

Noves dades arqueometal·lúrgiques de la fase del Bronze final i primera Edat del Ferro a la cova de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat)

Nuevos datos arqueometalúrgicos de la fase del Bronce final y Primera Edad del Hierro en la cueva de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat)

New archaeometallurgical data of the late Bronze Age and early Iron Age phase from the Can Sadurní cave (Begues, Baix Llobregat)

GERARD FERNÀNDEZ MOLINA

Universitat de Barcelona. Institut d'Arqueologia de la Universitat de Barcelona. Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP)
C/ Montalegre, 6-8, E-08001 Barcelona

gfernandez@ub.edu

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9985-1782>

MANUEL EDO BENAIGES

CIPAG (Col·lectiu per la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia del Garraf-Ordal). Institut d'Arqueologia de la Universitat de Barcelona

Passeig de l'Església 1, E-08859 Begues

cipagmedo@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9997-9148>

L'article aporta noves dades sobre el coneixement de la fase del Bronze final documentada a la cova de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat), a partir de l'estudi tipològic i arqueomètric d'una agulla de cap enrotllat i dues puntes de fletxa de tipus mailhacià, a les quals s'han realitzat anàlisis de composició per fluorescència de raigs X (ED-pXRF) i també de provenença a partir dels estudis d'isòtops de plom (MC-ICP-MS). Els resultats mostren la circulació de matèria primera amb diferents orígens, del Midi francès i de Linares (Jaén), i permeten inferir sobre la mobilitat i les diferents xarxes d'aprovisionament dels minerals.

PARAULES CLAU

BRONZE FINAL, ARQUEOMETAL·LÚRGIA, ED-PXRF, ISÒTOPS DE PLOM, NORD-EST DE LA PENÍNSULA IBÈRICA, PROTOHISTÒRIA

El artículo proporciona nuevos datos sobre el conocimiento de la fase del Bronce final documentada en la cueva de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat), a partir del estudio tipológico y arqueométrico de un alfiler de cabeza enrollada y dos puntas de flecha de tipo mailhaciense, a los que se han realizado análisis de composición por fluorescencia de rayos X (ED-pXRF) y también de proveniencia a partir de los estudios de isótopos de plomo (MC-ICP-MS). Los resultados muestran la circulación de materia primera con diferentes orígenes, del Midi francés y de Linares (Jaén), y permiten inferir sobre la movilidad y las diferentes redes de aprovisionamiento de los minerales.

PALABRAS CLAVE

BRONCE FINAL, ARQUEOMETALURGIA, ED-PXRF, ISÓTOPOS DE PLOMO, NORDESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA, PROTOHISTORIA

This article provides new data on the knowledge of the late Bronze Age phase documented in the cave of Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat), through the typological and archaeometrical study of a roll-head pin and two Mailhacian-type arrowheads. Elemental composition analysis by means of X-ray fluorescence (ED-pXRF) and also provenance studies by lead isotope analysis (MC-ICP-MS) have been applied to all individuals. The results provide evidence for the circulation of metal with different origins, from the south of France and Linares (Jaén), and allow us to understand better mobility and the different networks supplying minerals.

KEY WORDS

LATE BRONZE AGE, ARCHAEOMETALLURGY, ED-PXRF, LEAD ISOTOPE ANALYSIS, NORTH-EASTERN OF THE IBERIAN PENINSULA, PROTOHISTORY

1. Introducció

1.1. Situació geogràfica i història de les excavacions

La cova de Can Sadurní se situa dins el terme municipal de Begues (Baix Llobregat, Barcelona), a uns dos kilòmetres al nord-oest de la població. Les seves coordenades cartogràfiques estimades UTM són en el fus 31 de 409085E i 457877N, i la seva posició altitudinal és de 421 msnm (fig. 1). La cavitat es troba emplaçada sobre el vessant solà de les muntanyes de l'Ordal, integrades dins el complex calcari del massís del Garraf, tot ocupant un espai en altura, dominant sobre el pla de Begues, una conca hidrogràfica tancada en forma de poliè, considerada una de les majors àrees fèrtils del massís. Així, malgrat l'aparença abrupta de l'entorn, la cova de Can Sadurní es concep com un espai estratègic, cruïlla de camins entre la plana penedesenca, la desembocadura del Llobregat, i la mar Mediterrània, propici per al desenvolupament de diferents activitats antròpiques.

El jaciment forma part d'un conjunt geològic constituït per dues àrees interrelacionades, d'una banda, una terrassa exterior de forma semicircular d'aproximadament 400 m², resultat de la formació d'una depressió doliniforme, i de l'altra, una cavitat interior, pròpiament la cova de Can Sadurní, formada per l'acció carsticotectònica, que actua com

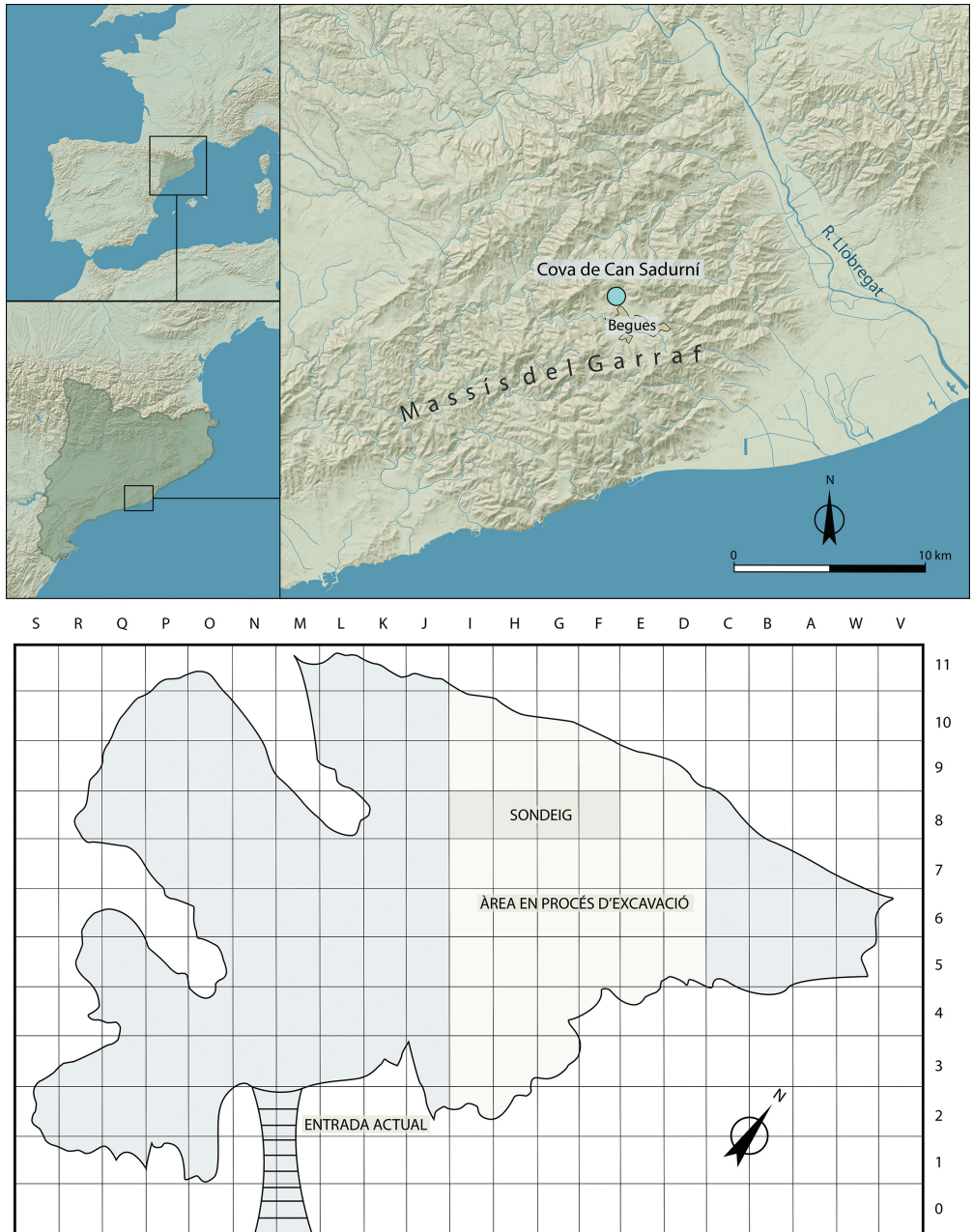


Figura 1. Situació geogràfica i planimetria de la cova de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat, província de Barcelona).

a desguàs de la mateixa dolina (Edo *et al.*, 2016: 84). L'interior de la cova consta d'una gran galeria amb una superfície aproximada de 190 m², que s'orienta en direcció nord-est (fig. 1). Al centre d'aquest espai és on s'han desenvolupat la major part de les intervencions arqueològiques, mentre que els laterals, disposats a la part oest i sud-oest, resten encara per excavar.

La cavitat ja era coneguda d'antic, puix la masia veïna de Can Sadurní, de qui rep actualment el nom, apareix documentada al segle xv com el «Mas de la Spluga» (Edo *et al.*, 2011). No obstant això, la seva redescoberta tingué lloc l'any 1945 per part del senyor Sadurní Vendrell, antic propietari de la finca on se situa la masia esmentada i a la qual pertany la cova (Blasco *et al.*, 1982). De llavors ençà, la cova ha estat objecte de diferents activitats que han afectat la seva estratigrafia. Durant els anys posteriors a la Guerra Civil, es té constància que el senyor Sadurní l'emprà per al cultiu de xampinyons, una pràctica coneguda en altres coves d'arreu del territori. Al llarg dels anys 1960 i 1970, tant l'espai interior com l'exterior de la cova patiren una sèrie de remocions i espolis intencionats amb motiu de l'augment de l'activitat excursionista de la zona, fet que comportà la pèrdua d'una part de la informació dels estrats i capes més superficials, com ho demostren les seccions del jaciment, on encara són visibles els negatius d'algunes d'aquestes pràctiques clandestines.

