

LA SEQÜÈNCIA CRONO-CULTURAL DE LA PREHISTÒRIA CATALANA. ANÀLISI ESTADÍSTICA DE LAS DATACIONES RADIOMÈTRIQUES DE L'INICI DE L'HOLOCÈ A L'EDAT DEL FERRO

Cronologia, radiocarboni, prehistòria, protohistòria, Catalunya

Joan A. Barceló*

Este artículo presenta un análisis estadístico de las 559 dataciones C14 disponibles para la parte final de la prehistoria del nordeste de la Península Ibérica (12.000-750 cal ANE). Todas las dataciones han sido calibradas con la última versión publicada de la curva de calibración (Intcal04) y se ha estudiado la significación estadística de la posible contemporaneidad de los diferentes contextos arqueológicos. Igualmente, se ha analizado e interpretado la presencia de discontinuidades a las secuencias fechadas. Aunque la mayoría de los resultados son históricamente plausibles, hay que tener presente que la baja calidad y representatividad de muchas de las dataciones, así como la poca información arqueológica relevando sobre los contextos arqueológicos de las muestras, hace que este estudio tenga más un valor exploratorio que confirmatorio.

Cronologia, radiocarbono, Prehistoria, Protohistoria, Cataluña.

This paper presents the statistical analysis of the 559 available C14 datings for the final part of prehistory of the northeast of the Iberian Peninsula (12.000-750 cal ANE). All datings have been calibrated with the last published version of calibration curve (Intcal04) and the statistical signification of the possible contemporaneity of the different archeologic contextes has been studied. In the same way, it has been described and explained the presence of discontinuities in the chronological sequences. Even though the majority of the results are historically plausible, the low quality and poor reliability of many of the datings, as well as the lack of relevant archeologic information about the archeologic contexts of the samples makes this study rather exploratory more that confirmatory.

Chronology, Radiocarbon, Prehistory, Protohistory, Catalonia.

Cet article présente une analyse des 559 dataciones C14 disponibles pour la préhistoire du nord-est de la Péninsule Ibérique (12.000-750 cal ANE). Toutes les dataciones ont été calibrées à l'aide de la dernière version publiée de la courbe de calibration (Intcal04), la signification statistique de l'éventuelle contemporanéité des différents contextes archéologiques ayant été étudiée. La présence de discontinuité dans les séquences datées a également été examinée. Bien que la plupart des résultats soient historiquement plausibles, il convient de prendre en compte le fait que la faible qualité et représentativité de nombreuses dataciones, ainsi que la rareté des informations archéologiques significatives sur les contextes archéologiques des échantillons, fait que cette étude ait davantage une valeur exploratoire que confirmatoire.

Chronologie, Radiocarbonate, Préhistoire, Protohistoire, Catalogne.

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LES DADES CRONOMÈTRIQUES DE CATALUNYA

MOSTRES ANALITZADES

Han estat analitzades un total de 559 datacions de C14, així com 118 datacions absolutes obtingudes per

altres mètodes cronomètrics (Urani/Tori, termoluminescència). Les datacions procedeixen de mostres d'un total de 157 jaciments. Això ha permès disposar d'un jaciment datat cada 200 km². La situació ha millorat clarament pel que fa als treballs de sistematització publicats a finals dels anys 90 (Castro *et al.* 1996). Així,

* Universitat Autònoma de Barcelona. <http://antalya.uab.cat/prehistoria/Barcelo>

per exemple, per als aproximadament tres mil anys de durada del "neolític", disposem avui de 54 jaciments datats i un total de 177 datacions, el que equivaldria a 1 jaciment datat cada 590 km², i 1 datació cada 17 anys pel total del territori. En el cas dels aproximadament mil anys de durada del període anomenat "edat del bronze", només es disposa de 1 jaciment datat cada 817 km², però 1 datació cada 6 anys. Pel contrari, períodes més antics i molt més llargs, com els possibles 12.000 anys de durada del "gravetià"¹, només disposem d'un lloc datat cada 7000 km². En part, aquests valors poden estar relacionats amb la baixa densitat d'ocupació humana a diferents períodes del passat, però la proporció de jaciments arqueològics datats/jaciments arqueològics excavats als últims 25 anys és tan baixa, que aquestes diferències no assenyalen més que les insuficiències de la investigació i l'escassa sistematització de les dades¹.

També és molt irregular la disponibilitat de datacions cronomètriques a nivell regional. Hem utilitzat les 8 Regions Forestals de Catalunya² (Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya 2008, <http://www.creaf.uab.es/iefc/>) (Fig. 1). Destaquem la gran quantitat de mostres datades procedents de l'àrea litoral/prelitoral central (Regió 5, comarques de Barcelona), cosa que relacionem amb la quantitat d'excavacions arqueològiques

recents, a causa de noves construccions i obres públiques. La conseqüència negativa és que regions com l'Alt Urgell/Ribagorça/Pallars (Regió 1), o les comarques meridionals (Regió 6, Regió 7) estan molt menys estudiades (Fig. 1).

Predominen les datacions pel mètode estàndard sobre mostres de carbó, però són escasses les mostres de vida curta, com ara les llavors datades amb procediments d'alta precisió (AMS) (Fig. 2).

Aquesta irregularitat de les dades posa de manifest la relativa qualitat de la informació cronomètrica disponible. Si descomptem unes poques excepcions, les datacions s'han realitzat a l'atzar, sense una adequada planificació arqueològica i històrica d'allò que es volia datar. Com si contar amb datacions fos una exigència formal que havia d'emplenar-se obligatòriament, i no el resultat d'un acurat projecte d'investigació amb uns objectius ben plantejats. La informació històrica que puguem extreure de l'anàlisi de les dades estarà afectada, per tant, per la poca qualitat i representativitat de les datacions. Certs fets històrics estaran millor datats i la seva durada podrà fixar-se de manera més precisa que uns altres. Afortunadament, en alguns casos, els fets arqueològics han estat coherentment estudiats i les datacions realitzades permeten conclusions rellevants.

66

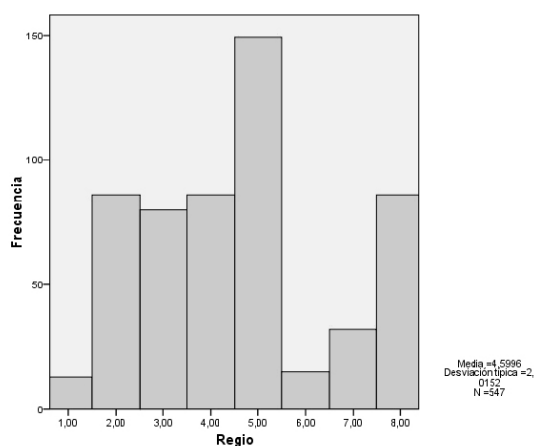


Figura 1. Datacions C14 dividides per regions.

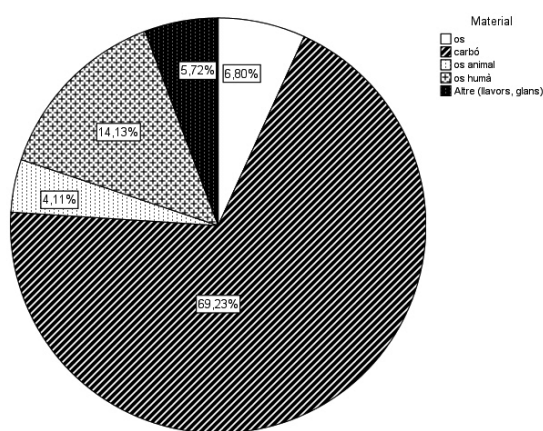


Figura 2. Tipus de mostres datades.

1.- En aquest article hem limitat l'anàlisi de les datacions de contextos arqueològics a partir de l'inici de l'Holocè. Una versió completa amb totes elles, des del 45.000 fins al 650 ANE, pot trobar-se a <http://antalya.uab.cat/prehistoria/Barcelo/publication/C14.pdf>

2.- REGIO 1. Alt Urgell, Alta Ribagorça, Pallars Jussà, Pallars Sobirà, vall d'Aran; REGIO 2. (Andorra), Cerdanya, Garrotxa, Osona, Ripollès; REGIO 3. Alt Empordà, Baix Empordà, Gironès, Pla de l'Estany, Selva; REGIO 4. Anoia, Bages, Bergadà, Solsonès; REGIO 5. Alt Penedès, Baix Llobregat, Barcelonès, Garraf, Maresme, Vallès Oriental, Vallès Occidental; REGIO 6. Alt Camp, Baix Camp, Baix Penedès, Conca de Barberà, Tarragonès; REGIO 7. Baix Ebre, Montsià, Priorat, Ribera d'Ebre, Terra Alta; REGIO 8. Les Garrigues, Noguera, Pla d'Urgell, Segarra, Segrià.

L'ESTUDI ESTADÍSTIC DE LES DATACIONS. GENERALITATS

No existeix una forma normalitzada d'analitzar un conjunt de datacions. En els últims anys s'han publicat diversos intents de sistematització en diverses regions, tant de Catalunya (Martín/Mestres 1996; Mestres/Martín 2002), de la Península Ibèrica (Castro *et al.* 1996; Micó 2005; entre d'altres), com d'altres regions europees, si bé en general solen estudiar-se només períodes molt concrets, relativament curts. A l'article precedent publicat en aquest mateix volum s'han detallat els diferents supòsits conceptuals i les diferents estratègies analítiques que es poden i s'haurien d'adoptar per a un estudi de sistematització. En aquest segon treball, es parteix de la manca de supòsits cronològics previs sobre la periodització arqueològica del nord-est de la Península Ibèrica. El propòsit ha estat "fer parlar" a les datacions i només una vegada els diferents intervals han estat integrats, s'han extret conclusions i s'ha comparat amb la bibliografia existent. Per aquesta raó, els resultats no han de ser considerats, en cap cas, com conclusius. Les datacions disponibles "suggerixen determinats intervals de durada i vigència, però aquests suggeriments s'haurien de contrastar amb informació arqueològica rellevant.

S'han analitzat totes les datacions, al marge del seu ajustament o no amb un marc de referència preexistent. Òbviament s'han utilitzat filtres i s'han seleccionat datacions, però aquesta selecció s'ha pretès que fos el més neutra possible. És a dir, no s'han rebutjat datacions que semblessin "aberrants", sinó tan sols aquelles que tinguessin desviacions estàndards massa altes (més de 100 anys de mitjana). En el cas del final de l'edat del bronze només s'han retingut les datacions amb desviacions típiques menors de 80 anys. La raó de les variacions en aquest filtre (200, 100 ó 80) són pràctiques: en alguns períodes, si érem massa selectius ens quedaven sense datacions per analitzar (cas dels períodes més antics). En d'altres casos era necessari que l'error sistemàtic fos el menor possible, especialment quan es comparava amb les hipòtesis prèvies de duració de les fases i seqüències arqueològiques, moltes d'elles, inferiors als 100 anys a partir del bronze final.

D'acord amb els fonaments metodològics exposats a l'article anterior, no s'ha buscat datar "de manera absoluta" fets puntuals, sinó que s'han integrat els intervals de confiança del 95% de totes les datacions seleccionades, amb la finalitat d'obtenir un nou interval de confiança (suma de probabilitats) per un període definit hipotèticament. Excepte casos molt concrets no s'han considerat els intervals del 68%. Atès que la precisió i quantitat d'informació sobre els fets arqueològics datats és molt dubtosa a la majoria d'ocasions, si augmentem l'error de calibratge buscant un interval més

reduït i ho afegim al soroll propi i errors de mesura repartits per tota la base de dades, mai augmentarem la precisió, sinó que, pel contrari, estarem construint una periodització basada en l'acumulació d'errors. Per la mateixa raó no s'han diferenciat les datacions sobre distints materials (carbó, os, etc.), ni per tipus de mètode analític (estàndard o AMS). La major precisió que s'hagués obtingut en el cas de limitar la comparació estadística a un únic tipus mostra estaria per sota de la precisió resultant de calibrar les datacions i sumar les diverses datacions d'un mateix període. Els assajos realitzats han demostrat que els avantatges eren molt reduïts, i que la disminució en el nombre de datacions hagués afectat a la representativitat dels resultats.

És obvi que s'hauria d'haver anat molt més allà en el procés de filtrat i selecció, així com en la integració de la informació estratigràfica. D'una banda, la base de dades és molt irregular i mancada de informació concreta sobre la qualitat de la informació contextual. Aquesta la podem obtenir a partir de la bibliografia que acompanya a la base de dades, o preguntant directament a arqueòlogues i arqueòlegs responsables dels treballs de camp i analítiques. Per qüestions de temps no s'ha pogut fer aquest treball que, insisteixo seria de gran importància. Per aquesta raó no s'ha realitzat un enfocament bayesià que integrés la informació estratigràfica, la contextual i la cronològica. Els resultats són, per tant, preliminars i s'han de considerar amb extrema cautela i depenen de la qualitat de les dades disponibles. No obstant això, a l'emfatitzar l'ús d'estratègies d'anàlisi objectives, sense seleccionar subjectivament les datacions que millor convenen a determinada hipòtesis s'obté una imatge bastant coherent del desenvolupament crono-cultural.

MARC GENERAL CRONOLÒGIC

Crida l'atenció el caràcter discontinu del rang cronològic per al període anterior al 15.000 cal A.N.E. Encara que es disposen de mostres datades per als períodes 43.000-38.000 cal ANE, de gran interès per a respondre determinades qüestions històriques rellevants per al coneixement del "paleolític", per diferents raons ens hem vist obligats a no incloure la seva anàlisi en aquest article (vegis nota 1).

Però fins i tot, la irregularitat és la norma per a les datacions disponibles posteriors als inicis de l'Holocè. El problema torna a ser, una vegada més, que les datacions no s'han obtingut de manera planificada i coherent, intentant situar en el temps determinats esdeveniments històrics, sinó que s'han datat incoherentment unes poques mostres arqueològiques en no molts llocs. El resultat és que certs moments estan millor documentats que uns altres. Determinats intervals de la

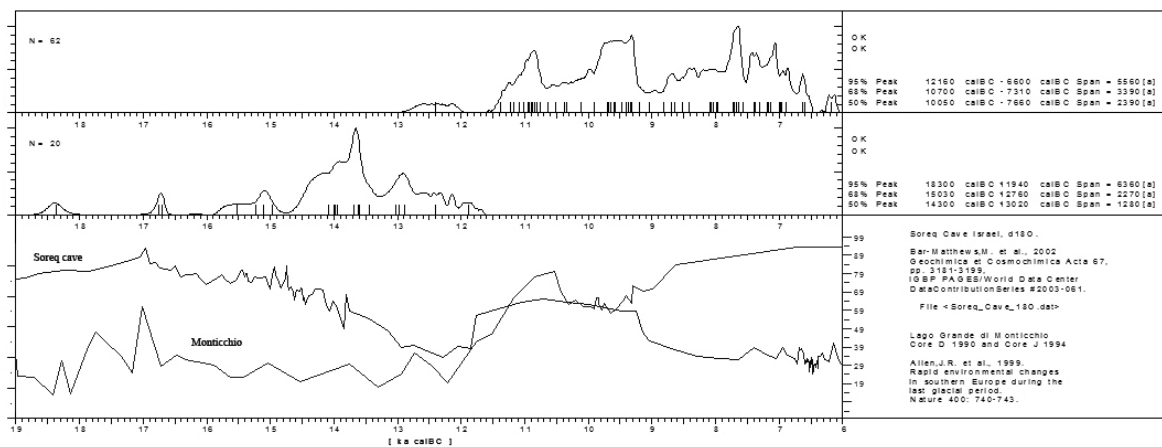


Figura 3. Suma geomètrica de les funcions de densitat de probabilitat de les datacions disponibles del període 18000-12000 cal. A.N.E. (Magdalenià) i 12000-6000 (Epipaleolític/Mesolític). (programa CalPal2007, Weninger et al. 2008a, 2008b).

