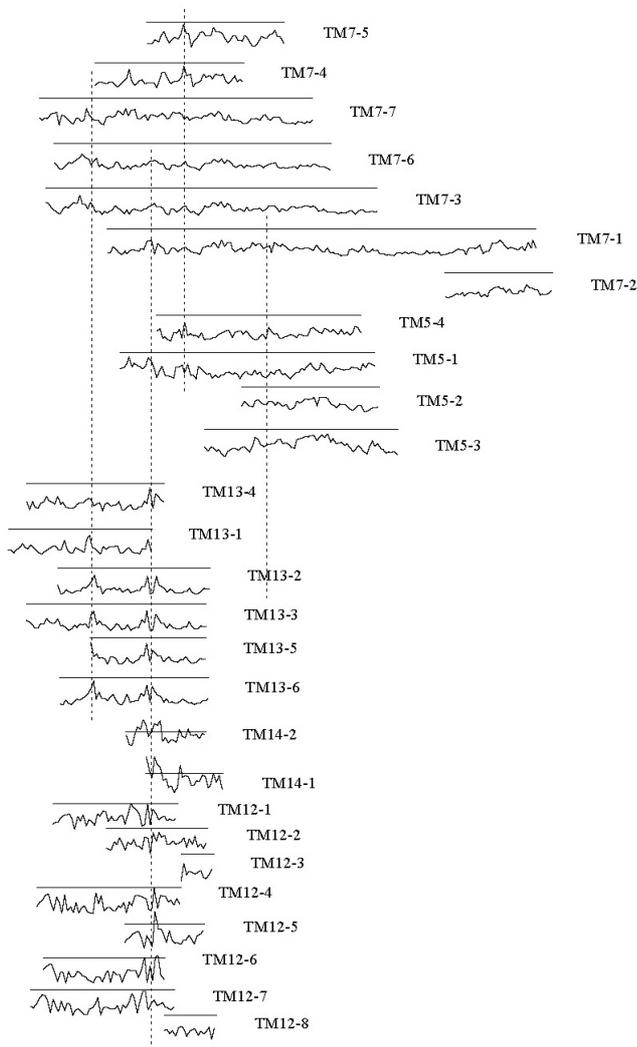


Fig. 8. Montaje dendrológico de Tres Montes.

El montaje dendrológico formado por las muestras 5, 7, 12, 13 y 14 (**Fig. 8**) presenta como característica común de todas las curvas un índice de crecimiento muy bajo, que se pone especialmente de manifiesto en la parte final

de las curvas más largas. Por ejemplo, TM7-1, TM7-3 y TM7-6, sobrepasan los 100 anillos/años y reflejan perfectamente la progresiva disminución del crecimiento de los individuos. La disminución generalizada del crecimiento de los individuos, visible sobre todo en las muestras TM7 y TM5, puede tener causas climáticas (Marguerie, 1992). Según algunos autores, se ha comprobado que el índice de precipitaciones es uno de los principales factores que determinan un crecimiento de los individuos extremadamente bajo. Un estudio llevado a cabo por Esper (2000) sobre *Juniperus* en Pakistán dio como resultado valores de crecimiento entre 0,24 y 0,42 mm para los individuos situados en alta montaña, contrastando con el mayor crecimiento de aquéllos situados en los fondos de valle. La sensibilidad de *Juniperus* a la falta de precipitaciones se hacía más patente en las curvas largas (Esper 2000: 256). Del mismo modo, también la temperatura influye sensiblemente en el crecimiento de los enebros que crecen bajo condiciones ambientales extremas (Esper 2000: 259). Las Bardenas Reales se caracterizan precisamente por un singular régimen de precipitaciones, destacando la gran variabilidad interanual y una torrencialidad muy importante, con su máximo en primavera. También las temperaturas anuales varían considerablemente, pudiendo darse en verano contrastes de hasta 45° de diferencia entre el día y la noche (Elósegui y Ursúa 1994: 17-19).

LA EXPLOTACIÓN CÍCLICA DEL BOSQUE

Generalmente, una estructura de las curvas con varias caídas importantes de crecimiento, seguidas cada una por un pico que asciende de forma más brusca, es característica de una explotación antrópica del medio de forma cíclica. La caída del crecimiento progresiva indica el estrés que sufren los individuos por influencia antrópica, que puede ser resultado por ejemplo de la tala sistemática de ramas secundarias, de descortezado, etc. El primer año de recuperación del ritmo de crecimiento del individuo se manifiesta en un gran pico. Hemos identificado este patrón de crecimiento en los casos que presentamos a continuación.