No va ser fins a l'any 1978, que van tenir lloc les primeres tasques arqueològiques de caràcter legal sobre el jaciment, amb l'inici de les excavacions sistemàtiques per part del Grup de Recerques Arqueològiques de Gavà. Arran del potencial arqueològic de la cova i d'altres jaciments de l'entorn, l'activitat investigadora i de difusió del patrimoni d'aquesta part del massís del Garraf es veié reforçada l'any 2007 per la creació del Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia del Garraf-Ordal (CIPAG), que des d'aleshores ha canalitzat la recerca a Can Sadurní a través de diferents projectes d'investigació (Edo *et al.*, 2016: 82).

Les tasques arqueològiques fetes a Can Sadurní al llarg dels darrers quaranta anys han posat de manifest una seqüència estratigràfica especialment completa, formada per una consecució de quatre grans estrats, dividits en un total de trenta-tres capes arqueològiques, cadascuna d'elles, vinculada a un episodi cultural diferent i que, en definitiva, fan palesa una ocupació aparentment ininterrompuda de la cavitat, que s'estén, de moment, des de l'epipaleolític, fins a l'edat moderna (Edo *et al.*, 2016: 84).

1.2. L'etapa del Bronze al jaciment

La fase de la cova associada a l'Edat del Bronze s'emplaça dins l'estrat I i ve determinada per la capa 8. Es tracta d'una capa amb una potència aproximada de 30-40 cm (Villalba Ibáñez *et al.*, 1998: 22; Edo *et al.*, 2011: 85), la qual, tot i no presentar el mateix grau d'afectació que les capes superiors, restà en part seccionada per la denominada «Rasa 2», perdent la informació del que contenia al seu interior. No obstant això, la resta de quadres

verges es pogueren excavar amb la metodologia arqueològica corresponent, permetent la distinció de tres subcapes: 8a, corresponent a un nivell de terra; 8b, constituïda per un nivell fi de petites pedres; i 8c, un darrer nivell de sediment.

Aquest conjunt de subcapes engloba una seqüència estratigràfica força compacta, compresa entre la capa 7 (iberoromana) i la capa 9 (Neolític final-Calcolític), que abasta una cronologia que va del Bronze inicial fins al Bronze final. Val a dir, però, que la majoria dels materials apareguts pertanyen al Bronze inicial, i es relacionen amb un moment d'ús de la cavitat per a l'establiment (Edo *et al.*, 2011: 86). En canvi, els elements corresponents al Bronze final s'han detectat a la part superior de la subcapa 8a, i també com a intrusions a la capa 7, ja que aquesta capa és el resultat de l'anivellament antròpic del sòl de la cavitat, que va comportar remocions i alteracions de la capa subjacent (Villalba Ibáñez *et al.*, 1998: 28; Edo *et al.*, 2011: 92).

Els materials ceràmics que, de manera genèrica, es relacionen amb aquesta fase final de l'Edat del Bronze estan constituïts, d'una banda, per ceràmica a mà, llisa, fina, de superfície brunyida, vores bisellades, perfils carenats i formes bitroncocòniques i, de l'altra, per ceràmica grollera, decorada amb cordons i impressions digitades i amb perfils en «S», característica darrera que, sigui dit, també s'associa a la primera Edat del Ferro. Tanmateix, a pesar de les limitacions estratigràfiques esmentades, també s'han pogut documentar alguns elements que han permès identificar dues subfases diferents, corresponents al Bronze final IIIa i al Bronze final IIIb.

Pel que fa al Bronze final IIIa, s'han recuperat nombrosos fragments decorats amb acanalats diversos, de bandes paral·leles o motius geomètrics denominats «grecques» (fig. 2.1 i 2.2). Aquests materials s'han vinculat a la presència d'urnes i tapadores que respondrien a un ús funerari de la cova, malgrat que no es tingui constància de restes de cremació (Edo *et al.*, 2011: 92-93). Així mateix, aquesta fase es veu complementada per una datació radiocarbònica calibrada que proporcionà la data 2920 ± 100 BP (1403-896 cal. aC), que concordaria amb la cultura material descrita (Manel *et al.*, 2011: 92).

Respecte a l'ocupació del Bronze final IIIb, cal destacar l'existència d'uns quants fragments ceràmics pertanyents al grup Mailhac I, caracteritzats per la tècnica decorativa de la doble incisió, i d'altres d'influència mailhaciana, corresponents al grup selvatà «Bora Tuna», amb decoració de triple traç incís, així com algun exemplar que combina ambdós tipus de decoracions (Edo *et al.*, 2011: 93) (fig. 2.3). Certament, però, és oportú tenir en compte que les datacions radiocarbòniques fetes en alguns estudis permetrien allargar el *terminus ante quem* d'aquests elements al nord-est peninsular fins al segle VII aC (Alarcós *et al.*, 2007: 172). Al marge d'això, cal tenir present que la majoria d'aquests fragments provenen de l'espòli de la cova, i només dos fragments, decorats amb incisions triples, van ser extrets durant les intervencions arqueològiques.

Pel que fa al conjunt de materials metàl·lics corresponents al Bronze final, val a dir que aquest no és excessivament nombrós, i el seu estudi s'ha vist condicionat per l'espòli clandestí del jaciment, així com pels diferents processos postdeposicionals esmentats, que han limitat el seu coneixement, el qual ha quedat diluït en diferents treballs que els han

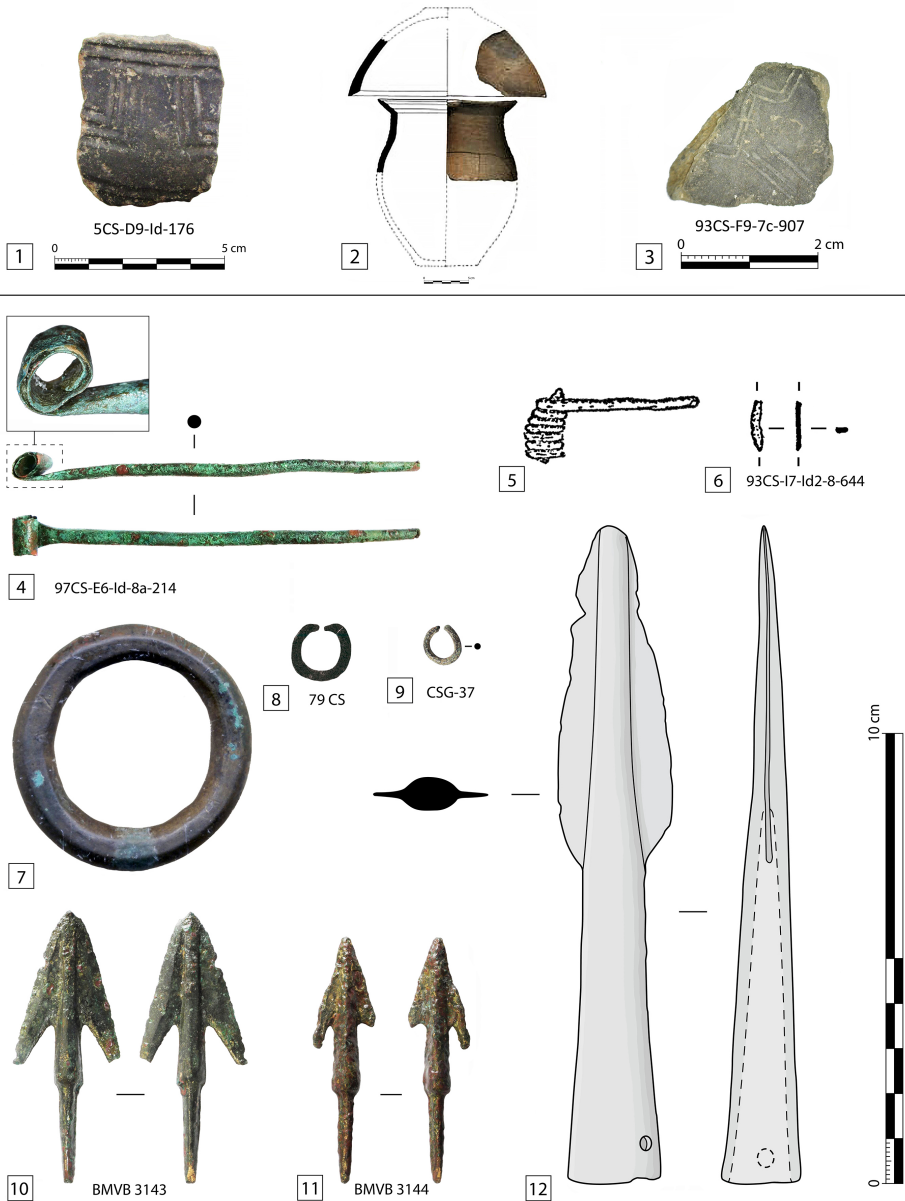


Figura 2. Principals tipus ceràmics i conjunt de materials de base coure associats a la capa 8 de la cova de Can Sadurní; 1-2. Fragments amb decoració acanalada; 3. Fragment amb decoració de doble i triple incisió; 4. Agulla de cap enrotllat; 5. Fíbula de doble ressort; 6. Tija; 7. Anella; 8-9. Anella oberta; 10-11. Sageta; 12. Punta de llança. (número 5 segons Vega i Rosella, 1975; 2, 6, 7, 8 CIPAG; 12 modificació basada en Lagarda, 1985 i Petit i Mendizábal, 1985).

tractat d'una manera superficial (Vega i Rosella, 1975; Masachs, 1975) o bé d'una manera indirecta, integrats dins d'estudis més genèrics (Lagarda, 1985; Petit i Mendizábal, 1985; Blasco, 1993; Blasco *et al.*, 2009; Edo *et al.*, 2011).