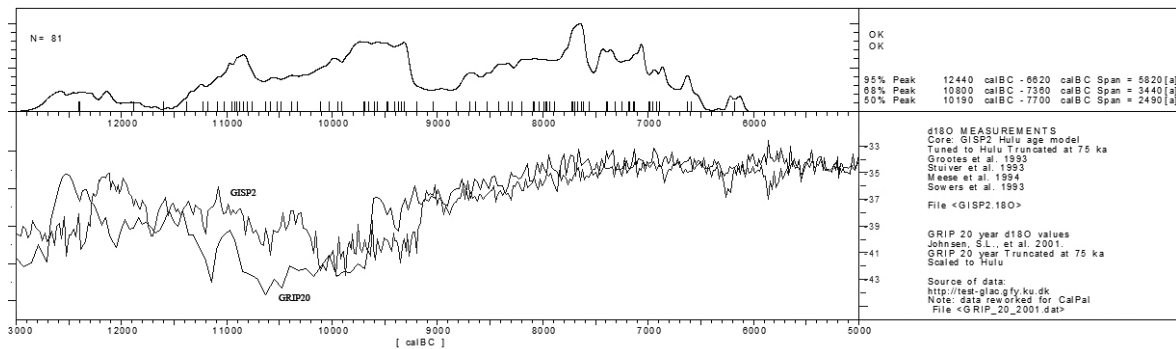


Figura 4. Suma geomètrica de les funcions de densitat de probabilitat de les datacions disponibles del període 12000-6000 cal A.N.E. (Epipaleolític/Mesolític). (programa CalPal2007, Weninger et al. 2008a, 2008b).

68

sèrie estan insuficientment documentats, ja sigui per l'absència puntual de registre arqueològic en determinats moments històrics –el que suposa una dada històrica en si mateix– o per inconsistències en la investigació arqueològica. El principal problema amb les datacions disponibles és l'heterogènia representació de les diferents zones geogràfiques. Així per exemple, l'absència de datacions dels moments més antics de la prehistòria a l'Alt Urgell/Ribagorça/Pallars (Regió 1), no pot dur-nos a pensar que aquesta regió hagi estat ocupada només tardanament, sinó que falten intervencions arqueològiques en aquesta regió. El mateix es podria dir per a la regió 6, de les Terres d'Ebre, on falten datacions dels moments recents.

EL PERÍODE 12.000-6.000 CAL ANE

Es tracta del moment de la transició a l'holocè, de gran importància per a l'estudi del final de les societats

caçadores - recol·lectores. A la seqüència radiomètrica, la transició al magdalenià - epipaleolític/mesolític, és relativament clara en termes cronològics, situant-se al voltant del 13.000-12.000 cal ANE i sembla estar correlacionada amb importants modificacions climàtiques i ecològiques, tal com demostra la correlació de les sèries cronològiques arqueològiques i paleoambientals del mediterrani procedents de Soreq Cave i llac Monticchio (Fig. 3).

Dintre ja del que se sol denominar epipaleolític i mesolític, la sèrie radiomètrica és característicament discontinua (Fig. 4), però no sempre les discontinuïtats ens permeten distingir els moments d'inici i final de períodes o fases. Cal destacar la important caiguda a la probabilitat acumulada a partir del 9.100 cal ANE, que coincidiria amb el període climàtic Dryas recent (vegeu la discussió a Estévez 2005; Moreno-Martínez et al. 2007), i l'altra caïment cap al 6.500 cal ANE, anterior aquesta última a les primeres comunitats agro-ramade-

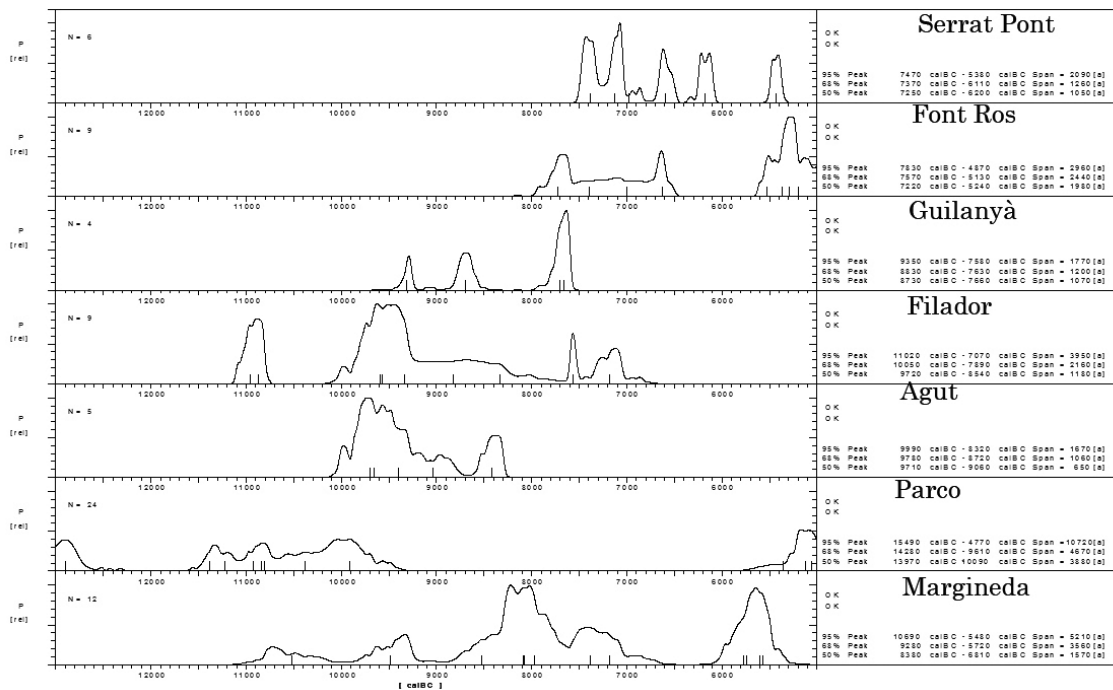


Figura 5. Comparació de les seqüències radiomètriques acumulades de les datacions epipaleolítiques i mesolítiques de Cova del Parco, Abric Agut, Abric Filador, Balma Guilanyà, Balma Margineda, Font del Ros i Bauma del Serrat del Pont. (programa CalPal2007, Weninger et al. 2008a, 2008b).

res. A la figura 4, els correlats paleoambientals utilitzats són el GISP2 i GRIP20 (seqüències de paleogaç de Groenlàndia), ja que mostren més clarament les irregularitats climàtiques del període.

Seleccionant aquells jaciments mesolítics amb més datacions, i eliminant aquelles datacions amb desviacions típiques superiors a 200 anys, obtenim la següent seqüència cronològica de contextes arqueològics: Cova del Parco, Abric Agut, Abric Filador, Balma Guilanyà, Balma Margineda, Font del Ros i Bauma del Serrat del Pont (fig. 5).

Destaca, d'una banda, l'àmplia seqüència temporal de la Balma Margineda, amb datacions molt diverses dintre de l'interval temporal, però les caigudes a la seva funció acumulada de densitat de probabilitat marquen possibles discontinuïtats crono-culturals: 9.100 cal ANE, i 6.500 cal ANE. La Cova del Parco és la que presenta les datacions més antigues i les més modernes d'aquest període. En aquest jaciment destaquem la important discontinuïtat a l'ocupació del lloc entre el 9.300 cal ANE, i el 5.300/5.000 cal ANE. Proves estadístiques no paramètriques permeten afirmar que les datacions dels jaciments de l'Abric Agut i Abric Filador són estadísticament contemporànies. Per la seva banda, les mateixes proves estadístiques demostren que les datacions procedents dels nivells mesolítics de la Bauma del Serrat del Pont i de Font del Ros són

semblants entre sí i estadísticament diferents a les datacions de l'abric del Filador i de l'abric Agut.

D'altra banda, les datacions del Cingle Vermell, del Roc del Migdia i de Sota Palou suggereixen la existència de una discontinuïtat entre les seves datacions més antigues i les posteriors al 8.000 (si no considerem la Bauma Margineda) ó 9.000 (considerant la Bauma). Això correspon a un canvi en les indústries i en l'enfocament de la subsistència i és coherent amb el que passa en altres indrets de la península com el Cantàbric (Estévez 2005).

EL PERÍODE 6.000-3.300 CAL ANE

El que més crida l'atenció al final del mesolític és la caiguda en picat del nombre de datacions, i per tant la disminució de la probabilitat acumulada en datar un context arqueològic dins el període 6.500-5.500 cal ANE. Dergachiev i Zaitseva (1999) vinculen aquesta discontinuïtat a un període climàtic d'altres temperatures. Diversos autors han assenyalat una possible "despoblació" de moltes zones mediterrànies als moments immediatament anteriors a les primeres comunitats amb economies de producció agro-ramaderes (Alley *et al.* 1997; Klitgaard-Kristensen *et al.* 1998; Merkyte 2003; Skeates 2003; Bauer *et al.* 2004; Estévez 2005;

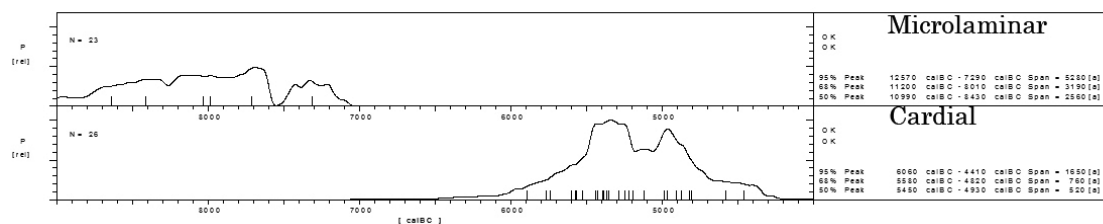


Figura 6. Comparació de les respectives sumes geomètriques de les funcions de densitat de probabilitat dels contextos arqueològics datats als quals apareixen elements del complex “microlaminar” i contextos als quals apareixen ceràmiques impreses de tipus “cardial”. S’han seleccionat aquelles datacions amb errors sistemàtics inferiors a 200 anys. (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

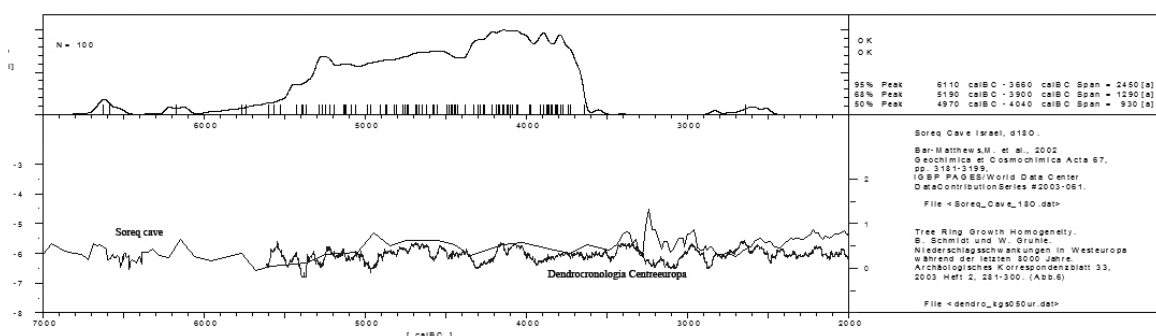


Figura 7. Suma geomètrica de les funcions de densitat de probabilitat de les datacions disponibles del període 7000-2700 cal A.N.E. S’han seleccionat aquelles datacions amb errors sistemàtics inferiors a 200 anys. (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

Fuentes *et al.* 2005; Weninger *et al.* 2006a, 2006b; Carrión *et al.* 2007). La clara discontinuïtat entre els complexos lítics microlaminars i les primeres ceràmiques neolítiques (estil cardial), es podria interpretar dins el mateix context (Fig. 6).

Encara que el final del mesolític semblés bruscat, donada la sobtada desaparició de contextos arqueològics que es poden datar en aquest moment, el període o interval de temps que s’ha anomenat “neolític” semblaria estar caracteritzat pel progressiu augment de la freqüència de contextos amb datació radiomètrica coneguda (Fig. 7).

La irregularitat paleoclimàtica que mostraria la seqüència de Soreq Cave (Barr-Matthews *et al.* 1999, 2003) podria, en tot cas, explicar l’escassetat de contextos datats als moments inicials del nou període o fase. No és fins al 5.300 cal ANE quan una major freqüència de contextos arqueològics permet definir amb major certesa aquest moment històric. Aquestes datacions confir-

men el fet que la península ibèrica va ser l’últim lloc del mediterrani a adoptar l’agricultura (Binder/Maggi 2001; Zilhao 2001; Bernabeu 2002; Gkiasta *et al.* 2003; Russell 2004; Zapata *et al.* 2004; Davison *et al.* 2007). No obstant aquest resultat, és de destacar la influència de la corba de referència Intcal04, que entre el 5.300 i el 5.200 cal ANE és molt imprecisa (Willigen *et al.* 2008); per tant, aquestes conclusions s’haurien de prendre amb un cert escepticisme.

La tradició historiogràfica descriu l’evolució històrica d’aquest període en termes de tres fases successives: neolític antic, neolític mig i neolític final. Estadísticament, les datacions radiomètriques disponibles, encara sense seleccionar ni filtrar les dades per la seva qualitat, donen suport a la successió, si bé amb marcades superposicions entre els diferents intervals (Fig. 8).

La datació neolítica més antiga de Catalunya correspon a les llavors de cereal del jaciment de Can Sadurní (Blasco *et al.* 2005). La seriació radiomètrica d’aquest

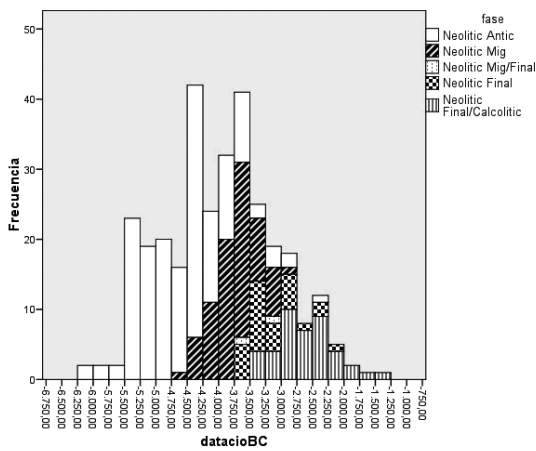


Figura 8. Histograma dels intervals de calibratge del 95% acumulats per a totes les datacions disponibles amb desviació típica inferior a 200 anys assignades a contextos qualificats de "neolítics".

jaciment ofereix la següent seqüència (Fig. 9). L'interval calibrat 5.480-5.290 cal ANE per a la datació del nivell inferior d'aquest jaciment, amb ceràmica cardial, és d'uns 100 anys posterior a les datacions més antigues del neolític valencià a Mas d'Is (interval calibrat del 95% = 5620-5481 cal ANE).

D'acord amb les datacions radiomètriques disponibles, els contextos arqueològics del neolític antic al nord-est de la península ibèrica definits per la presència de ceràmica cardial estan molt agrupats temporalment (5.300-5.200 cal ANE) (Fig. 10).