La muestra C27.97.56 de O Castelo se tomó de una zona adosada al interior de la muralla. Presentaba un altísimo índice de fragmentación, pero se cree que podría haber formado parte de algún elemento constructivo o de refuerzo en el interior de la muralla, aunque no se descarta que procediera de otro tipo de estructura arrasada (un silo, por ejemplo, dada la gran cantidad de semillas dispersas que se hallaron en el sector). En cualquier caso, el análisis dendrológico puede resultar útil para comprobar si todos los fragmentos procedían de un mismo tronco, o si el material tiene procedencia diversa como resultado del arrastre. Se

midieron 28 fragmentos de carbón de esta muestra, de calibre diverso (el máximo radio conservado era de algo más de 55 mm). El ritmo de crecimiento era muy irregular, ya que a simple vista se podía observar una sucesión más o menos cíclica de grupos de anillos muy estrechos y anchos.

Las 28 curvas obtenidas han dado lugar a 6 curvas medias (56-M1 a 56-M6), algunas de las cuales se solapan claramente (**Fig. 9**). En las medias, aparecen al menos tres picos de crecimiento significativos (en los años 23, 36 y 42, señalados con flechas), que permiten correlacionarlas perfectamente. Con estas tres curvas se ha obtenido otra media (56-Q2), que cubre un total de 57 anillos/años. A partir de las otras curvas se ha obtenido la media 56-Q1, con un total también de 57 anillos/años. Por lo tanto, en esta muestra tenemos representada la madera de dos individuos; la coincidencia de los picos y caídas del crecimiento en las curvas permite afirmar que éstos fueron obtenidos en el seno de una misma formación.

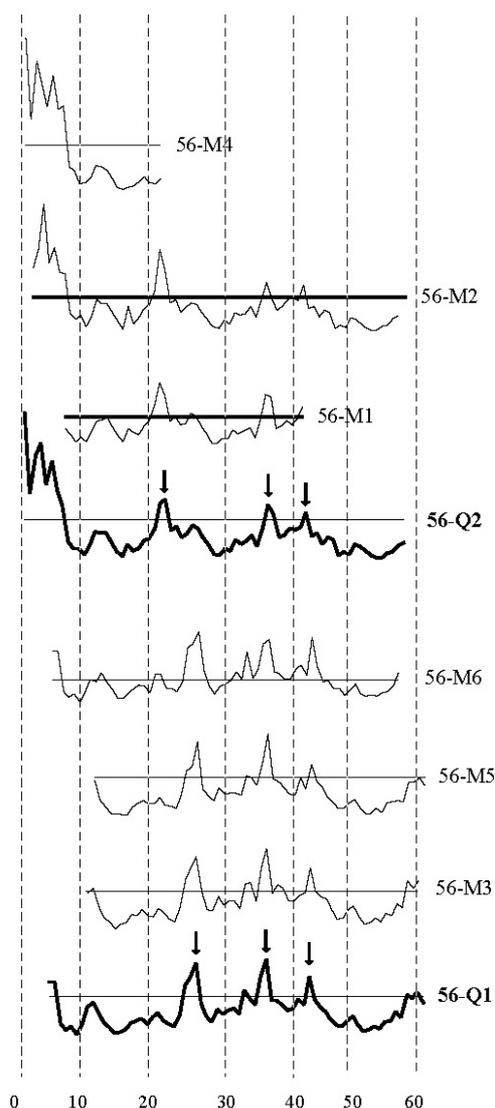


Fig. 9. Montaje dendrológico de O Castelo.

En el Cabezo de la Cruz se han obtenido básicamente dos montajes dendrológicos (**Fig. 10**) a partir de 31 muestras (además de otras muestras con series más cortas que no han podido ser correlacionadas). Las enormes fluctuaciones observadas en las curvas del montaje 1 se pueden deber a un crecimiento más irregular en los primeros años del individuo, pero en las curvas más largas, a una explotación intensiva de la formación vegetal por parte de los grupos humanos. En muchos casos se observa una caída muy importante del crecimiento que parece marcar una tendencia cíclica, cada 3-4 años (se han numerado algunos ejemplos de esta dinámica). Esto podría corresponder a una explotación de ramas jóvenes del individuo, para obtención de leña, por ejemplo, como se ha comprobado en la abundancia de madera de este calibre en las estructuras domésticas del poblado.