Els objectes de base coure que es van localitzar en el transcurs de les intervencions arqueològiques són dos: una agulla de cap enrotllat (97CS-E6-Id-8a-214), i una anella oberta (79CS) (fig. 2.4 i 8). Si més no, cal destacar un fragment de tija (93CS-I7-Id2-8-644), també de base coure (fig. 2.6) que pertany a un objecte indeterminat, associat a la capa 8, però del qual no se'n pot precisar la cronologia, per bé que correspondria a l'Edat del Bronze (Edo *et al.*, 1996, fig. 45).

La resta del material, que tipològicament podria estar vinculat a aquesta fase, procedeix dels sondeigs i remocions practicats amb anterioritat al 1978, data d'inici de les excavacions, entre els quals figuren diversos elements de base coure: dues puntes de fletxa amb aletes i peduncle de tipus mailhacià (BMVB 3143 i 3144) (fig. 2.10 i 11), una possible fíbula de doble ressort (fig. 2.5), actualment desapareguda, dues puntes de llança, també en parador desconegut, i de les quals només es coneix la forma i dimensions d'una d'elles (fig. 2.12), i dues anelles, l'una de tipus obert (CSG-37) (fig. 2.9), similar a 79CS, i l'altra tancada, d'una mida més gran (fig. 2.7).

2. Metodologia analítica

En aquest article s'aborda la interrelació entre l'estudi tipològic i arqueomètric d'una selecció de les peces conservades de la cova de Can Sadurní, com l'avançament d'un estudi en curs més aprofundit. Els objectes analitzats són: l'agulla de cap enrotllat i les dues puntes de fletxa mailhacianes, considerades els elements de més interès i potencial a l'hora de contribuir a la comprensió de la fase del Bronze final en el si del jaciment.

Les anàlisis de composició s'han dut a terme al Laboratorio de Arqueometría de Materiales del Instituto de Historia del CCHS-CSIC, a l'empara del projecte Arqueometalurgia de la Península Ibérica, sota la direcció del doctor Ignacio Montero Ruiz. La tècnica emprada ha estat l'espectrometria per fluorescència de raigs X per dispersió d'energia (ED-pXRF), a partir d'un espectròmetre portàtil INNOV-X System Inc., equipat amb tubs de raigs X i un ànode de plata, calibrat per patrons certificats. El límit de detecció de l'espectròmetre és de 0,02 % per al conjunt d'elements, llevat de la plata i l'antimoni, que es troba al 0,15 %. Les anàlisis s'han desenvolupat amb uns paràmetres de treball específics, caracteritzats per un voltatge de 35 kV i un corrent de 20 µA amb filtre d'alumini, i amb un temps d'adquisició de 30-40 segons.

Per a dur a terme l'estudi ha calgut la preparació de les peces. S'ha retirat la patina de corrosió superficial sobre el punt d'anàlisi mitjançant una abrasió. Aquest procés és necessari en molts casos, ja que aquesta pot presentar una composició diferent del metall original i, per tant, distorsionar els resultats (Rovira Llorens i Montero Ruiz, 2018: 233).

Pel que fa a les anàlisis d'isòtops de plom, s'han dut a terme mitjançant la tècnica de l'espectrometria de masses amb font de plasma acoblat inductivament d'alta resolució i multicol·lector (MC-ICP-MS Neptune) al Servicio General de Geocronología y Geoquímica Isotópica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Per a fer-ho, ha estat necessària l'extracció d'una mostra de 0,01 g de llimalla metàl·lica. En el cas de l'agulla, aquest procés s'ha realitzat a partir d'un polit, mentre que en les puntes de fletxa, s'ha emprat un trepant proveït d'una broca de 0,6 mm de diàmetre.

3. Descripció dels objectes metàl·lics analitzats

3.1. Agulla de cap enrotllat 97CS-E6-Id-8a-214

Aquesta agulla es va trobar el 1997 durant l'excavació de la capa 8a, dins el quadre E6, associada a mobiliari ceràmic propi del Bronze final IIIa, amb vores bisellades i decoracions amb motius acanalats diversos. A escala morfològica, es tracta d'una agulla constituïda per una tija filiforme de secció circular, rematada al seu extrem distal per un cap en forma de cinta aplanada que s'enrotlla sobre si mateixa, tot conformant una espiral. Quant a les mesures, la peça té una longitud conservada de 92 mm, una amplada del cap de 9,5 mm, un gruix mitjà de la tija de 2,5 mm, i un pes de 5,83 g.

L'agulla va ser restaurada al SCT-Laboratori d'Arqueologia de la Universitat de Lleida (Trigo, 2016: 333), de manera que el seu estat de conservació és bo, tot i que l'extrem distal de la tija està fragmentat, fet que impedeix saber-ne la longitud real. Actualment, es troba conservada als magatzems del Centre d'Estudis Beguetans (Begues, Baix Llobregat).

Respecte a la filiació cultural i tipologia, són nombrosos els estudis que han tractat aquest tipus d'agulla de bronze, que es correspon als tipus Ia de Navarro (1970: 18), 1.2.3 segons Audouze i Gaucher (1981: 27), C3 de Ruiz Zapatero (1985: 942-943), 9 de Rivalan (2011: 307 i 318), AA-2111 d'acord amb el Dicobj (*Dictionnaire des objets proto-historiques de la Gaule méditerranéenne*) (Py, 2016), i AES (agulles de cap enrotllat simple) o AEA (agulles de cap enrotllat ample) segons la classificació local més recent (Graells *et al.*, 2022: 242-247).

Segons apunta el gruix de la historiografia, els prototips d'aquest tipus d'agulla tenen el seu origen a l'Europa central durant els inicis de l'Edat de Bronze (Navarro, 1970: 20; Guilaine, 1972: 60, fig. 14.16; Audouze i Gaucher, 1981: 27; Ruiz Zapatero, 1985: 943-944; Pons i Solés, 2003: 120; Rivalan, 2011: 307), si bé hi ha certes divergències morfològiques amb els exemplars que es documenten al Bronze final, de dimensions més curtes i amb la tija rectilínia (Rivalan, 2011: 307), moment a partir del qual esdevenen especialment freqüents a les necròpolis d'incineració del Llenguadoc occidental, sobretot a Le Moulin (Mailhac, Auda) (Taffanel *et al.*, 1998), i també de la Catalunya del Nord, com és el cas de Negabous (Toledo, 2012: 251), Les Coudoumines (Porra-Kuteni, 2010: 86, fig. 79),

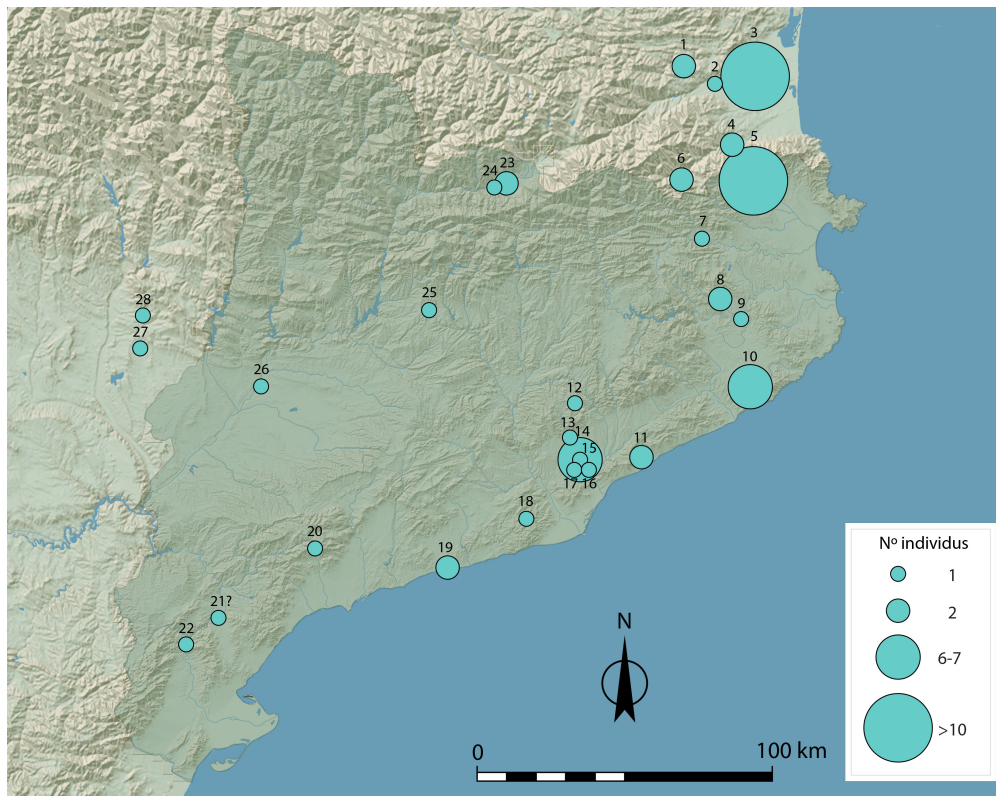


Figura 3. Distribució espacial de les agulles de cap enrotllat al nord-est peninsular (segons Graells *et al.*, 2022, modificat) i àrees limítrofes: 1. Les Coudoumines (Caramany); 2. Les Canals (Millars); 3. Negabous (Perpinyà); 4. Vilanova (Ceret); 5. Can Bech de Baix (Agullana); 6. El Camp de les Olles (Serrallonga); 7. Can Xac (Argelaguer); 8. Cova de la Bora Tuna (Llorà); 9. Mas Xirgu (Girona); 10. El Pi de la Lliura (Vidreres); 11. Burriac (Cabrera de Mar); 12. Cova dels Maquis (Gallifa); 13. El Pla de la Bruguera (Castellar del Vallès); 14. Can Piteu - Can Roqueta (Sabadell); 15. Can Roqueta - Can Revella (Sabadell); 16. Els Pinetons II (Ripollet); 17. Sitges de la UAB (Cerdanyola del Vallès); 18. Cova de Can Sadurní; 19. Alorda Park (Calafell); 20. La Mussara (Vilaplana); 21. Barranc de Gàfols (Ginestar); 22. Aldovesta (Benifallet); 23. Cova d'en Toni (Isòvol); 24. La Colomina de Bor (Bellver de Cerdanya); 25. Castellvell (Olius); 26. La Pedrera (Vallfogona de Balaguer); 27. Olirols (Sant Esteve de Llitera); 28. Cova del Moro de Alins del Monte (Sanui i Alins).