També, la seva tendència central sembla ser uns 100 anys posterior al mateix moment a les regions més meridionals del llevant peninsular (cova de les Cendres, cova de l'Or, Mas d'Is, Abric de la Falguera), l'interval acumulat de les quals es mou cap al 5.473 i 5.340 cal ANE. D'altra banda, les datacions catalanes semblen ser contemporànies a les datacions del cardial antic a Provença i Baix Roina (nivell 6 de Oullins, Petites Bâties, nivells 1949-4 i 1979-17 de l'Abri de la Font des Pigeons, Nivell 5 de Grotte de l' Aigle), si bé s'ha suggerit un inici del cardial amb anterioritat al 5.350 cal ANE, a partir dels resultats del nivell 6 de la Baume d'Oullins (Willigen *et al.* 2006).

Encara que en línies generals les datacions per als contextos arqueològics amb ceràmica cardial són molt escasses i de validesa només relativa, al nord-est de la península ibèrica es detecta una certa direccionalitat a la dispersió espaciotemporal. Una representació gràfica de la variació espacial (coordenades UTM dels llocs datats) dels extrems dels rangs calibrats del 95% mostraria un marcat gradient del nord-oest (més antic) fins al sud-est (més recent). Estadísticament (prova no paramètrica de Mann-Whitney), només resulta possible argumentar la major antiguitat del fenomen cardial a la Regió 2 (Andorra, Cerdanya, Garrotxa, Ripollès, Osona) que a les restants àrees geogràfiques del nord-est de la península ibèrica. Si en lloc del fenomen "cardial" considerem la totalitat de la fase denominada tradicionalment "neolític antic", les diferències són més matisades. Estadísticament (prova no paramètrica de Kruskal-Wallis i prova de la mitjana), podem distingir la major antiguitat dels contextos arqueològics neolítics a les regions 2, 3 i 5 (Andorra, Garrotxa, Ripollès, Osona,

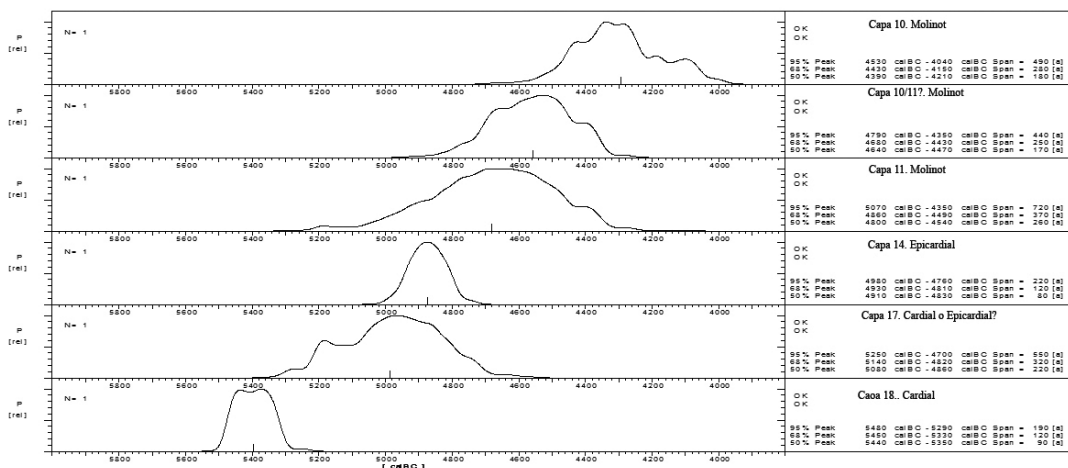


Figura 9. Comparació de les datacions individuals dels diferents contextos del jaciment neolític de Can Sadurní. (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

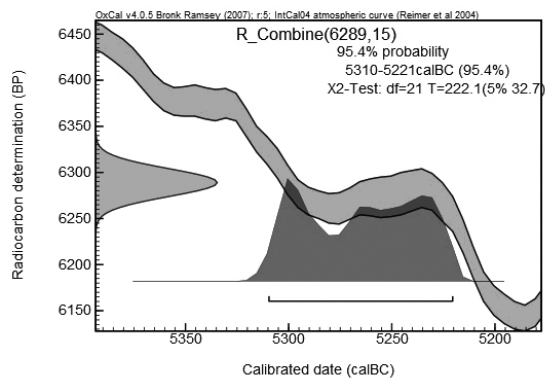


Figura 10. Calibratge de totes les mostres de C14 associades a ceràmica cardial. S'han eliminat les datacions amb desviacions típiques superiors a 200 anys. Càlculs realitzats amb el programa OxCal 4.0.5.

Empordà, Gironès, Maresme, Vallès, Baix Llobregat, Alt Penedès), dels contextos a la Regió 4 (Anoia, Bàges, Berguedà, Solsonès), i dels encara més recents de les

regions 6, 7 i 8 (Baix Penedès, Alt i Baix Camp, Tarragonès, Baix Ebre, Priorat, Terra Alta, Montsià, Ribera d'Ebre, Garrigues, Segrià, Segarra, Pla d'Urgell). La seqüència crono-cultural neolítica posterior a l'aparició de la ceràmica cardial sol realitzar-se mitjançant la comparació d'estils ceràmics. Les datacions disponibles, filtrant-les tan sols en termes del seu error sistemàtic (es retenen aquelles datacions la desviació típica de les quals és inferior a 200 anys) suggereixen que els períodes de vigència de cada tipus ceràmic no coincideix enterament amb la seqüència tradicional neolític antic, mig, final (Fig. 11).

Estadísticament, les diferències entre els rangs dels intervals calibrats amb un 95% de confiança són significatives en la majoria dels casos. Així, podem argumentar que el període de vigència de la ceràmica cardial es distingeix efectivament del de la ceràmica epicardial; que el període de vigència d'aquesta última es distingeix de la ceràmica tipus molinot; els contextos amb ceràmica tipus montboló es diferencien d'aquells amb ceràmica tipus veraza³, els contextos amb ceràmiques veraza són estadísticament més recents que els sepulcres de fossa. Pel contrari, demostren estadísticament la seva contemporaneïtat els contextos de sepul-

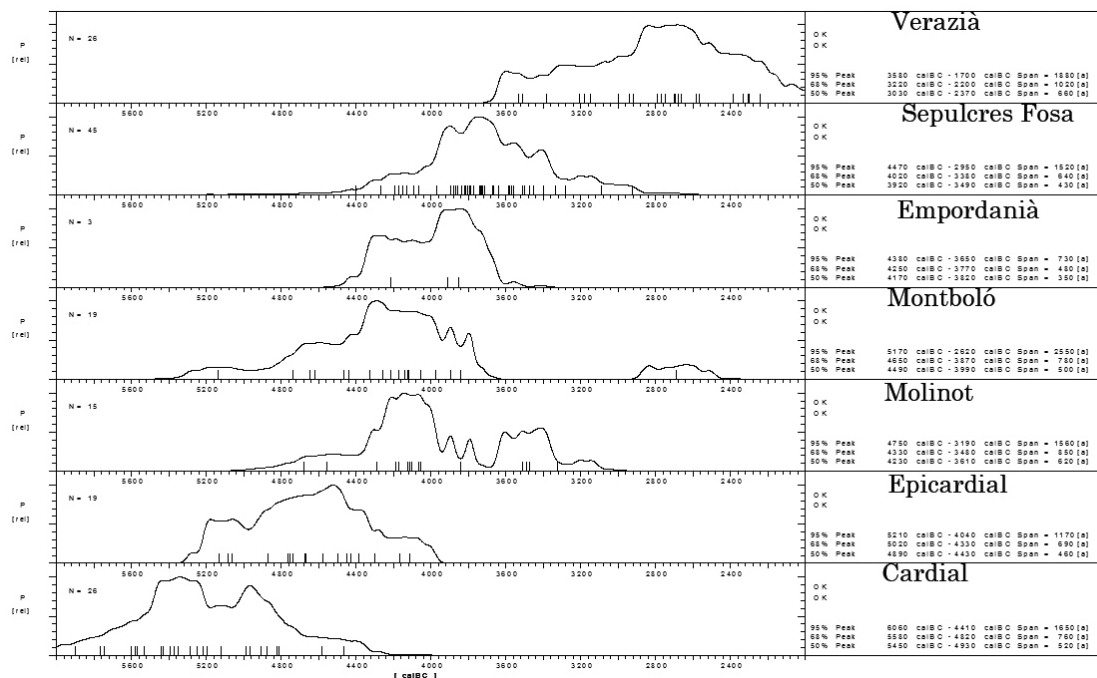


Figura 11. Comparació de les datacions dels diferents estils ceràmics característics del neolític. S'han eliminat les datacions amb desviacions típiques superiors a 200 anys (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

3.- Algunes de les datacions dels contextos montboló són dubtoses, especialment les de cova del Senglar i Font de la Vena. Els resultats de diferenciació entre els períodes de vigència respectius dels estils Montboló, Molinot i Veraza són significatives encara eliminant aquestes datacions dubtoses.

eres de fossa i aquells amb ceràmiques tipus molinot i montboló. No és significativa la aparent major antiguitat dels contextos amb ceràmiques montboló comparat amb els molinot, ni la possible més llarga pervivència d'aquests darrers. Recordem que els gràfics de la figura 11 no s'han de interpretar en clau de "duració", sinó com el grau de confiança que tenim en el període on cada estil ceràmic va ser predominant. Els extrems més llargs o més curts dels intervals només fan referència a la fiabilitat de la datació, i no a la antiguitat o modernitat dels contextos arqueològics.

Es obvi que necessitem formes alternatives de descriure els fets històrics, a més de la tradicional seqüència d'estils ceràmics. Lamentablement, la base de dades de datacions absolutes que utilitzem a aquest treball s'ha fet a partir de la lectura de les referències bibliogràfiques, sense introduir interpretacions alienes als autors o autores de la investigació original. Així, es difícil traduir els contextos datats en termes de la activitat social o econòmica que es va produir, raó per la qual, en lloc de datar els canvis històrics estem condemnats a datar conjunts artefactuals. La direcció que hauria de prendre la investigació futura sembla, doncs, molt òbvia.

Aquesta limitació és molt evident a l'hora de datar un fenomen històric com el megalitisme. En alguns casos, els contextos datats han estat correctament classificats com exemple de monument megalític, però en altres ocasions aquesta classificació no existeix a la bibliografia original i no s'ha incorporat. Quan comença el megalitisme al NE de la península ibèrica? Si seleccionem les datacions per la seva idoneïtat explicativa, al final només tenim les datacions de Les Maioles, que suggereixen un inici del fenomen al voltant del 1.940-1.640 cal ANE. És de notar la ubicació cronològica de les primeres formes megalítiques a l'Empordà (Ca n'Isach, Tires Llargues i Arreganyats), que apareixen a la figura sota el terme "empordanià", aparentment contemporànies dels sepulcres de fossa. Les datacions disponibles suggereixen com més probable l'interval 4.250-3.770 cal ANE. No obstant això, cal assenyalar que el context estratigràfic d'aquestes datacions és poc clar, essent possible que estiguin datant un moment immediatament anterior a les construccions. Si tinguéssim en compte tan sols la durada de l'interval temporal, dins del qual la probabilitat de trobar cadascun dels tipus ceràmica al context arqueològic fos màxima (Martín/Mestres 2002) i ajustéssim, per tant, els extrems de menor incertesa dels intervals respectius per la possible contemporaneïtat de la vigència de cada tipus, es podria suggerir, a títol merament hipotètic:

• cardial	5.400-5.000 cal. ANE
• epicardial	5.000-4.400 cal. ANE
• molinot/montboló	4.400-3.600 cal. ANE
• sepulcres de fossa	4.000-3.300 cal. ANE
• veraza	3.200-2.200? cal. ANE

Es important que no considerem aquests intervals como segments de temps. Es tracte de intervals de probabilitat. És a dir, el cardial no "comença" al 5.400 i finalitza al 5.000 cal ANE, sinó que entre aquestes dues dates hi ha una probabilitat no nul·la de trobar contextos arqueològics amb ceràmica cardial. Òbviament, la probabilitat de trobar aquestes ceràmiques és molt baixa al 5.400 cal ANE, i molt més alta al segment central de l'interval. Arqueològica i històricament només ens interessa aquest segment central, però és important no deixar de banda els extrems de l'interval de confiança. No seria cap sorpresa si en els propers anys es troben nous contextos arqueològics amb cronologies "extremes", però sempre seran una minoria dels casos. En ocasions, aquests extrems son artefactes del procediment de calibratge, i no es poden llegir històricament. Necessitem informació estratigràfica per poder delimitar els intervals de confiança i convertir-los en intervals de temps. Aquesta conversió no es fa en aquest article i es deixa als arqueòlegs i arqueòlogues, amb informació contextual de primera mà, que raonin la idoneïtat o no de les superposicions temporals (vegeu Micó 2006; Mestres aquest volum; Barceló aquest volum).

Els límits suggerits no sempre coincideixen amb els proposats per Castro *et al.* (1996, 99 i ss), especialment pel que fa referència al període de vigència de l'estil veraza, que aquests autors veuen desaparèixer amb anterioritat al 2.400 cal ANE⁴. La proposta cronològica que es fa aquí és molt semblant a la de Mestres/Martín (1996)⁵, si bé els límits inferior i superior de cada extrem són lleugerament distints. La diferència ha d'atribuir-se a les diferents corbes de calibratge emprades (Intcal93 enfront de Intcal04), essent molt més precisa aquesta última (Reimer *et al.* 2004). No obstant això, destaca la major superposició cronològica entre els contextos arqueològics amb ceràmiques d'estil molinot i els contextos arqueològics classificats com sepulcres de fossa que s'observa a les noves dades.

Els contextos arqueològics només amb ceràmiques de tipus molinot solament han estat datats a les regions 3, 4 i 5⁶, mentre que els contextos amb ceràmiques Montboló s'han datat a les regions 2, 3, 4 i 5⁷. Contextos arqueològics datats als quals s'associïn

4.- Obviament, un filtrat de les dades disponibles en termes de la seva representativitat estratigràfica ens permetria fixar l'interval amb més precisió. Cal remarcar que Castro *et al.* (1996) varen treballar amb la versió Intcal86.

5.- Hi ha molt poques datacions noves d'aquest període publicades després del treball de sistematització de Mestres/Martín (1996)

ambdós tipus de ceràmiques només apareixen al Vallès occidental i Moianès. Dintre de les seves àrees respectives, les ceràmiques tipus Molinot tenen una gradació espaciotemporal en sentit sud-est/nord-oest, amb les datacions més antigues en el pla litoral de Barcelona, mentre que les ceràmiques de tipus montboló mostren una gradació nord/sud, les datacions més antigues estarien a la plana litoral nord de Girona i el curs mig del Ter. Per la seva banda, els contextos arqueològics datats amb ceràmiques de tipus veraza no mostren cap gradació espaciotemporal estadísticament apreciable. La base mostral és massa reduïda com perquè aquestes anàlisis tinguin més que un valor exploratori. Es suggereix una discontinuïtat entre el moment de major probabilitat de trobar ceràmiques de tipus montboló/molinot i el de trobar ceràmiques de tipus veraza. Aquesta discontinuïtat definiria el final del neolític i l'inici d'un nou interval de temps o període.

EL PERÍODE 3.300-2.100 CAL ANE

La possible discontinuïtat entre els contextos tradicionalment associats als sepulcres de fossa i aquells amb ceràmiques d'estil veraza i/o campaniforme se situaria cap al 3.400/3.300 cal ANE. L'histograma dels extrems de l'interval calibrat amb el 95% de confiança coincideix en bona part amb el gràfic de la suma de funcions de probabilitat de les datacions calibrades; s'observa una important caiguda en la freqüència de contextos datats (Fig. 12). La discontinuïtat seria breu, aproximadament 150 anys o fins i tot menys.