El montaje 2 muestra otra tendencia diferente. En este caso, el crecimiento de los individuos marca una dinámica progresiva de descenso, hasta valores muy por debajo de 1 mm. Algunas de estas muestras corresponden a madera más adulta, es decir, con una curvatura más débil, pero otras comienzan igualmente desde la médula, de manera que, en comparación con el montaje 1, es posible que estas muestras se hayan tomado en el seno de otra formación más o menos cercana a la anterior. Por otro lado, es posible que estas muestras se recolectaran en un momento de mayor densidad de las formaciones vegetales, en cuyo caso, la competencia entre los individuos limita visiblemente su crecimiento en grosos, primando su crecimiento en altura.

Esto añade una información diacrónica muy interesante. Aunque la asignación cronológica se encuentra actualmente en proceso de estudio -pendiente de las aportaciones del estudio de materiales- algunas de las muestras que componen el montaje 2 se atribuyen al Bronce Final e inicios de la Edad de Hierro es decir, algo anteriores al resto de muestras correspondientes a época ibérica, por lo que podríamos estimar la presencia de bosques menos degradados.

CONCLUSIONES

Desde la Prehistoria, la construcción en madera ha quedado documentada en el registro antracológico. Los análisis antracológicos parecen indicar que las necesidades de materia prima se solían cubrir con especies cercanas al yacimiento, aunque también se constata una selección de las mismas en base a sus cualidades físicas y mecánicas, dependiendo del fin a que éstas fueran destinadas. En este sentido, la madera y carbón procedentes de actividades constructi-