Vilanova de Ceret (Claustre i Peyre, 2013), Millas (Ponsich i Pous, 1951), o el Camp de les Olles (Baills, 1979), per citar-ne alguns exemples.

Com apunten algunes datacions radiocarbòniques (Pons i Solés, 2003; 2008), tot sembla indicar que aquest tipus d'agulla s'hauria introduït al nord-est peninsular des del Midi francès a partir del segle x aC, en el marc de les relacions transpirinenques dels primers segles del primer mil·lenni aC (López Cachero, 2007), i van esdevenir també habituals als espais d'incineració d'aquest territori, entre altres contextos i, en menor mesura, de l'Aragó i del País Basc (Ruiz Zapatero, 1985: 943 i 945; Valdés, 1989; Graells *et al.*, 2022:

242 i 245). Val a dir que aquestes agulles també són presents en altres punts del nord de la península Ibèrica, especialment a Galícia (González Gómez de Agüero, 2008: 271), i a la Meseta septentrional (Arnáiz i Montero, 2004: 233), si bé la seva presència en aquest sector s'associa a les relacions amb altres marcs culturals. Quant a Catalunya, la distribució espacial d'aquestes peces (fig. 3) sembla indicar que el seu impacte sobre el territori fou principalment costaner. Disminueix de manera progressiva a mesura que augmenta la distància respecte al golf de Lleó. Es pot relacionar aquest fet amb l'origen, la direcció i, possiblement, el format d'aquestes relacions culturals, majorment marítimes, que s'emmarquen bé dins l'etapa compresa entre el Bronze final i la primera Edat del Ferro. Si bé és cert que es coneixen exemplars «residuals» que podrien ubicar-se a la segona Edat del Ferro (Graells *et al.*, 2022: 243). Aquest fet sembla estar estretament relacionat amb la proliferació de les fíbules com a nou element de subjecció, que malgrat que ja eren presents al territori durant el segle VIII aC, el seu pes es veurà clarament incrementat al llarg de la primera Edat del Ferro, i les agulles quedaran relegades a un segon pla.

3.2. Puntes de fletxa BMVB-3143 i BMVB-3144

Dins el conjunt de material eixit de les remocions de la capa 8a, cal destacar les dues puntes de fletxa mailhacianes, que l'any 1984 van ser dipositades pel senyor Joan Bellmunt i Poblet a la Biblioteca Museu Víctor Balaguer, de Vilanova i la Geltrú. Aquestes puntes de fletxa formaven part d'un lot de materials ceràmics compost per fragments de tradició mailhaciana decorats amb motius de doble i triple incisió, als quals van ser associades. Això va permetre situar les sagetes en un marc cronològic comprès entre el 750 i el 650 aC (Edo *et al.*, 2011: 93-94).

L'exemplar BMVB-3143 és de cos triangular isòsceles, amb aletes rectes i amb un peduncle caracteritzat per presentar un engruiximent a la meitat superior, el qual es prolonga vers la punta en forma de nervadura central (fig. 2.10). A escala macroscòpica, s'observen restes de les rebaves als laterals del peduncle, que indicarien la seva fabricació per mitjà d'un motlle bivalve. El seu estat de conservació és bastant bo, malgrat que té l'extrem d'una aleta fragmentada. Pel que fa a les seves dimensions, té unes màximes de 60 mm de longitud i 24 mm d'amplada. Amb relació al peduncle, la longitud total és de 35 mm, amb un gruix que assoleix els 6,7 mm a la zona de l'engrossiment, mentre que a la part proximal és de 4 mm. El seu pes és de 7,94 g.

La punta BMVB-3144 és de morfologia similar a l'anterior, però sensiblement més petita, i presenta una aleta totalment trencada (fig. 2.11). Així i tot, el seu estat de conservació és prou bo. També, a escala macroscòpica, s'intueix el traç de la rebava als laterals del peduncle, que faria pensar en una fabricació per motlle bivalve. Les mesures són de 55 mm de longitud i 14 mm d'amplada conservada. Quant al peduncle, la seva longitud total és de 35 mm, amb un gruix de 6,4 mm a l'engrossiment i 3,5 mm a la part proximal. El pes és de 5,09 g.

Pel que fa a la filiació cultural i tipològica, les sagetes localitzades a Can Sadurní es relacionen directament amb el que tradicionalment s'ha anomenat tipus «mailhacià» o «Mailhac I» (Rovira i Port, 1978: 53; Lagarda, 1985: 153; Ruiz Zapatero, 1985: 930; Kaiser, 2003; Gascó, 2006: 155), una terminologia adoptada amb relació al jaciment de Cayla I, de la vila de Mailhac (Llenguadoc), localitat que donà nom al grup cultural homònim.

Són produccions de bronze relativament estandarditzades quant a morfologia, caracteritzades per un engruiximent a la meitat superior del peduncle, i que es poden agrupar en dos subtipus diferents en funció de la forma del cos. D'una banda, de cos lanceolat o romboidal, corresponent als tipus B2 de Ruiz Zapatero (1985: 933), IIB1NPE de Kaiser (2003: 80), 2 de Rivalan (2011: 62), o DC-2212 i DC-2213 segons el Dicobj. I, de l'altra, de cos triangular acabat en aletes de diferents mides, variant a la qual pertanyen les sagetes de Can Sadurní, que equivaldrien als tipus B1 segons Ruiz Zapatero (1985: 930), IIBNPE de Kaiser (2003: 82), 3B de Rivalan (2011: 64), així com DC-2214 segons el Dicobj.

Existeix un consens força generalitzat pel qual es considera que els prototips d'aquesta família de fletxes tenen el seu origen a la Mediterrània oriental (Sandars, 1957: 322; Guilaine, 1972: 319; Pons i Brun, 1984: 201; Ruiz Zapatero, 1985: 933; Kaiser, 2003: 87; 2004: 133 i 147; Gascó, 2006: 152; Rivalan, 2011: 63-64; Alcalde *et al.*, 2016: 63), en especial a l'àrea del mar Egeu i Anatòlia, on es documenten paral·lels datats del darrer terç del II mil·lenni aC, corresponents al tipus VIIa de la tipologia establerta per Buchholz (1962: 11). Segons aquesta proposta, aquest model s'hauria introduït al sud-est francès vora el 900-775 aC (Rivalan, 2011: 64), des d'on ràpidament se n'hauria iniciat una producció i reinterpretació sobre el territori, tal com confirmen alguns motlles documentats a la zona (Guilaine, 1972: 319; Ruiz Zapatero, 1985: 932 i 937; Gascó, 2006: 152; Rivalan, 2011: 64). Tradicionalment, es considera que aquest tipus de sageta hauria arribat al nord-est peninsular fruit del marc de relacions d'intercanvi existent amb les comunitats del sud-est francès durant la fàcies cultural de Mailhac I. Tanmateix, al jaciment de La Dou (Sant Esteve d'en Bas) s'ha documentat un exemplar eixit d'un nivell que, tant pels materials arqueològics associats, com per les datacions per radiocarboni, s'ha datat al voltant del 1260-920 cal. aC (Alcalde *et al.*, 2016: 62). El marge recent d'aquesta forquilla és el context més probable d'aparició de l'efectiu, un fet que podria suggerir una assimilació paral·lela del tipus a ambdues bandes dels Pirineus. En qualsevol cas, l'ús d'aquestes sagetes, d'estreta relació amb el món indígena de l'altra banda dels Pirineus, sembla prendre força a partir del segle VIII aC (Ruiz Zapatero, 1985: 933), com ho posarien de manifest els casos documentats a les necròpolis de Can Bech de Baix (T-356), o de Mas Baleta III que, en general, podem situar a la transició vers la primera Edat del Ferro (Toledo i Palol, 2006: 106; Tarrús i Carreras, 2012: 138), per citar-ne alguns exemples. A partir d'aquest moment aquest tipus tindrà una ampla acceptació i continuïtat al llarg del temps i serà present en contextos de la primera i segona Edat de Ferro (Guilaine, 1972: 319; Ruiz Zapatero, 1985: 933), fet considerat com una prova de l'èxit del seu disseny. Tanmateix, aquesta forquilla temporal tan dilatada fa que aquests elements no siguin bons fòssils directors, i dificulta l'adscripció cronològica de les puntes descontextualitzades, com passa en nombrosos jaciments arreu del territori.