La figura 13 mostra una possible correlació entre la menor probabilitat de datar contextos arqueològics i els canvis en les seqüències paleoambientals de Soreq Cave (Barr-Mathews *et al.* 1999, 2003) i la sèrie dendrocronològica d'Europa central (Schmidt/Gruhle 2003). Diferents autors han argumentat un possible canvi climàtic –pulsio freda– en aquest precís moment, cap al 3.200-3.000 cal ANE, amb efectes en el registre arqueològic i paleoecològic de diferents llocs del planeta (Dergachev/Zaitseva 1999; Weiss *et al.* 1993; Jalut *et al.* 2000; Weiss 2001; Goy *et al.* 2003; Rico 2004; Catto 2005; Fuentes *et al.* 2005; Weninger *et al.* 2006; Zazo 2006; Thorndycraft/Benito 2006; Carrión *et al.* 2007). X. Clop (2007) ha fet referència a aquests canvis climàtics i a les possibles modificacions en el registre arqueològic conservat. No obstant això, cal assenyalar el caràcter de la corba de calibració en aquest punt, que distorsiona la longitud dels intervals resultants. Martín/Mestres (2002) han assenyalat que en

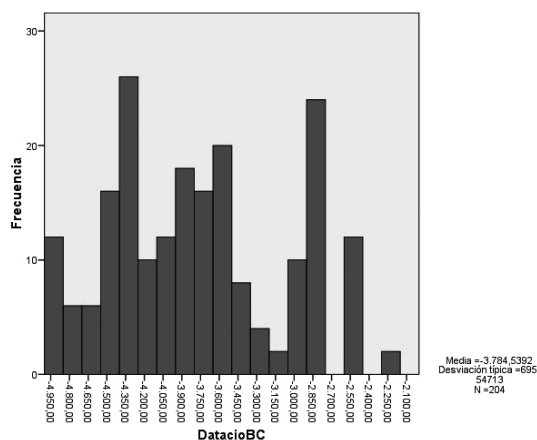


Figura 12. Histograma dels valors superior i inferior dels intervals calibrats amb 95% de confiança acumulats per a totes les datacions disponibles amb desviació típica inferior a 100 anys entre 4950 i 2100 cal. A.N.E.

aquestes condicions, la concentració de datacions calibrades en un període pot ser un efecte del mètode de calibratge, abans que l'evidència d'absència de contextos en el moment posterior.

Si una discontinuïtat en la freqüència de datacions i contextos datats al voltant del 3.200 cal ANE defineix l'inici d'aquest període, la datació del final del període és ambigua. S'ha suggerit una discontinuïtat en la freqüència de contextos datats cap al 2.100 cal ANE, que marcaria la transició entre el neolític final i el bronze antic pròpiament dit (Castro *et al.* 1996, 151), possiblement contemporània de certs canvis climàtics rellevants històricament (Dergachev/Zaitseva 1999; Cullet *et al.* 2000; Staubwasser *et al.* 2003; Goy *et al.* 2003; Catto 2005; Fuentes *et al.* 2005; Weninger *et al.* 2006; Zazo 2006; Carrión *et al.* 2007). No obstant això, la seqüència de contextos arqueològics datats d'aquesta època mostra tan sols una breu caiguda en la freqüència, seguit d'un molt ràpid increment en la quantitat de llocs datats i datacions a partir del 2.000 cal ANE. Podem assenyalar la irregularitat de la corba de calibratge en aquest punt, que incrementa la incertesa dels intervals calibrats (Gascó 2001).

La seqüència dels estils ceràmics característics tant d'aquest període com del següent és molt complexa, donada l'escassa qualitat de la majoria de datacions: errors sistemàtics molt grans, escassa precisió del context estratigràfic, datacions aparentment aberrants

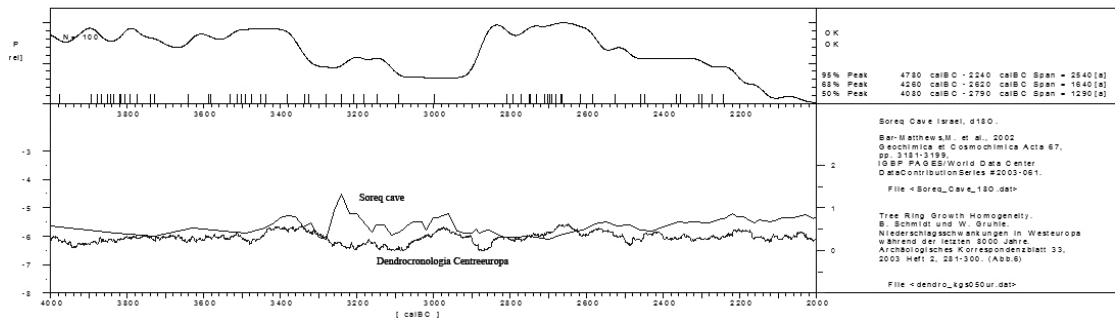


Figura 13. Suma geomètrica de les funcions de densitat de probabilitat de les datacions disponibles del període 4100-2100 cal A.N.E. S'han seleccionat aquelles datacions amb errors sistemàtics inferiors a 100 anys. (programa CalPal2007, Weninger et al. 2008a, 2008b).

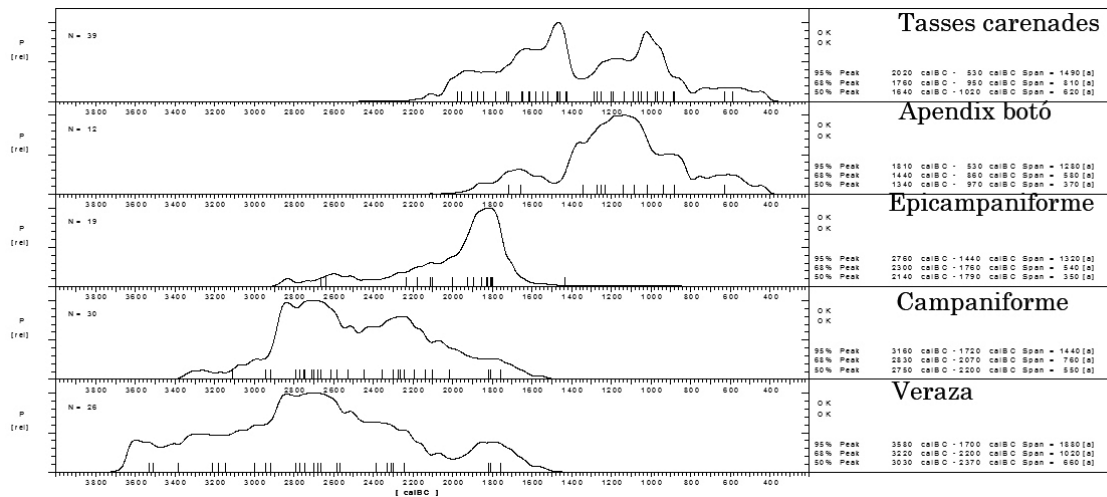


Figura 14. Comparació de les datacions dels diferents estils ceràmics característics de la denominada "Edat del Bronze". S'han eliminat les datacions amb desviacions típiques superiors a 200 anys (programa CalPal2007, Weninger et al. 2008a, 2008b).

donada la tendència central dels intervals calibrats de les restants datacions, falta de datacions sobre mostres de vida curta, etc. Igualment, la precisió a l'hora de descriure els contextos estratigràfics és molt escassa, apareixent associacions certament sorprenents. S'hauria de revisar a fons la bibliografia i els contextos publicats. En qualsevol cas, les dades disponibles, mostren les següents superposicions d'estils ceràmics (Fig. 14): la temporalitat dels estils ceràmics veraza i campaniforme es distingeix estadísticament de la dels estils epicampaniformes. La tendència central dels intervals calibrats dels contextos campaniformes i amb ceràmica de tipus veraza és estadísticament semblant (prova de comparació de mitjanes, i prova no paramètrica de comparació de rangs). Més que afirmar la seva contemporaneïtat, estadísticament no podem afirmar que un estil sigui temporalment anterior a l'altre.

No obstant les diferències observades, cal destacar la notable superposició cronològica de contextos veraza, campaniformes i epicampaniformes pels volts del 2.200-2.100 cal ANE. Encara que amb algunes diferències en els extrems dels intervals, aquesta proposta coincideix a trets generals amb la de Martí i Mestres (2002), i es diferencia una mica més de la proposta de Castro et al. (1996), basada en un menor nombre de datacions.

EL PERÍODE 2.100-1.200 CAL ANE

Les datacions disponibles suggereixen que, d'existir, la inflexió temporal del 2.100 cal ANE aniria seguida d'una molt ràpida recuperació. La continuïtat cronològica de l'estil epicampaniforme per decorar els atuells ceràmics

indicaria l'absència d'un canvi històric rellevant. No és fins el 1.750 cal ANE, quan es podria datar l'esgotament dels models estilístics inspirats al campaniforme, i que haurien tingut vigència durant gairebé 1.300 anys (Martín/Mestres 2002). A idèntica conclusió ha arribat J. Gascó per al sud de França (Gascó 2001). Pot ser suggestiu remarcar el brusc augment en la freqüència de datacions i contextos datats precisament a partir d'aquest moment, senyal d'algun tipus de canvi (Fig. 15).

La figura 16 mostra que la suma de funcions de densitat de probabilitat té idèntica estructura de variabilitat, sense grans discontinuïtats en tot el període. Ambdós gràfics permeten suggerir petites inflexions temporals en el nombre de contextos datats i en la probabilitat acumulada de datacions, cap al 1.850 cal ANE, i potser també cap al 1.650 cal ANE, o al 1.450 cal ANE que possiblement marquen diferents fases o subfases hipotètiques, com ja assenyalaven Castro *et al.* (1996, 151). En qualsevol cas, es tracta de discontinuïtats tan sols rellevants a nivell local. L'escassa qualitat de la majoria de datacions hauria d'obligar-nos a revisar a

fons l'entitat dels contextos publicats i les associacions materials. En qualsevol cas, les dades disponibles per a tot el període 3.200-850 cal ANE mostren característiques superposicions temporals als períodes de vigència dels estils ceràmics (vegeu Fig. 14), que no sempre coincideixen amb les fases tradicionals de la denominada edat del bronze.

Si tinguéssim en compte tan sols la durada de l'interval temporal al qual la probabilitat de trobar cadascun dels tipus ceràmics és màxima (Martín/Mestres 2002) i ajustéssim els extrems de menor incertesa dels intervals respectius per la possible contemporaneïtat en la vigència de cada tipus, es podria suggerir, a títol merament hipotètic:

- veraza 3.220-2.200 cal ANE
- campaniforme 3.050-2.070 cal ANE
- epicampaniforme 2.300-1.760 cal ANE
- tassa carenada 1.760- 950 cal ANE
- apèndix de botó 1.440- 860 cal ANE

Ja s'ha argumentat la contemporaneïtat dels estils "campaniforme i "veraza". L'estil ceràmic "epicampaniforme", actualment necessitat d'una urgent redefinició tipològica, mostra un caràcter temporalment intermedi, estadísticament diferenciat dels estils anteriors, encara que contemporani dels anteriors als seus moments inicials. El seu període d'apogeu coincidiria amb el progressiu desús d'estils tradicionals i amb l'entrada, aparentment lenta, de noves modalitats estilístiques com serien les tasses carenades. Cap assenyal, no obstant això, l'aparició d'algunes tasses carenades amb decoració epicampaniforme, el que justificaria la interpretació de l'aparent bimodalitat de la distribució de probabilitats en termes d'artefactes - tipus diferenciats amb diversa temporalitat. En qualsevol cas, l'extrema irregularitat de l'interval cronològic calibrat associat a aquest tipus, suggereix la seva incorrecta definició tipològica i la necessitat de revisar els considerats trets tipològics i estilísticament diferencials d'aquest període. Òbviament, i com ja hem dit abans, el campaniforme no "comença" al 3.050 i "finalitza" al 2.070 cal ANE, sinó que entre aquestes dues dates hi ha una probabilitat no nul·la de trobar contextos arqueològics amb ceràmica campaniforme. Òbviament, la probabilitat de

76

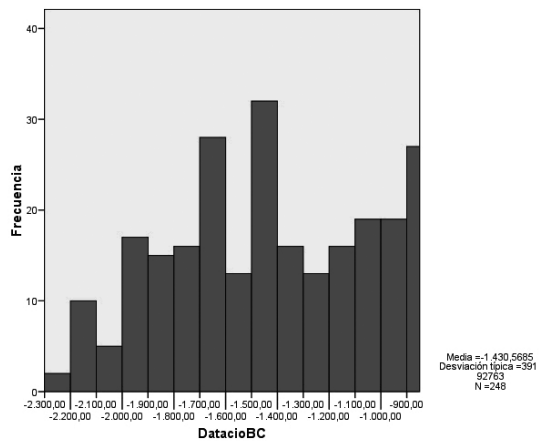


Figura 15. Histograma dels valors extrems inferior i superior dels intervals de calibratge del 95% acumulats per a totes les datacions disponibles amb desviació típica inferior a 100 anys entre 2300 i 900 cal ANE.

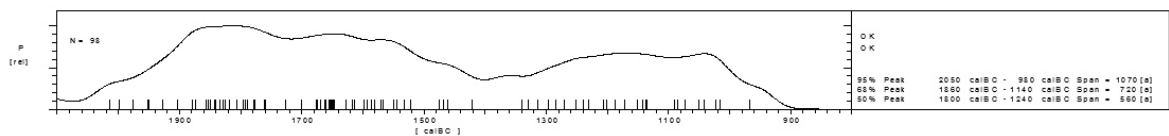


Figura 16. Suma geomètrica de les funcions de densitat de probabilitat de les datacions disponibles del període 2100-900 cal ANE. S'han seleccionat aquelles datacions amb errors sistemàtics inferiors a 100 anys. (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

trobar aquestes ceràmiques és molt baixa al 3.070 cal ANE, i molt més alta al segment central de l'interval. És important no deixar de banda als extrems de l'interval de confiança. No seria cap sorpresa si en els propers anys es troben ceràmiques campaniformes o veraza amb cronologies "extremes", però en aquest cas si que hauríem de sospitar del procediment de calibratge a la hora de convertir els intervals de confiança resultant de la suma de probabilitats individuals en intervals de temps. Es deixa en mans de arqueòlegs i arqueòlogues, amb informació contextual de primera mà, l'estudi crític de les superposicions temporals dels diferents nivells de ocupació.

En general, els resultats de l'anàlisi de les datacions radiomètriques són importants precisament perquè no permeten definir fases cronològicament diferenciades, sinó que, com a mínim, el període 2.100-850 cal ANE, hagués de ser considerat com una unitat temporal, i probablement també tot el període 3.100-850 cal ANE⁸. És a dir, la seqüència crono-cultural des del campaniforme-veraza fins a les ceràmiques acanalades de la denominada "edat del bronze/edat del ferro" resultaria essencialment continuada, coincidint amb les poques evidències de canvi cultural. Considerem, sinó, la llarga pervivència de les ocupacions residencials en cova (Fig. 17). Estadísticament, aquestes conviuen amb les que es troben a l'aire lliure. Al marge, d'aquest resultat, cal destacar que el número de datacions i contextos datats es superior en el cas de jaciments a l'aire lliure que en el cas de les coves i abrics, i que la freqüència d'aquestes darreres disminueix amb el temps. No obstant això, la freqüència de datacions pot estar alterada pel biaix de la recerca cap a les ocupacions més antigues a coves i ocupacions recents predominantment a l'aire lliure.