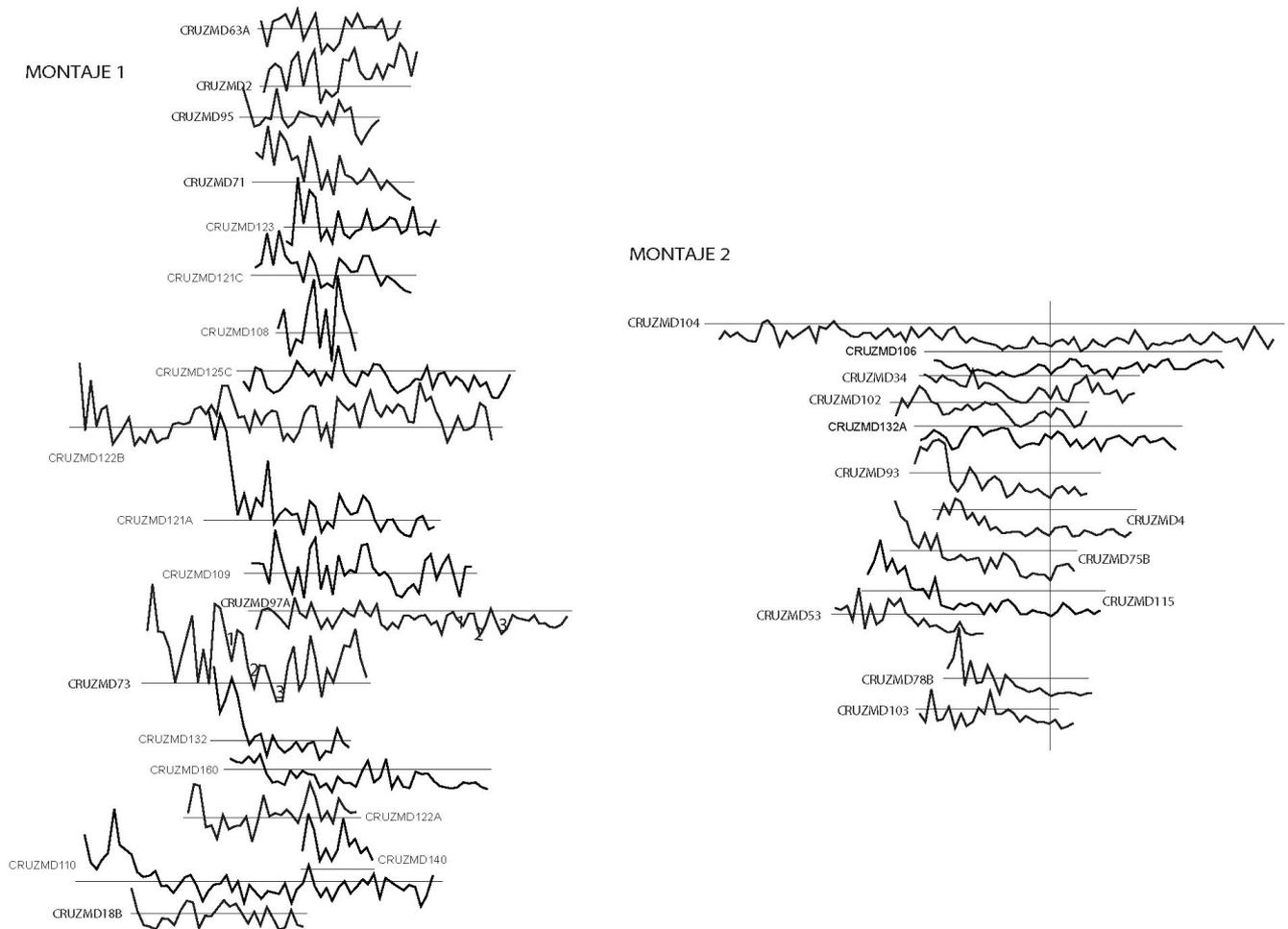


Fig. 10. Montajes dendrológicos del Cabezo de la Cruz.

vas no resulta un buen indicador ecológico, ya que no todas las especies resultan igual de valoradas para este fin.

La recolección de madera para la construcción debió de constituir una actividad programada y prolongada, sin descartar el eventual almacenamiento de la misma; la frecuente presencia y avanzado ataque de microorganismos nos permite inferir en estas cuestiones, aunque la propia vida de las estructuras constructivas (en contacto con la humedad del suelo, la intemperie, etc.) también facilitan este ataque.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ GONZÁLEZ, Y. y LÓPEZ GONZÁLEZ, L.F. 2000. "La secuencia cultural del asentamiento de Laias: evolución espacial y funcional del poblado". En Oliveira Jorge, V. (Coord. Geral), Berrocal-Rangel, L., Bettencourt, A.M^a., Correia, V.H., Fernández-Posse, M^a.D. y Sánchez-Palencia, F.J. (Coords.) Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, Vila-Real, Portugal, Setembro de 1999. Vol. 5 Proto-História da Península Ibérica: 523-532.
- BERNARD, V. 1998. "L'homme, le bois et la forêt dans la France du nord entre le Mésolithique et le haut Moyen Age". BAR International Series, 733. 190 pp. Oxford.
- BLANCHETTE, R.A. 2000. "A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments". International Biodeterioration & Biodegradation, Volume 46, Issue 3: 189-204.