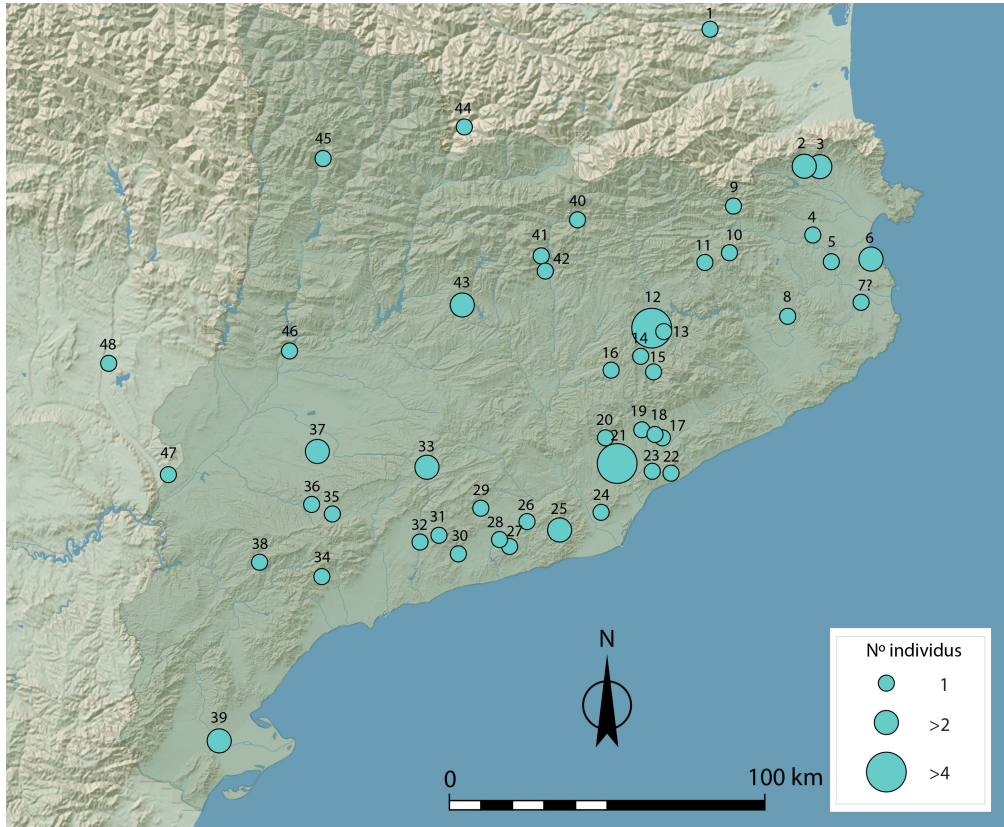


Figura 4. Distribució de les puntes de fletxa maillhacianes amb aletes al nord-est peninsular i àrees limítrofes: 1. Saint Paul de Fenouillet; 2. Can Bech de Baix (Agullana); 3. Mas Baleta III (La Jonquera); 4. Mas Castellar de Pontós (Pontós); 5. Camallera (Camallera/Saus); 6. Empúries (L'Escalera); 7. Puig de Sant Andreu (Ullastret); 8. Mas Xirgu (Girona); 9. Cova de les Monges (Sadernes); 10. Santa Pau; 11. La Dou (Sant Esteve d'en Bas); 12. Museu Episcopal de Vic; 13. Sant Julià de Vilatorrada; 14. El Camp de les Lloses (Tona); 15. El Turó del Montgròs (El Brull); 16. Moià; 17. Cal Jardiner I (Granollers); 18. Ca l'Estrada (Canovelles); 19. Torrent de Can Puig (Santa Eulàlia de Ronçana); 20. Plaça Major (Castellar del Vallès); 21. Can Piteu-Can Roqueta (Sabadell); 22. Cadira del Bisbe (Premià de Dalt); 23. Castellruf (Santa Maria de Martorelles); 24. Penya del Moro (Sant Just Desvern); 25. Cova de Can Sadurní (Begues); 26. Turó de la Font de la Canya (Avinyó Nou); 27. Olèrdola; 28. Mas Castellà (Santa Margarida i els Monjos); 29. Esquerda de les Roques del Pany (Pontons); 30. La Bisbal del Penedès; 31. Mas Ventosa (Juncosa del Montmell); 32. Ca Rosset (Vila-rodona); 33. Santa Coloma de Queralt (Museu Comarcal de la Conca de Barberà); 34. Alforja; 35. Mas de la Cova dels Foresos (Vimbodí); 36. Castell d'Albi (Albi); 37. Vilars d'Arbeca (Arbeca); 38. Les Tàpies (Cabacés); 39. La Palma (Aldea); 40. La Pobla de l'Illet; 41. Torrent de les Garrigues (Cercs); 42. Berga; 43. Solsona; 44. Antuix (Escaldes-Engordany); 45. Serrat de la Coma de l'Estavill (Torre de Cabdella); 46. Monteró (Camarasa); 47. Motlle de Masada del Ratolí (Fraga); 48. Civiacas II (Alfàntega).

Quant a la distribució espacial peninsular, és un model característic del nord-est, on se n'han identificat nombrosos exemplars, repartits majoritàriament al litoral i prelitoral català (fig. 4). Evoquen, com en el cas de les agulles de cap enrotllat, el tarannà marítim

de les relacions culturals amb què es vincula aquest tipus. Dins aquest territori, cal destacar certes àrees de més representació, com és el cas del Vallès o de l'Empordà, tot i que es coneixen alguns individus a l'interior, amb especial menció a Osona, corresponents a peces descontextualitzades procedents de la comarca, conservades al fons arqueològic del Museu Episcopal de Vic (Rovira i Casanovas, 1999) (fig. 4). Així i tot, es documenten puntes mailhacianes en altres sectors de la Península, especialment a la franja costanera mediterrània (González Prats, 2014: 273-274; Lorrio *et al.*, 2016) i, puntualment, en zones de més a l'interior, com ara certes zones d'Andalusia (Quesada Sanz, 1997: 459-461), en què, en general, es tracten de contextos més recents. Això indicaria una progressió peninsular del tipus en direcció nord-sud. Val a dir, però, que alguns autors consideren també la possibilitat d'una introducció directament mediterrània al llevant peninsular (González Prats, 2014: 274).

4. Resultats i interpretació

4.1. Anàlisi de composició elemental

Els resultats de composició obtinguts mostren que els objectes analitzats són de bronze (taula 1), encara que amb valors d'estany i plom diversos. Destaquen dos tipus de produccions diferents, bronzes binaris (Cu + Sn) i ternaris (Cu + Sn + Pb). Per a la identificació d'aquests dos grups, cal distingir els aliatges intencionals de les potencials impureses de menes polimetàl·liques. És necessari emprar un llinar convencional en la quantificació dels elements presents en l'espectre químic. Aquests límits no són universals i varien en funció de diferents factors, generalment, d'ordre geològic i contextual. En el cas de l'estany, s'han tingut en compte els criteris utilitzats en alguns estudis (Pollard *et al.*, 2018: 116; Sureda 2020: 135), que situen el límit a l'1 % per considerar-lo part d'un aliatge. Per al cas del plom, les anàlisis fetes dins el projecte Arqueometalurgia de la Península Ibèrica, la referència és a partir del 2 % (Rovira Hortalà *et al.*, 2008: 452; Montero *et al.*, 2012: 173; Rafel *et al.*, 2021: 20). Així, tant l'agulla com la punta de fletxa BMVB 3144 correspondrien amb manufactures de bronze binàries, mentre que la punta de fletxa BMVB 3143 seria un aliatge ternari.

Pel que fa a l'índex de coure-estany, els objectes analitzats semblen emmarcar-se en la tendència de les manufactures detectada a partir del Bronze final, amb valors superiors al 10 % (Rovira Llorens i Montero Ruiz, 2018: 242). No obstant això, en el cas de les sagetes, s'observen unes proporcions d'estany elevades (fig. 5), que podrien entendre's des d'una perspectiva funcional-qualitativa, tenint en compte que aquest element n'incrementa la duresa (Montero Ruiz, 2010: 171; 2014: 35). Tanmateix, s'han documentat índexs significatius d'aquest element en objectes pels quals no es pressuposa la necessitat d'obtenir aquesta millora tecnològica (Montero *et al.*, 1998: 103; Rovira Hortalà *et al.*, 2008: 451; Gallart *et al.*, 2020: 378; Rafel *et al.*, 2021: 21), i es poden relacionar amb altres aspectes

Taula 1. Resultats de les anàlitzes de composició elemental dels materials metàl·lics de Can Sadurní, comparats amb elements de tipologia similar. Els resultats de la Colomina de Bor es presenten com a comunicació personal de J. Gallart i I. Montero. Valors presentats en tant per cent del pes. ND = no detectat. * = no quantificat. Sp = presència traça

Núm. Anàlisi	Núm. Inventari	Tipus	Jaciment	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Grup metall
PA26639	97CS-E6-Id-8a-214	Agulla	Can Sadurní	0,20	ND	89,1	ND	<0,15	10,70	<0,15	ND	1
PA27834	BMVB-3143	Sageta	Can Sadurní	0,18	0,10	79,12	ND	<0,15	16,87	<0,15	3,72	5
PA27759	BMVB-3144	Sageta	Can Sadurní	ND	ND	81,16	0,21	<0,15	17,57	<0,15	1,06	2
PA10590	631/14	Agulla	Can Piteu-CR	0,1	ND	92,5	ND	0,09	6,55	0,35	0,34	3
PA10634	870/18	Agulla	Can Piteu-CR	0,15	0,04	89	ND	ND	10,5	0,021	0,31	1
PA13488	CR/CRV-173-59	Agulla	Can Roqueta-Revella	0,13	ND	87,2	ND	ND	12,1	ND	0,53	1
PA25808B		Agulla	La Colomina de Bor	1,79	0,06	87,0	0,1	<0,15	10,33	<0,15	0,62	2
PA25841	16.5 Gl.44	Agulla	Cova d'en Toni	0,4	ND	93,0	0,29	<0,15	6,2	<0,15	0,09	2
PA25842	16.4 Gl.43	Agulla	Cova d'en Toni	0,52	0,08	88,3	0,22	<0,15	10,43	0,32	0,1	6
PA23675	07716	Agulla	Cueva del Moro	0,11	0,14	85,1	ND	<0,15	13,3	<0,15	1,34	5
PA10599	CPR-1086-1	Sageta	Can Piteu	0,07	ND	90,00	0,27	0,11	9,32	0,12	0,23	12
SAM 18178	5026	Sageta	Ca Rosset	Sp	0,05	89,11	0,04	0,06	>10,0	0,04	0,83	1
SAM 18174	5024	Sageta	Mas de la Cova dels Foresos	Sp	0,03	91,84	0,12	0,04	7,50	0,07	0,20	2
SAM 18185	5021	Sageta	Alforja	ND	0,03	93,73	0,04	0,07	5,90	0,08	0,21	1
SAM 18177	5020	Sageta	Mas ventosa	ND	0,08	90,92	0,17	0,14	6,90	0,22	1,65	12
19415	15379	Sageta	Moulin (Mailhac)	Sp	0,04	89,98*	0,21	0,06	9,50	0,12	0,07	6
PA26721	S0X22	Sageta	Rochelongue	0,06	0,1	91,8	ND	<0,15	7,04	<0,15	1,05	5
PA26722	S0X23	Sageta	Rochelongue	0,44	0,05	85,08	ND	<0,15	13,4	<0,15	0,3	1
PA26722DUP	S0X24	Sageta	Rochelongue	0,11	0,11	92,6	ND	<0,15	6,39	<0,15	0,8	5