Aquests resultats invalidarien, per la seva ambigüitat, la clàssica diferència entre neolític final, calcolític, bronze antic i mig/recent (vegeu també Castro *et al.* 1996). En qualsevol cas, ens manca molta feina per datar no ja

les evidències arqueològiques, sinó els contextos socials en que aquestes evidències varen ser produïdes i/o utilitzades: canvis en la estructura i el tipus d'assentament, en l'ús de recursos, en la introducció de noves tècniques i instruments, etc.

Cal tenir present l'escassa qualitat de les datacions i el considerable "soroll" estadístic que no ha estat filtrat en aquest estudi. Només la datació individualitzada de contextos estratigràfics ben diferenciats ens permetria posar ordre en aquest caos crono-cultural. Així, per exemple, si considerem aquells jaciments arqueològics amb major nombre de datacions en aquest període, es constata estadísticament la contemporaneïtat de pràcticament tots els contextos arqueològics, encara que els seus materials siguin estilísticament diferents i hagi evidències d'una diferenciació estratigràfica. No s'han pogut detectar diferències temporals estadísticament significatives (prova no paramètrica de comparació de rangs) entre els nivells III.1, II.4., II.3 i II.1 de la Bauma del Serrat del Pont, que demostren ser contemporanis entre si i també són contemporanis dels nivells C2, C3 i C4 de la Cova del Frare, de les capes I i II del sondeig B de la Cova del Toll, i dels nivells XVII, i VII de la Cova de les Pixarelles. Només el nivell IIb de la Bauma del Serrat del Pont i el nivell XIII de la Cova de les Pixarelles es diferencien estadísticament dels altres. Òbviament, aquest resultat no significa que tots els contextos siguin contemporanis, sinó que la qualitat de les datacions i dels contextos datats impedeix afirmar que no ho siguin: els intervals calibrats són massa estesos perquè la possible seqüenciació tingui rellevància estadística.

EL PERÍODE 1.300-750 CAL ANE

Encara si seleccionéssim aquelles datacions amb errors sistemàtics inferiors a 100 anys, el període de vigència d'artefactes tals com les "tasses carenades" i les ceràmiques amb "apèndix de botó" s'allarga fins al

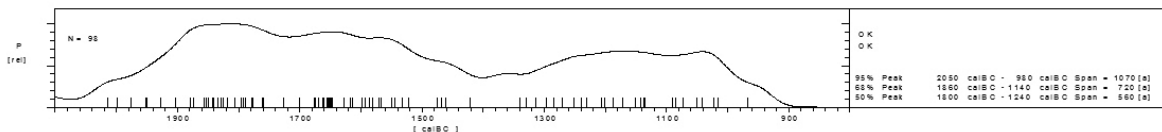


Figura 17. Suma geomètrica de les funcions de densitat de probabilitat de les datacions disponibles dels contextos corresponents a ocupacions residencials dins de Coves o abrics i dels contextos corresponents a ocupacions residencials a l'aire lliure. Període 2500-700 cal A.N.E. S'han seleccionat aquelles datacions amb errors sistemàtics inferiors a 100 anys. (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

8.- L'aparent discontinuïtat del 2.100 cal ANE, que donava inici al període, resulta molt poc significativa estadísticament.

900 cal ANE, o fins i tot quelcom posterior. Aquest fet suggereix que no es troben evidències que ens permeten assenyalar una interrupció característica entre el període anterior, anomenat “bronze inicial”, i un successiu que es denominaria “bronze final”, i que es dataria a partir del 1.200 cal ANE. Cap discontinuïtat temporal s’identifica cap al 1.200 cal ANE, que suggereixi l’inici d’un nou període.

Per aquest estudi s’han ordenat els contextos arqueològics en una seriació ideal que s’inspira de la seqüència crono-cultural francesa: bronze final I-IIIa (o bronze final A), bronze final IIIb (o bronze final B), primera edat del ferro (o ferro inicial A) i preibèric (o ferro inicial B). Els canvis de fase es justificarien per raons estilístiques de la decoració i forma dels atuells ceràmics, per l’inici dels contactes mediterranis (primera edat del ferro), o per l’impacte de la fundació d’Empúries, al 575 cal ANE (inici del període preibèric).

Si seleccionem aquelles datacions amb desviacions típiques menors de 100 anys, s’aprecia una notable correlació entre les tendències centrals dels intervals calibrats amb 95% de confiança i la seqüència cultural, amb la notable excepció de la última fase anomenada “preibèric”. Estadísticament, la prova no paramètrica de Kruskal-Wallis afirma la significació de les diferències de rangs ordinals entre el bronze final A, bronze final B, ferro inicial A, i la indefinició temporal de les datacions del denominat ferro inicial B o preibèric. Òbviament, els resultats serien estadísticament més rellevants si restringíssim l’anàlisi a aquelles datacions més fiables (desviacions típiques menors de 50 anys), apliquessim els intervals calibrats amb només el 68% de confiança, o eliminéssim aquelles datacions que, subjectivament, ens semblin aberrants. Especialment dubtosa sembla la datació radiomètrica del període Preibèric o Ferro Inicial B, amb una datació històrica ben coneguda que marca el seu inici, però amb contextos arqueològics datats per C14 clarament anteriors. Més enllà de les previsible conseqüències de l’efecte “fusta antiga” (envelliment mitjà estimat en 50 anys en el mediterrani, vegeu Manning 1999), i de la datació acrítica de qualsevol tipus de mostra, les peculiaritats de la corba de calibratge en aquest punt expliquen el grau d’incertesa temporal. (Fig. 18).

Geogràficament, aquesta seqüència crono-cultural també mostra algunes diferències (Fig. 19).

Els contextos culturals coneguts aquí com “bronze final A” demostrarien ser anteriors en el prepirineu, comarques occidentals i centrals (Regions naturals 2 i 8), amb datacions anteriors al 1.200 cal ANE, que a la costa nord i comarques dels pirineus orientals, on serien posteriors al 1.200 cal ANE. Per tant, el denominat “bronze final B”, que està ben diferenciat cronològicament a les comarques del sud i de l'oest –amb posterioritat al 1.200 cal ANE, es superposa temporalment al bronze

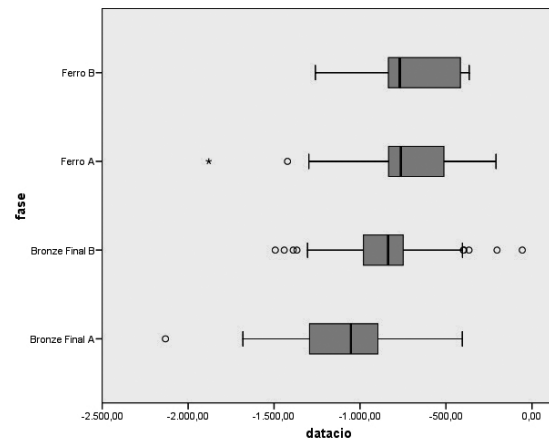


Figura 18. Contrastació estadística de la temporalitat de les diferents fases crono-culturals tradicionalment definides (Bronze Final A = Bronze Final I-IIIa, Bronze Final B = Bronze Final IIIb, Ferro A= Primera Edat del Ferro, Ferro B= Preibèric). Les barres representen les distàncies interquartiliques dels extrems inferior i superior dels intervals calibrats del 95% de confiança de totes les datacions amb errors sistemàtics inferiors a 80 anys assignades a cada fase.

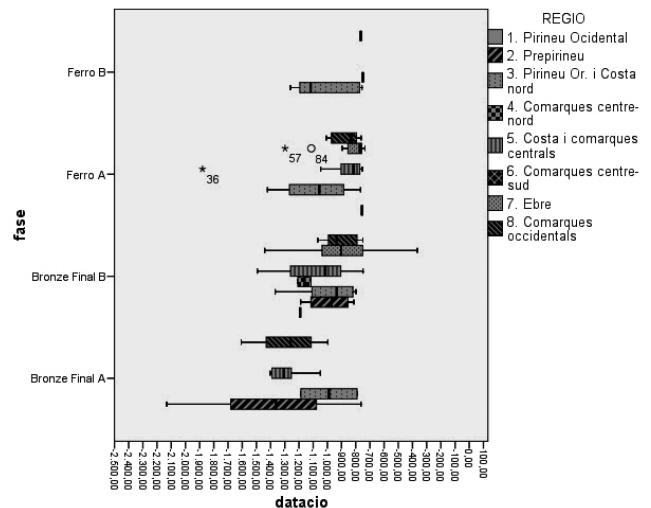


Figura 19. Contrastació estadística de les diferències geogràfiques de la temporalitat de les diferents fases crono-culturals tradicionalment definides (Bronze Final A = Bronze Final I-IIIa, Bronze Final B = Bronze Final IIIb, Ferro A= Primera Edat del Ferro, Ferro B= Preibèric). Les barres representen les distàncies interquartiliques dels extrems inferior i superior dels intervals calibrats del 95% de confiança de totes les datacions amb errors sistemàtics inferiors a 80 anys assignades a cada fase.

final A en les comarques més septentrionals i orientals. A la inversa, podríem considerar la major antiguitat dels contextos tradicionalment anomenats “ferro inicial al nord-est que al sud i oest. Aquests resultats, no obstant això, són poc fiables, a causa de la notòria simul-

taneïtat cronològica dels tres principals contextos de referència al nord-est. En termes crono-culturals es planteja la següent seqüenciació dels diferents estils ceràmics en relació a fets històrics rellevants com l'adopció del ritual funerari de la incineració, l'aparició dels primers objectes de ferro o els contactes fenicis i la presència de ceràmiques a torn (Fig. 20). És interessant assenyalar, d'una banda, la contemporaneïtat d'elements considerats "antics", com ho són les tasses carenades i les ceràmiques amb nanses amb apèndix de botó⁹ amb les primeres ceràmiques amb decoracions acanalades¹⁰. El seu marc cronològic se situaria entre el 1.600/1.400¹¹ i el 900 cal ANE, i aquesta contemporaneïtat podria entendre's com que no hi ha una ruptura marcada amb el període anterior. S'ha afirmat que aquests elements podrien tenir una procedència forana, itàlica o si més no, de l'arc lúgur,

amb cronologies que es remuntarien als segles XIV o XV cal ANE al Baix Roina i un poc posteriors a Llenguadoc i Pirineus Orientals (Gascó 2001). Les datacions radiomètriques del nord-est de la península ibèrica no permeten afirmar estadísticament que les ceràmiques amb decoració acanalada siguin posteriors a les ceràmiques amb apèndix de botó¹². No obstant això, és possible que aquest estil ceràmic entrés a Catalunya en un moment relativament tardà del període de vigència de les ceràmiques amb apèndix de botó i de les tasses carenades, ja que només s'han pogut datar aquestes ceràmiques en contextos tardans, i falten datacions d'aquells contextos arqueològics en els quals les ceràmiques de l'edat del bronze apareixerien per primera vegada. Cal imaginar que els contextos amb ceràmiques d'apèndix de botó i sense ceràmiques amb motius acanalats fossin més antics, que aquells

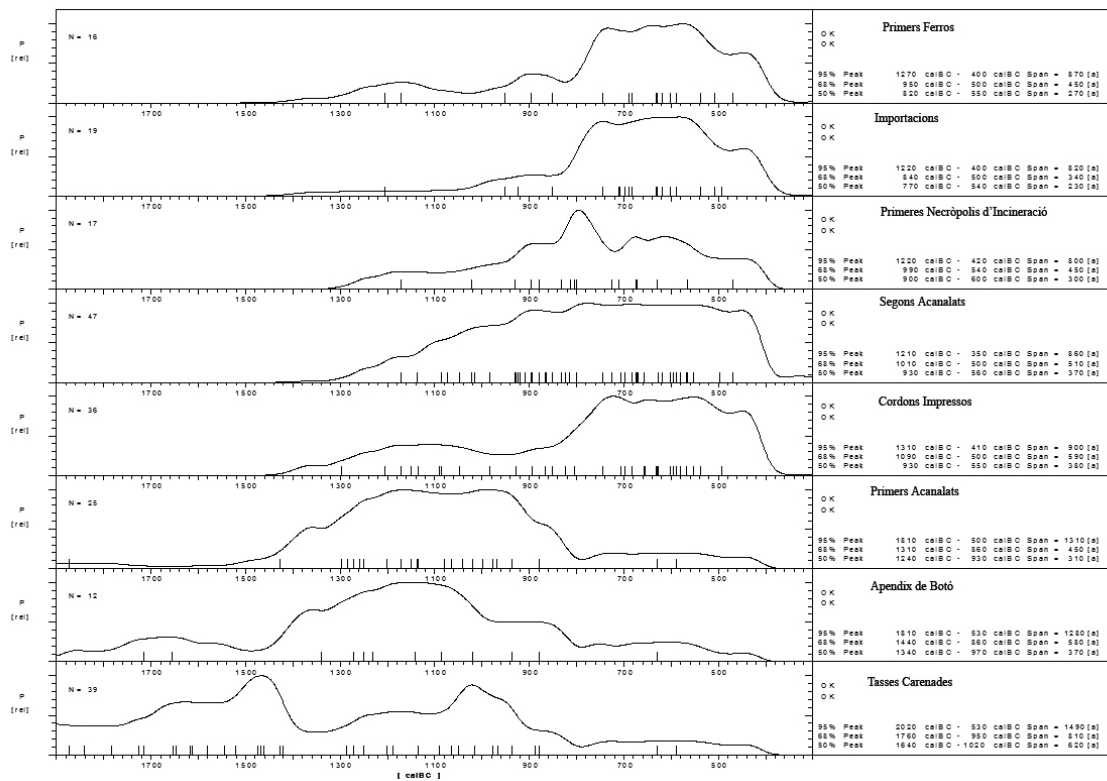


Figura 20. Comparació de les datacions de diferents contextos arqueològics ordenats per estils ceràmics característics, primeres importacions mediterrànies, primera aparició d'objectes de ferro, i ritual funerari. S'han eliminat les datacions amb desviacions típiques superiors a 80 anys (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

9.- La confluència en el temps d'aquests elements es demostra a partir de l'existència de vasos carenats amb apèndix de botó decorats amb acanalats a jaciments com Genó o Carretelà.
 10.- A aquest treball denominem "primers acanalats" a aquelles decoracions que apareixen en ceràmiques de parets fines amb motius lineals horitzontals i verticals acanalats sobre la superfície de l'atuell.
 11.- O fins i tot abans, ja que les tasses carenades semblen estar vinculades amb l'estil epicampaniforme.
 12.- Cal destacar que per calcular la cronologia dels vasos amb nanses en forma d'apèndix de botó no s'ha considerat la variabilitat tipològica total del grup. En general, els tipus d'apèndix de botó associats a ceràmiques acanalades "antigues" es classifiquen dintre del grup "ad ascia", que seria una modalitat recent dintre de la possible evolució tipològica d'aquest estil ceràmic.

on ambdós estils estan associats. La majoria d'aquests contextos apareixen dins coves amb contextos estratigràfics poc segurs, que mai han estat datats pel radiocarboni. A escala geogràfica, les ceràmiques amb decoracions acanalades resulten ser estadísticament més antigues (1.300-1.000 cal ANE) a les comarques centrals i occidentals, que a l'extrem nord-est del territori (950-850 cal ANE) (prova no paramètrica de Kruskal-Wallis)¹³ (Fig. 21). És de destacar que en aquesta última regió, la major modernitat de les datacions les fa més dependents de la incertesa de l'extrem final de la corba de calibratge en aquest període (vegi's més endavant). Per aquesta raó, seria correcte prestar més atenció al primer cim de probabilitat del gràfic de la suma de probabilitats.