- BOSCH I LLORET, A., CHINCHILLA SÁNCHEZ, J. y TARRÚS I GALTER, J. (Coords.). 2000. "El poblado lacustre neolítico de La Draga. Excavacions de 1990 a 1998". Monografies del CASC 2. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya. 296 pp. Girona.
- BOURQUIN-MIGNOT, C., BROCHIER, J.-E., CHABAL, L., CROZAT, S., FABRE, L., GUIBAL, F., MARINVAL, P., RICHARD, H., TERRAL, J.F. e RHÉRY, I. (1999) "La botanique" Collection Archéologiques. Ed. Errance. 208 pp. Paris.
- CARRIÓN MARCO, Y. 2005. "La vegetación mediterránea y atlántica de la península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas". Trabajos Varios del S.I.P., 104. 314 pp.
- DE PEDRO MICHÓ, M.J. 1998. "La Llama de Betxí (Paterna, Valencia). Un poblado de la Edad del Bronce". Serie de Trabajos Varios del S.I.P., nº 94. Diputación Provincial de Valencia. 316 pp.
- DE PEDRO MICHÓ, M.J. y GRAU ALMERO, E. 1991. "Técnicas de construcción en la Edad del Bronce: la Llama de Betxí (Paterna, Valencia)". IInd Deià Conference of Prehistory, vol. I: Archaeological Techniques and Technology, Tempus Reparatum, BAR Internacional Series, 573: 339-353. Oxford.
- ELÓSEGUI ALDASORO, J. y URSÚA SESMA, C. 1994. "Las Bardenas Reales". Fondo de publicaciones del Gobierno de Navarra. 63 pp.
- ESPER, J. 2000. "Long-term tree-ring variations in *Juniperus* at the upper timber-line in the Karakorum (Pakistan)". The Holocene, 10 (2): 253-260.
- FUGAZZOLA DELPINO, M.A., D'EUGENIO, G. y PESSINA, A. 1999. "Le Néolithique ancien et moyen de l'Italie centro-orientale". En J. Vaquer (Dir.) Le Néolithique du Nord-Ouest Méditerranéen. Actes du XXIV^e Congrès Préhistorique de France, Carcassonne, 26-30 Septembre 1994: 25-34.
- GRAU, E. 1992. "El uso de la madera en yacimientos valencianos de la Edad del Bronce a época visigoda. Datos etnobotánicos y reconstrucción ecológica según la antracología". Tesis Doctoral. Universitat de València.
- HUNOT, J.-Y. 2000. "Les restes de bois carbonisés provenant de constructions médiévales angevines". Mémoire complémentaire, Université de Rennes 2, DEA ART, 40 pp.
- IRIARTE, M.J. 1992. "El entorno vegetal en las Bardenas Reales (Navarra) durante la Prehistoria reciente". Cuadernos de Sección. Historia, 20: 359-367. Eusko Ikaskuntza, Donostia.
- IRIARTE, M.J. 2001. "Un caso paradigmático de antropización del medio vegetal. El poblado de la Edad del Bronce de Puy Águila I (Bardenas Reales, Navarra)". Trabajos de Arqueología Navarra, 15: 123-136. Pamplona.
- KAENNEL, M. y SCHWEINGRUBER, F.H. 1995. "Multilingual Glossary of Dendrochronology". 467 pp. Switzerland.
- MARGUERIE, D. 1992. "Evolution de la végétation sous l'impact humain en Armorique du Néolithique aux périodes historiques". Travaux du Laboratoire d'Anthropologie de Rennes, nº 40, 313 pp.
- MARGUERIE, D. 1995a. "L'état du milieu forestier durant la Protohistoire et l'Antiquité en Bretagne. L'apport de l'antracologie". En J.Cl. Beal (Ed.) L'arbre et la forêt, le bois dans l'Antiquité. Publications de la Bibliothèque Salomon-Reinach. Université Lumière-Lyon 2, VII: 27-33. Paris.
- MARGUERIE, D. 1995b. "Paléoenvironnement des monuments mégalithiques de Saint-Just. Les études archéobotaniques". En J. Briard, M. Gautier y G. Leroux (Dir.) Les mégalithes et les tumulus de Saint-Just (Ile-et-Vilaine) : évolution et acculturation d'un ensemble funéraire. Ed. du Comité des Travaux historiques et scientifiques: 128-142. Paris.
- MARGUERIE, D. 1998. "Les charbons de bois". En G. San Juan y J.-L. Dron. Le site néolithique moyen de Derrière-les-Près à Ernes (Calvados). Extrait de Gallia Préhistorique, 39, 1997: 151-237. CNRS Editions, Paris.
- MARGUERIE, D. y MARCOUX, N. 2001. "Environnement des sépultures de l'Age du Bronze de Balchoikazhbaievo (Oural, Russie)". Revue d'Archéologie de l'Ouest, supplément nº 9: 241-243.
- MUNAUT, A.-V. 1988. "Les cernes de croissance des arbres (la dendrochronologie)". En L. Genicot (Dir.) Typologie des sources du Moyen-Age occidentale, B III-2 (53): 1-51. Brepols Turnhout-Belgium.
- PÉTREQUIN, P. (Dir.). 1989. "Les sites littoraux Néolithiques de Claivaux-les-Lacs (Jura). II Le Néolithique Moyen". Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme Paris. 508 pp.
- PÉTREQUIN, P. (Dir.). 1997. "Les sites littoraux Néolithiques de Claivaux-les-Lacs et de Chalain (Jura). III Chalain Station 3. 3200-2900 av.J.C". Vol. 1 y 2. Paris. 765 pp.
- PÉTREQUIN, P. y PÉTREQUIN, A.-M. 1989. "Habitat lacustre de Bénin. Une approche ethno-archéologique". Éditions Recherche sur les Civilisations. Paris. 214 pp.
- RODRÍGUEZ ARIZA, O. 1992. "Human-plant relationships during the Copper and Bronze Age in the Baza and Guadix basins (Granada, Spain)". Bulletin de la Société Botanique de la France, 139. Actualités botaniques (2/3/4): 451-464. Paris.
- THÉRY-PARISOT, I. 2001. "Économie des combustibles au Paléolithique. Expérimentation, taphonomie, antracologie". Dossier de Documentation Archéologique, nº 20. CNRS Éditions. 195 pp.
- VITRUBIO, M.L. (traducción directa del latín por Blázquez, A.). 1982. "Los diez libros de Arquitectura". Ed. Iberia. Barcelona. 301 pp.