com la disminució de la temperatura de solidificació durant la colada i, per tant, amb una major adaptació d'aquesta al motlle (Montero Ruiz, 2010: 172), o bé amb la coloració (Montero Ruiz, 2014: 35-36; Gallart *et al.*, 2020: 378). En qualsevol cas, la riquesa en estany amb valors superiors al 12 % és un tret que s'identifica amb certa freqüència en diferents manufactures de la primera Edat del Ferro al nord-est peninsular (Montero *et al.*, 1998: 103; Rovira Hortalà *et al.*, 2008: 452; Rubert *et al.*, 2008: 149; Gallart *et al.*, 2020: 378; Rafel *et al.*, 2021: 21), fet que no hauria de ser negligible per les sagetes en qüestió.

Quant a l'índex de plom (fig. 5), l'absència d'aquest element en l'agulla faria pensar en l'ús de mineralitzacions no plomades, fet que podria tenir relació amb determinades àrees d'extracció del mineral de coure. Pel cas de les sagetes, els valors detectats en l'exemplar BMVB 3144 s'haurien d'interpretar dins l'àmbit de les impureses (tot i que la immiscibilitat del plom en els aliatges pot haver ocasionat una segregació del metall que dificulti la seva quantificació homogènia), mentre que en l'efectiu BMVB-3143 les quantitats observades encaixen més aviat amb la idea d'un l'aliatge intencionat, que sembla anar en detriment del coure, quelcom detectat en altres estudis (Montero *et al.*, 2012: 173-174; Rafel *et al.*, 2021: 21).

Com a elements traça, es pot destacar la presència d'arsènic a la punta de fletxa BMVB 3144, i de níquel a l'exemplar BMVB 3143, que normalment s'associarien al mineral de

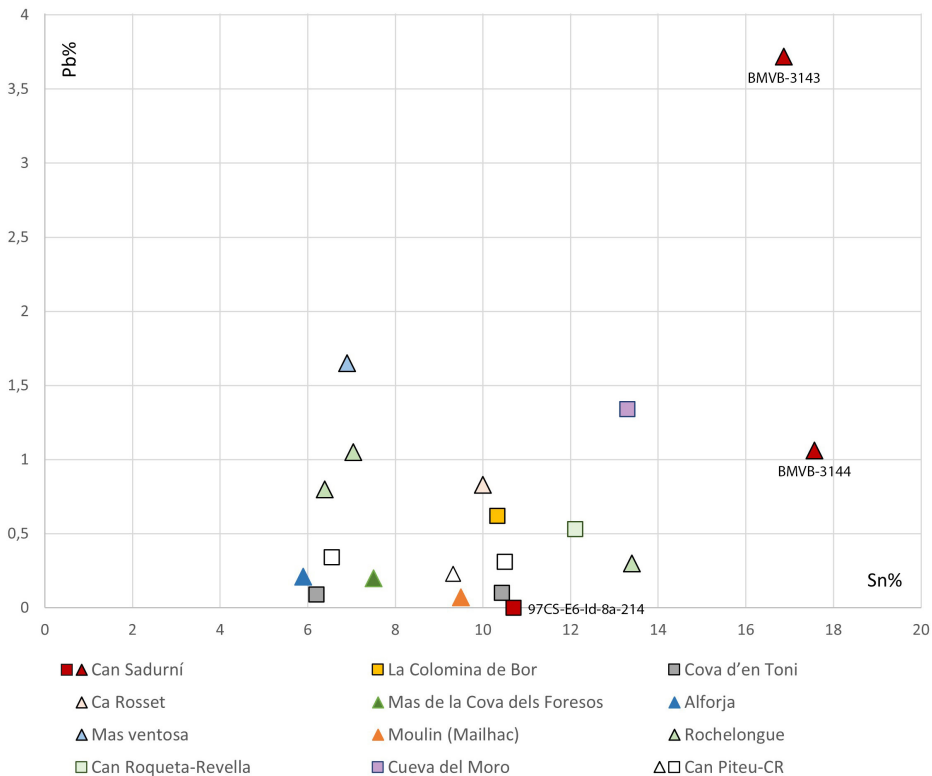


Figura 5. Distribució de les proporcions d'estany i plom dels exemplars de Can Sadurní, contraposats a diferents objectes de la mateixa tipologia ja analitzats (quadrats: agulles; triangles: sagetes).

coure utilitzat (Pernicka, 2014: 255). La detecció d'elements traça ha permès classificar els objectes analitzats en diferents grups de metall segons el sistema d'Oxford (Bray *et al.*, 2015: 205; Pollard *et al.*, 2018: 86)¹. Aquest mètode permet fer una aproximació genèrica i indirecta a l'àmbit de la provinença, ja que permet veure la distribució espacial dels grups de coure en funció de la freqüència amb què aquests apareixen sobre un territori o altre. Com es pot observar, els resultats de l'aplicació d'aquest model en els objectes analitzats mostren grups de coure bastant desiguals (taula 1).

A escala comparativa, trobem algunes anàlisis de composició realitzades sobre objectes de la mateixa tipologia, documentats en contextos del Bronze final i la primera Edat del Ferro al nord-est peninsular. Tanmateix, una part d'aquests estudis resten inèdits o estan

1. El sistema d'Oxford utilitza el 0,1 % com a límit per a considerar la presència d'elements químics. Tanmateix, les analítiques fetes a partir de l'espectròmetre portàtil INNOV-X System Inc tenen un límit de detecció de 0,15 % per a la plata i l'antimoni, de manera que els objectes analitzats amb aquesta tècnica s'han classificat segons aquest darrer líndar, una metodologia ja emprada en altres estudis (Rafel *et al.*, 2021: 22).

parcialment publicats, fet que dificulta l'establiment de comparacions. En aquest aspecte, agraïm la col·laboració de J. Gallart i I. Montero per la comunicació personal de les dades presentades referents a la Colomina de Bor.

Respecte a les agulles de cap enrotllat, és oportú destacar diferents estudis menats a través de la mateixa tècnica i espectròmetre que en aquest article. Entre aquests, cal comptar amb l'anàlisi d'un exemplar aparegut al dipòsit de bronzes de la Colomina de Bor (Bellver de Cerdanya, Cerdanya) (Gallart Fernàndez *et al.*, 2020: 381), seguit de dues agulles procedents de la cova d'en Toni (Olopte) (Gallart *et al.*, 2019: 60), i també, d'un efectiu pertanyent a una variant tipològica diferent, documentat a la Cueva del Moro (Sanui i Alins, La Llitera) (Rodanés Vicente *et al.*, 2016: 174). Paral·lelament, es pot fer referència a les anàlisis realitzades via l'espectrometria per fluorescència de raigs X (ED-XRFp) mitjançant l'espectròmetre Metorex X-MET 920MP, entre les quals cal tenir en compte tres agulles del paratge de Can Roqueta (Sabadell) (Rovira Hortalà *et al.*, 2022: 270), i diversos efectius de la necròpolis del Pi de la Lliura (Vidreres) (Subirà *et al.*, 2012: 148). L'estudi arqueometal·lúrgic complet d'aquest darrer jaciment resta inèdit (Rovira Hortalà, 2003), tot i que en publicacions posteriors es fa esment que els objectes analitzats es corresponen a manufactures binàries de coure i estany (Subirà *et al.*, 2012: 148) amb impureses de plom (Pons i Solés, 2003: 120).

Com es pot observar, els resultats es corresponen a manufactures elaborades a partir d'un aliatge de bronze binari (Cu + Sn) (taula 1). La mitjana de l'estany se situa al 10,01%, mentre que en el cas de les impureses de plom aquesta es troba al 0,41%. Es tracta de continguts relativament homogenis de cada element, en què l'exemplar de Can Sadurní s'hi troba ben representat, si bé és cert que existeixen petites variacions. En la contraposició dels valors d'estany (Sn) i plom (Pb) (fig. 5), destaca especialment la proximitat de l'agulla de Can Sadurní amb l'exemplar 16.4 GI.43 de la Cova d'en Toni, seguit de l'efectiu 870/18 de Can Piteu-Can Roqueta.

Quant a les sagetes, existeixen algunes anàlisis de composició fetes sobre efectius de tipus mailhacià amb aletes trobats al territori. El cas més recent correspon a l'exemplar CPR-1086-1 de la necròpolis de Can Piteu-Can Roqueta, associada a la fase de la primera Edat del Ferro i que va ser analitzada via espectrometria per fluorescència de raigs X portàtil (ED-XRFp), a partir de l'espectròmetre Metorex X-MET 920MP (Rovira *et al.*, 2008: 449). Es tracta d'una producció binària (Cu + Sn), però amb un índex d'estany sensiblement més baix que les puntes de Can Sadurní, lleugerament inferior al 10 % (taula 2). Aquesta composició és similar a la de les puntes mailhacianes analitzades via espectrometria d'emissió òptica (OES) al Landesmuseum Württemberg (Stuttgart) (Vilaseca, 1973: 172; Junghans *et al.*, 1974), totes elles són exemplars descontextualitzats procedents de diferents indrets del Camp de Tarragona (SAM 18178, 18174, 18185, 18177). Els resultats mostren com aquestes s'emmarquen també dins l'esfera de les produccions binàries (Cu + Sn), i amb uns índexs d'estany inferiors a les sagetes de Can Sadurní, al voltant del 10 % (taula 1).