Quan al nord-est la probabilitat de trobar ceràmiques acanalades d'estil antic va ser màxima, ja no hi havia ceràmiques d'aquest tipus a la resta del territori. A partir del 1.000 cal ANE, disminueix la freqüència de les ceràmiques acanalades "antigues", i augmenta la freqüència de contextos arqueològics als quals apareixen ceràmiques decorades amb noves varietats de motius acanalats (decoració incisa formant motius geomètrics complexos, i realitzada amb un instrument de dues o més pues) (Fig. 22).

Al sud de França, concretament a la Cauna de Belesta, aquest nou estil ceràmic ha estat datat cap als volts del 1.371-809 cal ANE (Gascó 2001). Cal tenir en compte que l'anàlisi estadística de la temporalitat d'aquest nou tipus ceràmic està molt afectat per la irregularitat de la corba de calibratge en aquest punt; no obstant això, si tenim en compte la notable precisió de la corba de cali-

bratge al període immediatament anterior al 750 cal ANE, podem utilitzar la quantitat de datacions en aquesta part de l'interval calibrat, per poder interpretar la seqüència crono-cultural a les diferents regions (el procediment ha estat desenvolupat per Mychzynsky 2004). Així, crida l'atenció, l'existència de cinc datacions associades a contextos amb ceràmiques acanalades "recents" amb intervals calibrats entre el 1.100 i el 800 cal ANE a l'Empordà, 6 a les comarques de Barcelona, 3 a les comarques meridionals i només 2 a les comarques occidentals. Per tant, hauríem de concloure la contemporaneïtat d'aquestes produccions a tot el territori, la seva primera aparició al voltant del 1.000 cal ANE, amb una molt ràpida difusió a totes les comarques. Com a conseqüència, a l'extrem nord-est, ceràmiques acanalades "antigues" i "recents" semblen coincidir al temps, mentre que les més avançades substitueixen a les "antigues" a la resta del territori. Resulta difícil datar l'adopció del ritual funerari de l'incineració, a causa de la manca de datacions sistemàtiques. En qualsevol cas, i seguint el mateix criteri que a l'anàlisi de les ceràmiques acanalades "recents", és a destacar una primera concentració de datacions calibrades a l'interval 1.000-900 cal ANE, amb contextos datats al nord-est (necròpolis del Pi de la Lliura, Empordà) i a les comarques meridionals (Priorat), amb el resultat d'una generalització a partir del 900 cal ANE. Castro *et al.* (1996, 220 i ss) han suggerit una hipòtesi semblant, si bé, el que no està provat estadísticament és la seva proposta hipotètica de una cronologia molt antiga per les primeres incineracions (1.330-1070 cal ANE, Castro *et al.* 1996, 181-182). Les datacions del

80

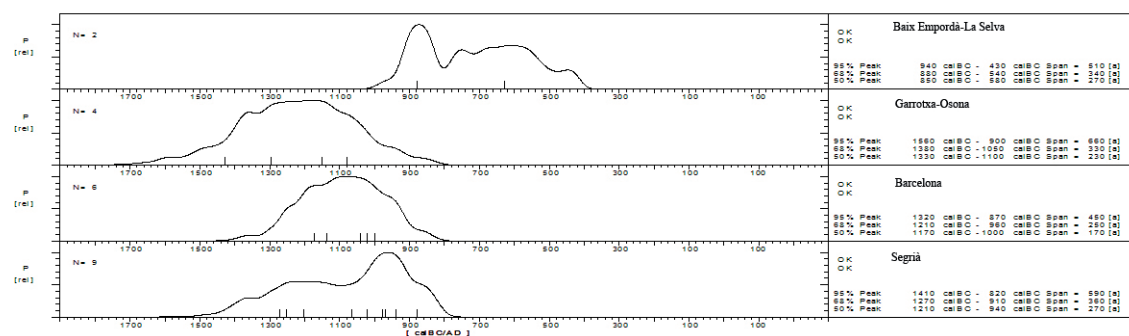


Figura 21. Comparació de les datacions de diferents contextos arqueològics amb ceràmiques acanalades d'estil antic (motius lineals horitzontals i verticals acanalats) ordenats geogràficament per comarques. S'han eliminat les datacions amb desviacions típiques superiors a 80 anys (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

13.- Dues datacions aparentment extremes de la Bauma del Serrat del Pont han estat eliminades en aquesta última prova, si bé s'havien inclòs a les anàlisis anteriors. Aquestes datacions augmentaven enormement la incertesa de l'interval calibrat. Al eliminar-les, l'interval d'incertesa es reduïx i l'estimació de la temporalitat es fa més precisa.

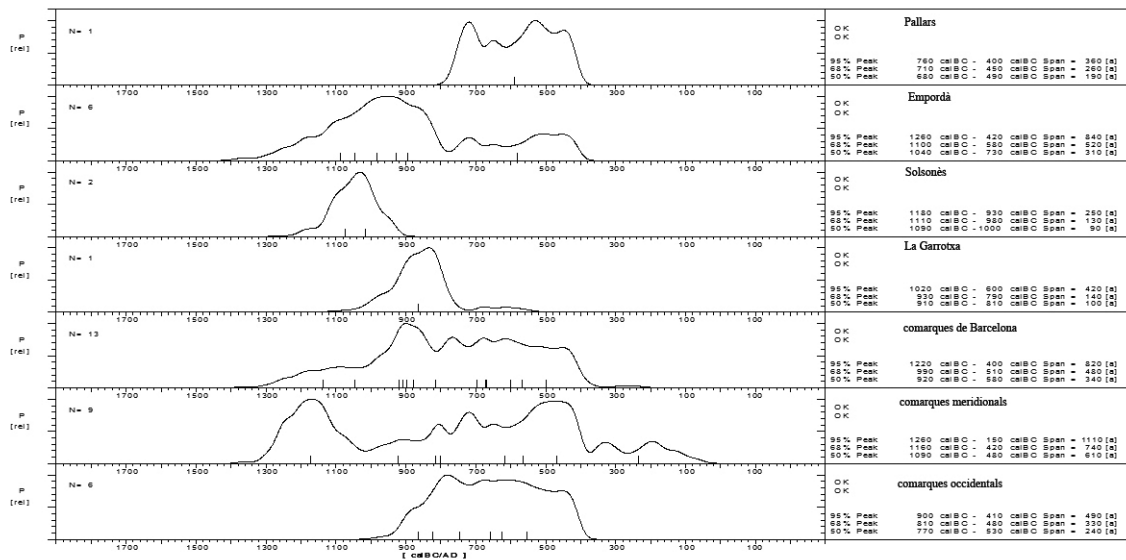


Figura 22. Comparació de les datacions de diferents contextos arqueològics amb ceràmiques acanalades d'estil recent (deco-ració incisa formant motius geomètrics complexos, i realitzada amb un instrument de dos o més pues), ordenats geogràficament per comarques. S'han eliminat les datacions amb desviacions típiques superiors a 80 anys (programa CalPal2007, Weninger *et al.* 2008a, 2008b).

sud de França basades en dendrocronologia suggereixen datar l'inici d'aquest tipus de contextos funeraris cap al 950-930 cal ANE (Giraud *et al.* 2003). És a dir, tal i com ha escrit López Cachero (2007), les ceràmiques acanalades i la incineració són dos processos independents i que cal explicar per separat, almenys, el seu origen, ja que més tard (1.100/1.000 cal ANE), és evident que coincideixen en el temps.

Per a la cronologia d'aquells contextos arqueològics als quals per primera vegada s'han identificat objectes de ferro disposem només de quatre datacions (tant del nord-est com de les comarques meridionals) dintre de l'interval 1.000-850 cal ANE. Datacions semblants s'han obtingut al sud de França (Gascó 2001). Això no invalida que l'aparició d'objectes de ferro no hagués estat simultània a tot el territori, simplement que la incertesa dels intervals de calibrats i la possiblement molt ràpida adopció de la tecnologia (una o dues generacions: 25-50 anys) impedeixen definir el grau de significació estadística de la possible contemporaneïtat. En general, recents referències dendrocronològiques tant al centre d'Europa com al mediterrani oriental reforcen el suggeriment d'una datació molt antiga per a la transició edat del bronze/edat del ferro. Així, les anàlisis dendrocronològiques dels materials procedents de túmuls centreeuropeus suggereixen cronologies absolutes al voltant del 950-900 cal ANE per a l'inici de l'edat del ferro (HaB2) (Friedrich/Hennig 1996; Nijboer *et al.* 1999-2000; Trachsel 2004, David-Elbiali/Dunning, 2005; Grabner *et al.* 2007). El procés seria fins i tot una

mica anterior al mediterrani central (Pacciarelli 2005; Nijboer 2005; Nijboer 2006a; Nijboer *et al.* 1999-2000), possiblement contemporani d'identica transició a Grècia i posterior en dos segles al procés al mediterrani oriental (Fantalkin 2001; Manning *et al.* 2001, 2003; Newton *et al.* 2005; Hagens 2006; Gilboa/Sharon 2003; Levy/Higham 2005; Sharon *et al.* 2007). Aquestes datacions demostrarien una transició socioeconòmica menys abrupta, tant al mediterrani central com al sud de la península ibèrica, pel que s'allargaria una possible fase proto-urbana anterior al ple impacte de la colonització fenícia i grega. En molts llocs del nord de la península itàlica, així com al sud de la península ibèrica, els membres de les elits socials s'enterraven en tombes principesques dues generacions abans del que es venia afirmant habitualment.

La seqüència de datacions del nord-est de la península ibèrica, marca un possible període de canvi i inflexió al voltant del 900 cal ANE, i el ple impacte colonial cap al 750 cal ANE, quasi 100 anys posterior a la seva primera aparició al sud de la península ibèrica i probablement també a Eivissa. Aquest lleuger retard pel que fa a les datacions d'altres regions centreeuropees i mediterrànies seria lògic de comprendre donat el caràcter de regió aparentment marginal a les xarxes d'intercanvi i interacció social de la mediterrània d'aquesta època. Les recents determinacions cronològiques dels inicis de la colonització fenícia cap al 850-830 cal ANE (Torres 1998; Aubet 2001; Botto 2005; Docter *et al.* 2005; Nijboer 2006b), haurien de fer-nos replantejar la

cronologia de les primeres importacions mediterrànies al nord-est de la península ibèrica¹⁴. La mostra Beta 86392 data un nivell de destrucció associat al context SM-94 de Sant Martí d'Empúries al qual s'associen fragments de ferro i importacions fenícies amb una antiguitat tant sorprenent com 1.420-943 cal ANE. Existeix, no obstant això, una altra datació del mateix context que se situaria entre el 766 i el 213 cal ANE. Només en un altre cas (Barranc de Gafòls, Beta 98213), un context amb ceràmica a torn i pintura vermella es pot datar a l'interval 1000-810 cal ANE. Si prescindim d'aquestes polèmiques datacions, les primeres importacions fenícies i les primeres ceràmiques a torn es daten a partir del 750 cal ANE, amb una notòria incertesa degut a les característiques de la corba de calibratge a aquest període¹⁵.

Recents estudis paleoecològics suggereixen una important discontinuïtat climàtica d'escassa durada entre els anys 850 i 750 cal ANE. Aquesta discontinuïtat estaria vinculada amb una pulsació de caràcter fred i humit ocorreguda fa 2.650 anys i que s'associa a causes relacionades amb les variacions de l'emissió de radiació solar (Becker/Kromer 1993; van Geel *et al.* 1996; van Geel *et al.* 1998; Speranza *et al.* 2000; Tinner *et al.* 2003; Dergachev *et al.*, 2004; van der Plicht *et al.* 2004; Kuniholm *et al.* 2005; Swindles *et al.* 2007). El mateix fenomen s'ha registrat també a la península ibèrica (Benito 2006). Els registres prehistòrics de crescudes fluvials mostren una concentració anòmala d'esdeveniments extrems entre el 2.860 i 2.690 anys BP a diverses conques de l'entorn mediterrani. Al riu Llobregat, per exemple, la magnitud de les crescudes generades en aquest període pràcticament duplica a les registrades en el segle XX i només tenen comparació amb algunes registrades en el segle XVII (Thorndycraft *et al.* 2005). En principi, seria lògic considerar que aquesta discontinuïtat pogués ajudar-nos a distingir entre períodes successius de la cronologia històrica. Les dades disponibles, no obstant això, són contradictòries. En primer lloc, l'histograma que suma els valors màxim i mínim dels intervals calibrats amb 95% de confiança (Fig. 23) mostra un clar augment en el nombre de datacions just a l'inici de la discontinuïtat climàtica (ca. 850 cal ANE), i, en canvi, una forta caiguda just al final de la discontinuïtat (750 cal ANE).

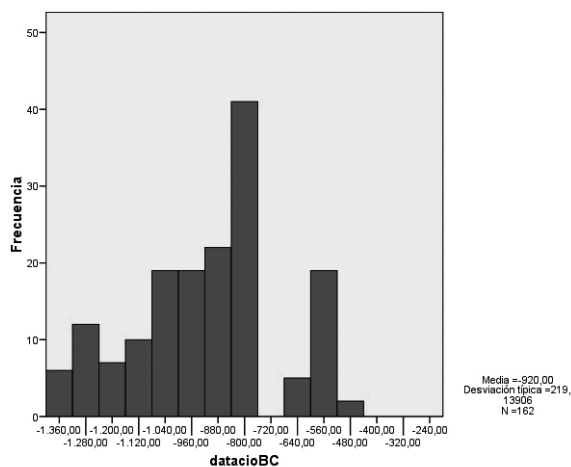


Figura 23. Histograma dels valors extrems inferior i superior dels intervals calibrats amb 95% de confiança acumulats per a totes les datacions disponibles amb desviació típica inferior a 80 anys entre 1350 i 400 cal. A.N.E.

Efectivament, passem de 14 llocs datats (i un total de 22 datacions) per al període 1.000-880 cal ANE, a 30 llocs datats (i 42 datacions) per al període 875-750 cal ANE. Aquestes dades són diferents de les obtingudes al centre d'Europa, on es menciona una major escassetat de contextos arqueològics, associada a èpoques de carestia i baixa productivitat del treball agrícola-ramader (Tinner *et al.* 2004), però són semblants als publicats per a l'Europa oriental (van Geel *et al.* 2004; Zaitseva *et al.* 2005), on el declivi de l'activitat solar es va traduir en un augment de la humitat i una major productivitat natural dels recursos vegetals, afavorint l'expansió poblacional. Per tant, convé tenir present la gran heterogeneïtat del canvi climàtic boreal-atlàntic, que adopta formes distintes a regions diferents (Swindles *et al.* 2007), així com la considerable diversitat a la resposta social a les fluctuacions en la productivitat natural dels recursos.

Si el gràfic de la suma de probabilitats de les datacions calibrades d'aquest període no registra aquest canvi, és perquè aquesta representació no està basada tant en les diferències en el nombre de datacions i/o de

14.- És important assenyalar l'antiguitat de les primeres importacions mediterrànies al baix Roina, amb cronologies que comencen al 978-792 cal ANE a Serrières i possiblement també a Chauve-Souris. Al Languedoc, l'interval és més imprecís, però existeix la possibilitat que també siguin anteriors al 850 cal ANE (Gascó 2001).