Pel que fa al sud de França, es té constància d'una anàlisi feta també per OES a Stuttgart, a un exemplar amb aletes procedent de la tomba 275 de la necròpolis de Le

Moulin (Mailhac), datada entre els segles IX-VIII aC (Taffanel *et al.*, 1998: 382). També s'ha tingut en compte l'anàlisi de diverses sagetes de la família mailhaciana procedents del dipòsit de Rochelongue (Agde), que es pot situar entre el 575 i 550 aC, fetes a partir de la mateixa tècnica i espectròmetre que aquest estudi (Guilaine *et al.*, 2022: 278 i 338). En general, es tracta de puntes de fletxa de composició binària, amb uns índexs de coure-estany similars als casos anteriors, i amb un contingut de plom inferior al 2 %, que es pot interpretar dins l'àmbit de les impureses del mineral.

A banda de les sagetes estrictament mailhacianes, s'ha tingut en consideració les analítiques per fluorescència de raigs X (XRF) sobre puntes de fletxa amb aletes corresponents a la variant C2 de Ruiz Zapatero (1985: 935-936) i al tipus IVBIN de Kaiser (2003: 83), que sovint s'han definit com a l'evolució dels models locals propis del Bronze antic, amb una possible influència de les fletxes de tipus mailhacià (Ruiz Zapatero, 1985: 934-936; Montero *et al.*, 2012: 179). Dins aquest conjunt trobem algunes de les sagetes del complex del Calvari del Molar (Priorat) (Montero Ruiz *et al.*, 2012; Rafel *et al.*, 2021: 21). Per un cantó, destaquen els efectius 4762 (PA7635) i 5051-65 (PA24789) que podem datar entre el s. VII i el s. VI aC, i l'exemplar CVM06-209 (PA12932), associat al context d'ús de la necròpolis. En tots els casos es tracta de produccions ternàries, amb uns valors d'estany inferiors a les sagetes de Can Sadurní, de 8,5 %, 11,4 % i 11 % respectivament, i amb un percentatge de plom divers, de 2,61 % pel cas de 5051-65 i uns valors força elevats pels altres dos casos, que oscil·len entre el 10,6 % (4762) i el 15,1 % (CVM06-209). Finalment, cal assenyalar l'exemplar CVM02-54-8 (PA10907), que correspon a una manufactura binària, amb un 8,18 % d'estany i un 0,40 % de plom.

Un cop analitzats els resultats, no s'observen patrons de manufactura clars dins el conjunt mailhacià, car malgrat que trobem una majoria produccions binàries, l'índex d'estany és relativament irregular, especialment si es té en compte els exemplars analitzats (fig. 5). Per la seva banda, l'efectiu BMVB 3143 incorpora plom a l'aliatge, un fet que només estava documentat en l'àmbit de les sagetes del tipus C2 de Ruiz Zapatero (1985). A més, en general, s'identifiquen grups de coure diversos quant als elements traça. Tot plegat, contribueix a pensar que, tot i que es tracta de peces tipològicament molt estandarditzades, a escala tecnològica reflecteixen una metal·lúrgia heterogènia, que potser es podria associar a centres de producció diferents.

4.2. Anàlisi d'isòtops de plom

Quant a la provenença del metall (taula 2), s'han comparat les mostres estudiades amb diferents mineralitzacions i conjunts d'objectes procedents de diferents àmbits peninsulars (Santos Zalduegui *et al.*, 2004; Hunt *et al.*, 2011; Rafel *et al.*, 2021) i de la Mediterrània occidental (Brévert *et al.*, 1982; Le Guen *et al.*, 1991; Sinclair *et al.*, 1993; Prange i Ambert, 2005; Muñoz *et al.*, 2016; Guilaine *et al.*, 2017; Aragón *et al.*, 2022). Com es pot observar a les gràfiques (fig. 6), els resultats de les anàlisis d'isòtops de plom permeten identificar dos com-

Taula 2. Resultats de la composició isotòpica de la selecció d'objectes de base coure de la cova de Can Sadurní

Núm. Anàlisi FRX	Núm. inventari	Mostra	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
PA26639	97CS-E6-Id-8a-214	Agulla	18,4121	15,6727	38,6113	2,09707	0,85122
PA27759	BMVB 3144	Punta de fletxa	18,3635	15,6527	38,5200	2,09764	0,85238
PA27834	BMVB 3143	Punta de fletxa	18,2515	15,6389	38,4203	2,10505	0,85686

portaments diferents. En primer lloc, la signatura isotòpica de l'agulla de cap enrotllat i de la sageta BMVB 3144 sembla alinear-se amb l'àrea de distribució de les mineralitzacions de la part meridional del Massís Central francès, així com amb els objectes launacians, l'origen del coure dels quals encaixa majoritàriament amb aquestes primeres (Guilaine *et al.*, 2017: 159). Aquesta posició concorda amb les dades contextuais pel que fa al Bronze final i primera Edat del Ferro al nord-est peninsular, considerat un moment de gran relació entre les poblacions locals de les dues vessants dels Pirineus (Pons i Brun, 1984, 1997, 2006, 2013; Ruiz Zapatero, 1985; López Cachero, 2006, 2007), un comportament ja documentat prèviament en estudis isotòpics anteriors (Rovira Hortalà *et al.*, 2008: 454; Rafel *et al.*, 2021: 29), que reflecteix, per tant, un model d'harmonia entre l'origen del tipus i de la matèria primera.

L'agulla de Can Sadurní representa el primer element d'aquesta tipologia al qual s'ha fet aquest tipus d'anàlisi, de manera que no es disposen de dades comparables. Si més no, malgrat l'evident concordança amb la galena del sud-est francès, s'observa un posicionament lleugerament desplaçat de les manufactures franceses vers l'àrea de distribució del districte de Molar-Bellmunt-Falset (fig. 6). Aquest fet podria fer pensar en una possible mescla d'aquest metall, l'explotació del qual ja està documentada des del Calcolític (Rafel *et al.*, 2021: 30-31), amb el provinent del sud de França i, per tant, en una manufactura local a partir del reciclatge de peces. Aquesta hipòtesi no seria incompatible amb els resultats de composició, ja que alguns elements fets amb coure provinent d'aquest districte miner, com ara la fíbula del Puig Roig o el mineral de coure del Calvari (Rafel *et al.*, 2021: 26), tenen un contingut de plom molt minoritari, de manera que una potencial mescla no necessàriament incrementaria el contingut d'aquest element documentat a l'agulla, absent o inferior al 0,02 %.

Pel que fa a la sageta BMVB 3144, cal destacar l'estreta compatibilitat que presenta en diferents ràtios isotòpiques (fig. 6) amb una destal a dolla procedent del dipòsit de Launac (1706), vinculada als afloraments dels Monts de l'Orb (Guilaine *et al.*, 2017: 153, fig. 20), fet pel qual es podria considerar un origen similar de la matèria primera. A escala comparativa, l'única dada disponible pel que fa tipus mailhacià correspon a un exemplar de sageta procedent de Can Piteu-Can Roqueta (CPR-1086-1), que s'ha vinculat a mineralitzacions de l'àrea de les Cevenes (Rovira Hortalà *et al.*, 2008: 454). A partir d'aquestes dades seria oportú preguntar-se sota quin format està circulant realment el coure. Davant d'aquesta qüestió, cal assenyalar que actualment no es té constància de la circulació de lingots o mineral de coure en brut des del Midi francès cap a la península Ibèrica a escala