15.- A molts jaciments arqueològics mediterranis, la datació dels contextos arqueològics fenicis més antics per mitjà d'importacions de ceràmiques gregues, proporciona datacions que resulten sistemàticament uns 100 anys més baixes que per mitjà de datacions radiomètriques. Alguns autors suggereixen la hipòtesi de que els contextos més antics amb ceràmica grega del període Geomètric tardà haguessin de ser datats cap al 800 cal ANE i no al voltant del 770 cal ANE, com es feia fins ara (Nijboer 2005). Per a d'altres, les datacions de la mediterrània oriental no van en aquesta direcció (Fantalkin 2001, Sharon *et al.* 2007). Fins ara no s'han identificat ceràmiques gregues de l'estil geomètric tardà a Catalunya, però sí al sud de la península Ibèrica.

llocs datats, sinó en la longitud de l'interval de calibratge (vegeu Barceló en aquest mateix volum) (Fig. 21). La important discontinuïtat a partir del 750 cal ANE no és real, sinó una conseqüència de les particularitats de la corba de calibratge en aquest punt. No és cert que disminueixin els contextos arqueològics datats a partir d'aquesta data!

Les especials condicions climàtiques a partir del 850 cal ANE, motivades per una menor activitat solar (període fred), van provocar un augment en la producció de ¹⁴C. Entre el 760 i el 420 cal ANE, la concentració de ¹⁴C va tornar als seus valors "normals". Aquests fets es reflecteixen a la corba de calibratge com un pronunciat descens entre 850 i 760 cal ANE, que correspon a l'augment de ¹⁴C a l'atmosfera i un "altiplà" o corba plana, entre el 760 i el 400, quan disminueix l'excés de ¹⁴C (Dergachiev/Zaitseva 1999; Speranza *et al.* 2000; Gascó 2001; Michzynsky 2004; van der Plicht 2005). En disminuir l'excés, les fluctuacions en la concentració de ¹⁴C a l'atmosfera es van fer molt irregulars, covariant en relació a l'activitat solar, raó per la qual períodes molt breus amb gran quantitat de ¹⁴C succeïen a períodes amb escassa quantitat d'aquest isòtop. A aquestes circumstàncies, no hi ha forma de saber si una mostra orgànica és anterior, posterior o contemporània, ja que té més rellevància la quantitat de ¹⁴C a l'atmosfera al moment de "la seva mort", que la decadència normal del radiocarboni a la mostra a partir d'aquest moment (Michzynsky 2004). Matemàticament, això vol dir que el resultat del calibratge dels anys ¹⁴C en anys de calendari és molt més ambigu que en moments anteriors. La incertesa de l'interval de calibratge per a qualsevol fet arqueològic a partir del 750 cal ANE, augmenta sobtadament. Així, per exemple, la datació UBAR830, 2760±40 BP (Can Roqueta II), té intervals calibrats bastant curts: 971-804 (95%), 910-830 (68%) cal ANE. La incertesa augmenta a mesura que entrem en el tram

"pla" de la corba de calibratge. KIA24836, 2.620±35 BP (Can Roqueta/Can Piteu), té intervals calibrats més llargs que l'anterior: 880-672 (95%) i 820-780 (68%) cal ANE. La situació empitjora a partir del 2.570 BP. Beta98211, 2.570 ±40 BP (Barranc de Gàfols), té intervals calibrats enormement ambigus: 813-546 (95%), 800-620 (68%) cal ANE. Pitjor encara és la situació revelada per la datació Beta61505, 2.450±60 (Bauma del Serrat del Pont): 763-405 (95%), 620-400 (68%) cal ANE. La incertesa màxima s'arriba a datacions com UBAR90, 2.360±60 (Aldovesta), amb imprecisions de més de 500 anys després del calibratge: 753-233 (95%). L'error sistemàtic també contribueix a aquesta incertesa "augmentada". De disposar de suficients mostres datades pel mètode AMS, i si s'assolissin datacions amb desviacions típiques al voltant de 20 anys, els intervals calibrats d'aquest període serien molt més precisos (Gascó 2001). Per tant, poca informació cronològica rellevant es pot extreure de l'anàlisi estadística d'aquelles datacions posteriors al 750 cal ANE.

CONCLUSIONS

Els resultats de l'anàlisi estadística de les datacions radiomètriques disponibles per a l'interval 40.000-500 cal ANE posa de manifest les actuals deficiències de les dades. Hem d'assenyalar que, en general, i amb poques excepcions:

1. La majoria de mostres no procedeixen de contextos arqueològics tancats o dipòsits les relacions estratigràfiques dels quals siguin bé conegudes.
2. Les mostres datades no sempre representen el fet arqueològic que es vol datar.
3. Molt probablement, moltes de les mostres estan contaminades amb carbó més antic o més recent que el context a datar

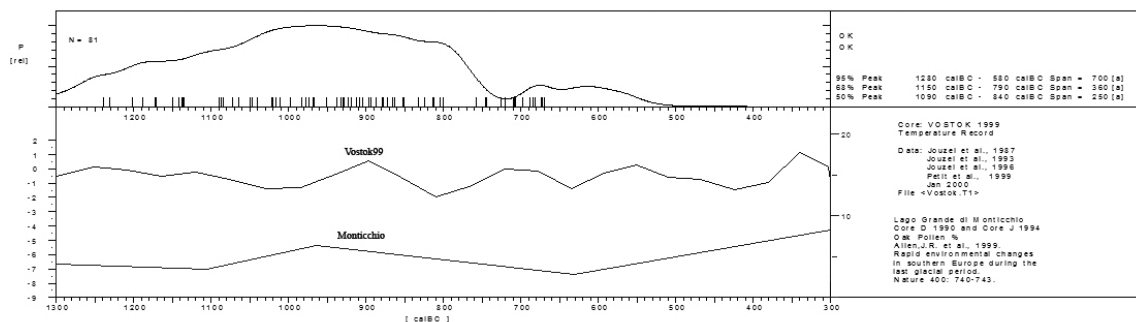


Figura 21. Comparació de les datacions de diferents contextos arqueològics amb ceràmiques acanalades d'estil antic (motius lineals horitzontals i verticals acanalats) ordenats geogràficament per comarques. S'han eliminat les datacions amb desviacions típiques superiors a 80 anys (programa CalPal2007, Weninger et al. 2008a, 2008b).

4. No s'han datat sistemàticament mostres de vida curta: llavors de cereal, aglans, ossos humans o animals, ossos cremats (no incinerats).
5. En cas de datació d'ossos no s'han considerat els possibles efectes reservori, ni els problemes derivats de la datació de col·làgena.
6. Poques vegades es disposa de més d'una mostra datada radiomètricament per fet arqueològic o context.
7. Falten anàlisi pel mètode AMS, que requereix menor quantitat de material orgànic i proporciona datacions amb menor error sistemàtic, aspecte que redunda en intervals calibrats més precisos.

Tradicionalment s'han considerat les datacions radiocarboniques separatament del context arqueològic que es vol datar. El resultat és que no podem arribar a determinar què és el que estem datant. Apliquem anàlisis estadístiques a les dades individuals i perdem de vista els fets arqueològics que volíem situar dins una escala temporal (vegeu Barceló en aquest mateix volum).

A pesar de tots aquests defectes i inconvenients, s'han obtingut resultats de gran interès històric.

L'objectiu d'aquest treball ha estat eliminar filtres subjectius que poguessin dur-nos a triar aquelles mostres datades que millor coincideixen amb hipòtesis apriorístiques. Això té avantatges i inconvenients. D'una banda, les sèries analitzades presenten massa "soroll que en ocasions impossibilita estimacions precises; d'altra banda, hem pogut objectivar la comparació de les dades existents, de manera que certes evidències de la dinàmica temporal dels fets arqueològics emergeixin del "soroll procedent dels errors de mesura i dels errors d'interpretació arqueològica. Els resultats són òbviament provisionals, i queden a l'espera que puguem comprendre els contextos particulars d'aquelles mostres que realment estiguin datant fets arqueològics precisos. Les irregularitats de la corba de calibratge no sempre constitueixen un inconvenient. Les modernes tècniques d'anàlisi estadística bayesiana (vegeu la discussió a Barceló en aquest mateix volum) haurien de proporcionar el mètode d'elecció a l'hora de combinar informació arqueològica i datació radiomètrica. Però si la informació arqueològica es ambigua o incompleta, una anàlisi bayesiana pot ser fins i tot perjudicial.

En absència d'aquesta informació, hem d'esperar a obtenir datacions amb la qualitat suficient.

AGRAÏMENTS

Aquest treball hauria estat impossible sense l'esforç infatigable d'E. Pons coordinant un nombrós equip d'arqueòlegs i arqueòlogues que varen localitzar les dades de radiocarboni a la bibliografia: X. Clop, J. Francès, J.M. Fullola, J.B. López, X. Lopez Cachero, E.

Pons, M. Saña, N. Soler, T. Palomo, X. Terrades i M. Vaquero. Tots ells varen ajudar a fer comprensibles les datacions. Informacions addicionals varen ser aportades per J. S. Mestres, M. Molist, P. Martínez, R. Piqué, N. Rafel i pel Servei d'Arqueologia i Paleontologia de la Generalitat de Catalunya, especialment d'A. Martín, D. Ortega i G. Hernández. Agraïm a tothom que ha col·laborat en la sistematització i enriquiment de les dades. Especial rellevància mereix la col·laboració del Museu Nacional d'Arqueologia de Catalunya, en especial de R. Buxó, per la seva ajuda en la publicació de la base de dades a Internet. Estic agraït a A. Gilboa, A. Nijboer i S. Van Willigen per les informacions sobre els seus treballs que em varen fer arribar. Entre d'altres companys, F. X. López Cachero, X. Clop, J. Estévez, R. Micó, E. Pons varen fer importants comentaris a una versió prèvia d'aquest treball. Si be no sóc enterament responsable de les dades, sí que assumeixo tots els errors que puguin existir a l'anàlisi presentat en aquest article.

Part d'aquesta investigació s'ha fet amb fons procedents del projecte de recerca HUM2006-01129/HIST "El uso de técnicas geocomputacionales y geoestadísticas en arqueología espacial" (Ministerio de Educación y Ciencia. Plan Nacional de I+D+i).

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ALLEN, J.R.M., BRANDT, U., BRAUER, A. *et al.* 1999, Rapid environmental changes in southern Europe during the last glacial period, *Nature* 400, 740-743.
- ALLEY, R.B., MAYEWSKI, P.A., SOWERS, T. *et al.* 1997, Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago, *Geology* v. 25, 6, 483-486.
- AUBET, M.E. 2001, *Tiro y las colonias fenicias de Occidente*, Barcelona, Editorial Crítica.
- BAR-MATTHEWS, M., AYALON, A. KAUFMAN, WASSERBURG, G.J. 1999, The Eastern Mediterranean Paleoclimate as a Reflection of Regional Events: Soreq Cave, Israel, *Earth and Planetary Science Letters* 166, 1-2, 85 i ss.
- BAR-MATTHEWS, M., AYALON, A., GILMOUR, M. *et al.* 2003, Sea-land Oxygen Isotopic Relationships from Planktonic Foraminifera and Speleothems in the Eastern Mediterranean Region and their Implication for Paleorainfall during Interglacial Intervals, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 67, 17, 3181-3199.
- BAUER, E., GANOPOLSKI, A., MONTOYA, A. 2004, Simulation of the cold climate event 8200 years ago by meltwater outburst from Lake Agassiz, *Paleoceanography* 19/3, 3014 i ss.
- BECKER, B. & B. KROMER, 1993, The continental tree-ring record: absolute chronology, ¹⁴C calibration

- and climatic change at II ka, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 103, 67-71.
- BENITO, G., 2006, Riesgos de inundaciones: tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el cambio climático. *Rev. C. & G.* 20 (3-4), 29-44.
- BERNABEU, J. 2002, The social and symbolic context of Neolithization, *Saguntum Extra* 5, 209-233.
- BINDER, D., MAGGI, R. 2001, Le Néolithique ancien de l'arc liguro-provençal, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 98 (3), 411-422.
- BLASCO, A., EDO, M., VILLALBA, M.J., SAÑA, M. 2005, Primeros datos sobre la utilización sepulcral de la cueva de Can Sadurní (Begues, Baix lobregat) en el Neolítico cardial, in Arias, P., Ontañon, R., García, C. (eds.) *III Congreso de Neolítico de la Península Ibérica*, Santander, Universidad de Cantabria, 625-634.
- BOTTO, M. 2005, Per una riconsiderazione della cronologia degli inizi della colonizzazione fenicia nel Mediterraneo centro-occidentale, in Bartoloni, G., Delpino, F. (eds.) *Oriente e Occidente: metodi e discipline a confronto. Riflessioni sulla cronologia dell'età del ferro in Italia, Atti dell'Incontro di studi, Roma, 30-31 ottobre 2003*, Pisa, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 579-628.
- CARRIÓN, J.S., FUENTES, N., GONZÁLEZ-SAMPER, P. et al. 2007, Holocene environmental change in a montane region of southern Europe with a long history of human settlement, *Quaternary Science Reviews* Volume 26, Issues 11-12, 1455-1475.
- CASTRO, P.V., LULL, V., MICO, R. 1996, *Cronología de la Prehistoria Reciente de la Península Ibérica y Baleares* (c. 2800-900 cal. ANE), Oxford, ArchoPress (BAR International series 652).
- CATTO, N. 2005, Quaternary of the Mediterranean basin and Western Asia: Marine and terrestrial processes and palaeoenvironments, *Quaternary International* 140-141, 1-3.
- CLOP, X. 2007, *Materia Prima, Cerámica y Sociedad*, Oxford, ArchoPress (BAR International series 1660).
- CULLEN, H.M., DEMENOCAL, P.B., HEMMING, S. et al. 2000, Climate change and the collapse of the Akkadian Empire; evidence from the deep sea, *Geology* 28, 379-382.
- DAVID-ELBIALI, M., DUNNING, C. 2005, Le cadre chronologique relatif et absolu au nord-ouest des Alpes entre 1060 et 600 av. J.-C., in Bartoloni, G., Delpino, F. (eds.) *Oriente e Occidente: metodi e discipline a confronto. Riflessioni sulla cronologia dell'età del ferro in Italia, Atti dell'Incontro di studi, Roma, 30-31 ottobre 2003*, Pisa, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 145-195.
- DAVIS, J.C., 2002, *Statistics and Data Analysis in Geology*. Nova York, John Wiley (3ª edició).
- DAVISON, K., DOLUKHANOV, P. M., SARSON, G. R., SHUKUROV, A., ZAITSEVA, G. I. 2007, A Pan-European model of the Neolithic, *Documenta Praehistorica* 34.
- DERGACHEV, V.A., RASPOPOV, O.M., VAN GEEL, B., ZAITSEVA, G.I. 2004, The 'Sterno-Etrussia' geomagnetic excursion around 2700 BP and changes of solar activity, cosmic ray intensity, and climate, *Radiocarbon* 46(2), 661-681.
- DERGACHEV, V., ZAITSEVA, G. 1999, Archaeology and geophysical evidence of a 2400 year cycle in natural processes during the Holocene, in Evin, J., Oberlin, C., Daugas, J.P., Salles, J.F. (eds.), *C14 and Archaeology. 3rd International Symposium, Lyon 6-10 april 1998*, Lyon, Société Préhistorique Française, 93-98.
- DOCTER, R. F., NIEMEYER, H. G., NIJBOER, A. J., VAN DER PLICHT, H. 2005, Radiocarbon dates of animal bones in the earliest levels of Carthage, in Bartoloni, G., Delpino, F. (eds.) *Oriente e Occidente: metodi e discipline a confronto. Riflessioni sulla cronologia dell'età del ferro in Italia, Atti dell'Incontro di studi, Roma, 30-31 ottobre 2003*, Pisa, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 557-577.
- ESTÉVEZ, J. 2005, *Catástrofes en la Prehistoria*, Barcelona, Edicions Bellaterra.
- FANTALKIN, A. 2001, Low chronology and the Greek Protogeometric and Geometric pottery in the southern Levant, *Levant* 33, 117-125.
- FRIEDRICH, M. HENNIG, H., 1996, Dendrodate for the Wehringen Iron Age wagon grave (778± 5 BC). *Journal of European Archaeology* 4, 281-303.
- FUENTES, N., GARCÍA-MARTÍNEZ, M.S., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. et al. 2005, Degradación ecológica y cambio cultural durante los últimos cuatro mil años en el sureste ibérico semiárido, *Anales de Biología* 27, 69-84.
- GASCÓ, J. 2001, La datation absolue de la Protohistoire du XXII^e au VIII^e siècle avant notre ère dans le sud de la France, *Documents d'Archéologie Méridionale* 24, 221-229.
- GILBOA, A., SHARON, I. 2003, An archaeological contribution to the early Iron Age chronological debate: alternative chronologies for Phoenicia and their effects on the Levant, Cyprus and Greece, *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 332, 7-80.
- GIRAUD, J.P., PONS, F., JANIN, T. 2003, *Nécropoles protohistoriques de la région de Castres (Tarn). Le Causse, Gourjade, Le Martinet*, Volume 1 : Études et synthèses, Paris, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- GKIASTA M., RUSSELL, T., SHENNAN, S., STEELE, J. 2003, Neolithic transition in Europe: the radiocarbon record revisited, *Antiquity* 77, 45-62.
- GOY J.L., ZAZO C., DABRIO C.J. 2003, A beach-ridge progradation complex reflecting periodical sea-level and climate variability during the Holocene (Gulf of

- Almería Western Mediterranean). *Geomorphology* 50, 251-268.
- GRABNER, M., KLEIN, A., GEIHOFFER, D. *et al.* 2007, Bronze age dating of timber from the salt-mine at Hallstatt, Austria, *Dendrochronologia* 24, 61-68.
- HAGENS, G., 2006, Testing the Limits: Radiocarbon Dating and the End of the Late Bronze Age, *Radiocarbon* 48, 8-100.
- JALUT G., ESTEBAN AMAT A., BONNET L. *et al.* 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean from south-east France to south-east Spain, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160, 255-290.
- KLITGAARD-KRISTENSEN, D., SEJRUP, H.P., HAFILDASON, H. *et al.* 1998. A regional 8200 cal. yr BP cooling event in northwest Europe, induced by final stages of the Laurentide ice-sheet deglaciation, *Journal Quaternary Science* 13 (2), 165-169.
- KUNIHOLM, P.I., NEWTON, M.W., GRIGGS, C. B., SULLIVAN, P. J. 2005, Dendrochronological Dating in Anatolia: the Second Millennium B.C.: Significance for Early Metallurgy, Deutsches Bergbau-Museum (<http://dendro.cornell.edu/articles/kuniholm2005.pdf>).
- LEVY, T., HIGHAM, T. (eds.) 2005, *The Bible and Radiocarbon Dating*, London, Equinox Publishing, Ltd.
- LOPEZ CACHERO, J.J. 2007, Sociedad y economía durante el Bronce Final y la primera Edad del Hierro en el Noreste Peninsular: una aproximación a partir de las evidencias arqueológicas, *Trabajos de Prehistoria* vol. 64 (1), 99-120.
- MANNING, S.W. 1999, *A test of Time. The Volcano of Thera and the chronology and history of the Aegean and east Mediterranean in the mid second millennium BC*, Oxford, Oxbow Books.
- MANNING, S., KROMER, B., KUNIHOLM, P.I., NEWTON, M. 2001, Anatolian Tree Rings and a New Chronology for the East Mediterranean Bronze-Iron Ages, *Science* 294,5551, 2532-5.
- MANNING, S., KROMER, B., KUNIHOLM, P.I., NEWTON, M. 2003, Confirmation of near-absolute dating of east Mediterranean Bronze-Iron Dendrochronology, *Antiquity* 77, 295, Project Gallery.
- MARTÍN, A., MESTRES, J.S. 1996, Calibración de las fechas radiocarbónicas y su contribución al estudio del neolítico catalán, *Rubricatum* 1, vol. 2, 791-804.
- MARTÍNEZ-MORENO, J., MORA TORCAL, R., CASANOVA I MARTÍ, J. 2007, El contexto cronométrico y tecno-tipológico durante el Tardiglaciario y Postglaciario de la vertiente sur de los Pirineos orientales, *Revista Arqueològica de Ponent* No. 16-17, 7-44.
- MERKYTE, I. 2003, The Mesolithic Syndrome in Southern Europe, *Acta Archaeologica* vol. 74, 307-317.
- MESTRES, J.S., MARTIN, A. 2002, Periodització des de la Fi del neolític fins a l'Edat del Bronze a la catalunya Sud-Pirinenca. Cronologia Relativa i Absoluta, *in Pirineus i veïns al 3er mileni A.C.* XII Col.loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà, Puigcerdà, Institut d'estudis Ceretans, 77-130.
- MICÓ, R. 2005. *Cronologia Absoluta y Periodización de la Prehistoria de las Islas Baleares*, British Archaeological Reports, International Series, 1373. Òxford, Archaeopress.
- MICHCZYNSKI, A., 2004, Problems of construction of a radiocarbon chronology for the time period 900-300 cal BC, *in SCOTT, E.M. et al.*, (eds.) *Impact of the Environment on Human Migration in Eurasia*, Kluwer academic, 117-123.
- NEWTON, M. W., WARDLE, K. A., KUNIHOLM, P. I. 2005, Dendrochronology and Radiocarbon Determinations from Assiros and the Beginning of the Greek Iron Age *in Το Αρχαιολογικό Έργο Στή Μακεδονία Και Στή Θρακη* 17, 2003, a.k.a., the AETΘ Conference, or Conference of Archaeological Research in Macedònia & Thrace, held in Thessaloniki, 2003, 173-1.
- NIJBOER, A.J. 2005, La cronologia assoluta dell'età del ferro nel Mediterraneo: dibattito sui metodi e sui risultati, *in Bartoloni, G., Delpino, P. (eds.) Oriente e Occidente: metodi e discipline a confronto. Riflessioni sulla cronologia dell'età del ferro in Italia, Atti dell'Incontro di studi, Roma, 30-31 ottobre 2003. Mediterranea, 1 (2004)*, Pisa: Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 527-556,
- NIJBOER, A.J. 2006a, The Iron Age in the Mediterranean: A Chronological Mess or 'Trade Before the Flag, Part II, *in The Iron Age in the Mediterranean*, Ancient West and East 4 no. 2, 255-277, Leiden, Brill.
- NIJBOER, A.J. 2006b, An interpretation of the radiocarbon determinations of the oldest indigenous-Phoenician stratum thus far excavated at Huelva, Tartessos (south-west Spain), *Bulletin Antieke Beschaving* 81, 31-36.
- NIJBOER, A. J., VAN DER PLICHT, J., BIETTI SESTIERI, A. M., DE SANTIS, A. 1999-2000, A high chronology for the early Iron Age in central Italy, *Palaeohistoria* vol. 41-42, 163-176.
- PACCIARELLI, M. 2005, 14C e correlazioni con le dendrodate nordalpine: elementi per una cronologia assoluta del Bronzo finale 3 e del primo Ferro dell'Italia peninsulare, *in Bartoloni, G., Delpino, P. (eds.) Oriente e Occidente: metodi e discipline a confronto. Riflessioni sulla cronologia dell'età del ferro in Italia*, Atti dell'Incontro di studi (Roma, 30-31 ottobre 2003), *Mediterranea* 1 (2004), Pisa, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 81-90.
- REIMER, P.J., BAILLIE, M.G.L., BARD, E. *et al.* 2004, IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26 - 0 ka BP. *Radiocarbon* 46, 1029-1058.

- RICO, M. 2004, *Las paleocrecidas en la cuenca media del Río Segre durante el Pleistoceno superior-Holoceno: registros morfosedimentarios y análisis hidrológico*, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.
- SCHMIDT, B., GRUHLE, W. 2003, Niederschlagsan-
kungen in Westeuropa während der letzten 8.000
Jahre. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 33. Heft 2,
281-300.
- SHARON, I., GILBOA, A., JULL, A. J. T., BOARETTO,
E. 2007, Report on the First Stage of the Iron Age
Dating Project in Israel: Supporting a Low Chronology,
Radiocarbon 49/1, 1-46.
- SPERANZA, A., VAN DER PLICHT, J., VAN GEEL, B.
2000, Improving the time control of the
Subboreal/Subatlantic transition in a Czech peat
sequence by ^{14}C wiggle-matching, *Quaternary
Science Reviews* 19, 1589-1604.
- STAUBWASSER, M., SIROCKO, F., GROOTES, P.M.,
SEGL, M. 2003, Climate Change at the 4.2 ka BP ter-
mination of the Indus Valley civilization and Holocene
South Asian monsoon variability. *Geophysical Research
Letters* 30 (8), 7.1-7.4.
- SWINDLES, G.T., PLUNKETT, G., ROE, H.M. 2007, A
delayed climatic response to solar forcing at 2800 cal.
BP: multiproxy evidence from three Irish peatlands, *The
Holocene* 17, 2, 177-182
- THORNDYCRAFT V.R., BENITO G. 2006, The
Holocene fluvial chronology of Spain: Evidence from a
newly compiled radiocarbon database, *Quaternary
Science Reviews* 25, 223-234.
- THORNDYCRAFT, V., BENITO, G., RICO, M. *et al.*
2005, Palaeoflood hydrology of the Llobregat River, NE
Spain: a 3000 year record of extreme floods, *Journal of
Hydrology* 313 (1-2), 16-31.
- TINNER, W., LOTTER, A.F., AMMANN, B. *et al.* 2003,
Climatic change and contemporaneous land-use pha-
ses north and south of the Alps 2300 BC to 800 AD,
Quaternary Science Reviews 22 (14), 1447-1460;
- TORRES ORTIZ, M. 1998, La cronología absoluta
Europea y el inicio de la colonización fenicia en occi-
dente: implicaciones cronológicas en Chipre y el próxi-
mo oriente, *Complutum* 9, 49-60.
- TRACHSEL, M., *Untersuchungen zur relativen und
absoluten Chronologie der Hallstattzeit*, Bonn,
Univ.forsch. z. prähist. Arch. 104.
- VAN GEEL, B. BUURMA, J., WATERBOLK, H.T. 1996.
Archaeological and Palaeoecological indications for an
abrupt climatic change in the Netherlands, and eviden-
ce for climatological teleconnections around 2650 BP,
Journal Quaternary Sciences 11, 451-460.
- VAN GEEL, B., VAN DER PLICHT, J., KILIAN, M.R. *et al.*
1998, The sharp rise of $\delta^{14}\text{C}$ at ca. 800 cal. BC.
Possible causes, related climatic teleconnections and
the impact on human environments, *Radiocarbon* 40,
335-350.
- VAN GEEL, B., BOKOVENKO, N.A. BUROVA, N.D. *et al.*
2004, Climate change and the expansion of the
Scythian culture after 850 BC: a hypothesis, *Journal of
Archaeological Science* 31, 1735-1742
- VAN DER PLICHT, J. 2005, Radiocarbon, the
Calibration Curve And Scythian Chronology, in SCOTT,
E.M. *et al.* (eds.) *Impact of the Environment on Human
Migration in Eurasia*, Kluwer, 45-61.
- VAN DER PLICHT, J., VAN GEEL, B., BOHNCKE,
S.J.P. *et al.* 2004, The Preboreal climate reversal and a
subsequent solar-forced climate shift, *Journal of
Quaternary Science* 19, 263-269.
- VAN WILLIGEN, S., HAJDAS, I., BONANI, G. 2006,
Nouvelles données concernant la chronologie interne
du cardial Franco-ibérique en France méditerranéenne,
Actas del IV Congreso Neolítico Peninsular, Alicante.
- VAN WILLIGEN, S., HAJDAS, I., BONANI, G. 2008,
New radiocarbon dates for the early Neolithic of wes-
tern Mediterranean, *C14 in Archaeology Symposium*
Swis Federal Institute of Technology ([http://www.c14
archaeology.ethz.ch/ProgramAbstracts.pdf](http://www.c14
archaeology.ethz.ch/ProgramAbstracts.pdf))
- WARD, G.K., WILSON, S.R. 1978, Procedures For
Comparing And Combining Radiocarbon Age
Determinations: A Critique, *Archaeometry* 20 (1), 19-31
- WEISS, H. 2001, Prehistoric and early historic West
Asian responses to abrupt climate change, *Monsoon* 3,
108.
- WEISS, H., COURTY, M.-A., WETTERSTROM, W. *et al.*
1993, The genesis and collapse of third millenium
north mesopotamian civiltation, *Science* 261, 995-
1003.
- WENINGER, B., ALRAM-STERN, E., BAUER, E. *et al.*
2006a, Die Neolithisierung von Südosteuropa als Folge
des abrupten Klimawandels um 8200 calBP, in
Gronenborn, D. (ed.) *Klimaveränderung und
Kulturwandel in neolithischen Gesellschaften
Mitteleuropas 6700-22 v. Chr.*, Römisch-Germanisches
Zentral Museum Tagungen Band, vol. 1, 75-117.
- WENINGER, B., ALRAM-STERN, E., BAUER, E. *et al.*
2006b, Climate forcing due to the 8200 cal yr BP event
observed at Early Neolithic sites in the eastern
Mediterranean, *Quaternary Research* 66, 401-420.
- WENINGER B., JÖRIS, O., DANZEGLOCKE, U.
2008a, *CalPal-2007. Cologne Radiocarbon Calibration
& Palaeoclimate Research Package*, [http://www.cal
pal.de](http://www.cal
pal.de)
- WENINGER B., JÖRIS, O., DANZEGLOCKE, U.
2008b, *Comparison of Dating Results achieved using
Different Radiocarbon-Age Calibration Curves and
Data*, [http://www.calpal.de/calpal/files/CalCurveCom-
parisons.pdf/](http://www.calpal.de/calpal/files/CalCurveCom-
parisons.pdf/)
- ZAITSEVA, G.I., CHUGUNOV, K.V., BOKOVENKO,
N.A. *et al.* 2005, Chronological Study Of
Archaeological Sites And Environmental Change
Around 2600 BP in the Eurasian Steppe Belt (Uyuk

valley, Tuba Republic), *Geochrono-metria* (Journal on Methods and Applications of Absolute Chronology) Vol. 24, 97-107,
ZAPATA, L., PEÑA-CHOCARRO, L., PÉREZ-JORDÁ, G., STIKA, H.P. 2004, Early Neolithic Agriculture in the Iberian Peninsula, *Journal of World Prehistory* Vol. 18 (4), 283-325.

ZAZO, C. 2006, Cambio climático y nivel del mar: la península ibérica en el contexto global, *Revista C & G*. 20 (3-4), 115-130.
ZILHAO, J. 2001, Radiocarbon evidence for maritime pioneer colonization at the origins of farming in west Mediterranean Europe, *Proceedings Natural Academy of Sciences USA* 98 (24), 14180-14185.