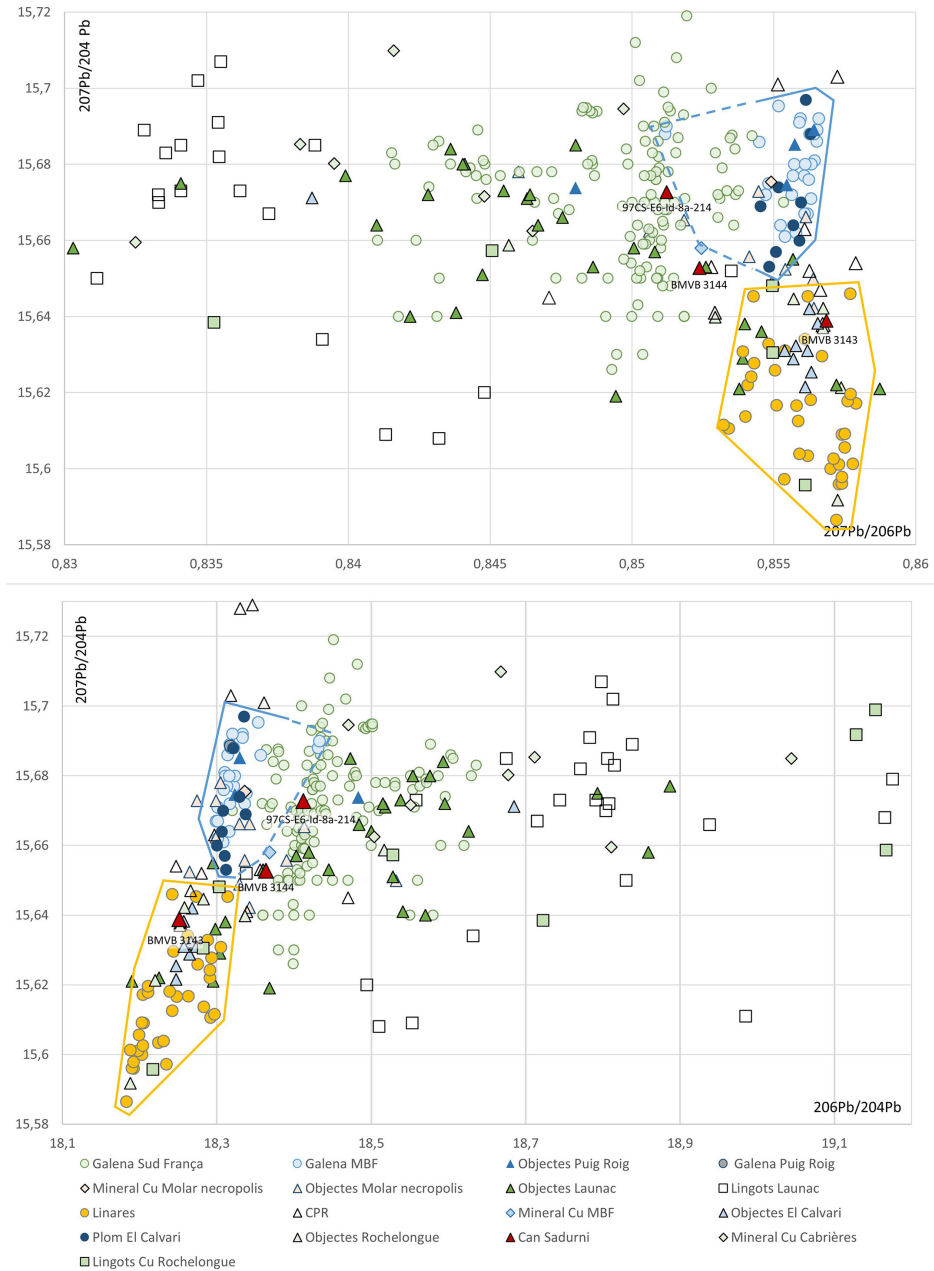


Figura 6. Confrontació dels resultats isotòpics de les mostres de Can Sadurní amb diferents mineralitzacions i objectes de la península Ibèrica i de la Mediterrània occidental. En blau, camp isotòpic de MBF. En groc, camp isotòpic de Linares (Jaén).

isotòpica. En canvi, sí que queda demostrat pel que fa als objectes ja manufacturats. Això fa plausible una circulació directa d'aquests lingots per la via transpirinenca o marítima des del golf de Lleó. Així i tot, es coneix algun motlle de fosa de puntes de fletxa de la família mailhaciana al nord-est peninsular, com és el cas de l'exemplar de Roquizal del Rullo (Ruiz Zapatero, 1985: 937), que fan pertinent considerar també una fabricació local del tipus. En relació amb això, és destacable el fet que en ambdues sagetes s'aprecii un posicionament relativament proper als camps isotòpics ibèrics, la qual cosa fa de nou emergir la hipòtesi de les mescles, quelcom que reforçaria la idea d'una producció local dels exemplars. Amb independència d'això, és palès el lligam amb l'òrbita del sud de França, de manera que, ambdues sagetes, BMVB 3144 i CPR-1086-1 semblen emmarcar-se en una dinàmica similar de circulació de la matèria primera.

Els resultats de l'exemplar BMVB 3143 encaixen, en canvi, amb el camp isotòpic de la zona metal·lífera de Linares (Jaén) i la distribució d'alguns objectes de Rochelongue, així com peces del Calvari del Molar, entre ells, les puntes de fletxa del tipus C2 d'aquest jaciment. Cal tenir en compte, però, que en tractar-se d'una producció ternària, les anàlisis d'isòtops mostren, en el fons, la signatura geoquímica del plom. En qualsevol cas, els resultats fan palesa l'arribada d'unes noves dinàmiques comercials sobre el territori que es poden vincular a l'esfera colonial fenícia del sud de la península Ibèrica en el marc de la primera Edat del Ferro. En aquest context, cal tenir en compte la documentació de lingots de coure al llarg de la façana mediterrània peninsular i del golf de Lleó, així com també a les Illes Balears, l'origen isotòpic dels quals s'ha posat amb relació a diferents mineralitzacions del sud de la península Ibèrica, fet que ha permès vincular-los als influxos comercials fenicis (Montero Ruiz *et al.*, 2012: 180; Montero Ruiz, 2017: 103; Sureda Torres, 2020; Aragón *et al.*, 2022: 15). Aquesta provenença també ha estat testimoniada en l'anàlisi isotòpica d'un goteró de plom de Sant Jaume Mas d'en Serrà (Montero Ruiz *et al.*, 2008: 311, fig. 72), i ha fet que, en conjunt, es pugui contextualitzar i justificar la matèria primera emprada per a la fabricació de la sageta en qüestió. En aquest sentit, la dissociació entre l'origen del tipus i la matèria primera insta a plantejar que la sageta s'hauria produït localment, sota els paràmetres ideotècnics de les comunitats indígenes del nord-est peninsular. Per altra banda, la distribució isotòpica diferenciada entre les dues sagetes de Can Sadurní concorda amb la idea d'una producció de les mateixes en centres diferents, tal com suggerien els resultats de composició elemental.

5. Conclusions

Els materials metàl·lics de la capa 8 de la cova de Can Sadurní, per bé que escassos, destaquen per la seva diversitat i l'interès inherent dels tipus representats. Malauradament, bona part d'aquests objectes es van localitzar abans de l'inici de la recerca arqueològica a la cova, com a resultat de la remoció de les capes superficials del jaciment, propiciant així la pèrdua d'informació contextual i de relació estratigràfica. Per si no n'hi hagués prou,

alguns d'aquests materials es van extraviar amb el temps, i els altres van anar a parar en diferents dipòsits i magatzems de materials arqueològics, en una diàspora que no ha fet més que alentir el seu estudi en conjunt i, de retruc, ha dificultat la comprensió global de les darreres etapes de la prehistòria a Can Sadurní.

En aquest sentit, el present estudi arqueometal·lúrgic ha tractat de fer un primer pas per a revertir aquesta manca d'informació a través de la contraposició de les dades tipològiques i arqueomètriques d'una selecció dels objectes de bronze conservats. Així, s'ha volgut aportar nou coneixement, complementari a l'existent, que contribuís a l'enteniment de les dinàmiques d'ocupació de la cavitat durant el Bronze final i la primera Edat del Ferro, aquesta darrera, una etapa que fins ara havia romàs imprecisa i desconeguda a Can Sadurní.

A pesar de les limitacions estratigràfiques a l'hora de distingir clarament les dues fases del Bronze final identificades a la cova, la tipologia de l'agulla jalona sense problemes amb el mobiliari ceràmic i la datació radiocarbònica als quals s'ha associat, i s'ha pogut emmarcar en un context primerenc de l'arribada d'aquests objectes al nord-est peninsular, amb paral·lels a la necròpolis del Pi de la Lliura (Pons i Solés, 2008) o a la cova dels Maquis (Rovira i Port *et al.*, 1992: 13). Així mateix, encara que les agulles de cap enrotllat no es trobin exclusivament en espais funeraris, són especialment habituals en aquests i, a més, cal tenir en compte que l'assimilació de la pràctica de la cremació al nord-est peninsular es desenvolupa en les primeres etapes sobre una notable diversitat d'espais, entre els quals cal destacar les cavitats (López Cachero, 2007: 102). Un cas proper el trobem a la cova de Can Montmany, a Pallejà, on es van documentar urnes que contenien restes òssies i cendres que confirmarien la presència d'aquest tipus de pràctica en els contextos càrstics del Baix Llobregat (Colominas i Roca, 1947: 239). A Can Sadurní, malgrat que les alteracions postdeposicionals de la capa 8 han provocat que no s'hagi pogut localitzar cap urna amb el contingut propi d'una incineració, sembla que determinades ceràmiques trobades en aquesta capa serien compatibles amb formes pròpies d'urnes infantils, com les documentades a la necròpolis del Pi de la Lliura (Edo *et al.*, 2011: 92), tot fent oportuna la interpretació de l'agulla en aquest tipus de context.

Respecte a les fletxes, la seva adscripció cronològica s'ha vist condicionada pel fet que els dos exemplars recuperats van aparèixer formant part d'un mateix lot on figuraven materials ceràmics caracteritzats per decoracions de doble i triple incisió associats a les darreres etapes del Bronze final. Tanmateix, són peces descontextualitzades, que si bé formaven part d'aquest conjunt, s'ha de prendre amb certes reserves tota interpretació derivada d'aquest fet. Com s'ha comentat, les puntes mailhacianes amb aletes tenen una trajectòria força exitosa al nord-est peninsular, que s'estén des del segle x-ix aC fins a l'època ibèrica. En aquest sentit, malgrat que es dona per fet que les sagetes estarien lligades a la transició de la capa 8a vers la capa 7, tipològicament res impediria pensar que fossin produccions més tardanes.

En l'àmbit analític, les noves dades revelen l'existència al jaciment de produccions diferenciades, tant pel que fa als tipus d'aliatges, binaris i ternaris, com per la provenença

de la matèria primera, del sud-est francès i del districte miner de Linares (Jaén), un fet que, en conjunt, suggereix que la seva manufactura va tenir lloc en centres diferenciats, responenent a dinàmiques distintes, i converteix la cova de Can Sadurní, en tant que centre receptor d'aquests materials, en un espai important vinculat a la mobilitat dels grups humans que els transportaven.

En el cas de l'agulla, tant la composició binària Cu + Sn com els valors d'estany semblen coincidir a grans trets amb altres exemplars analitzats del mateix tipus. Quant als isòtops de plom, no es té constància d'altres agulles del mateix tipus analitzades mitjançant aquesta tècnica, de manera que l'agulla de Can Sadurní esdevé una referència arqueometal·lúrgica clau per a futures comparacions. Els resultats de les anàlisis de provinença mostren certa compatibilitat amb l'àrea de distribució de les manufactures launacianes, i doncs, de les mineralitzacions del sud de França, i es fa palesa la vinculació entre la procedència del tipus i l'origen de la matèria primera. Aquestes dades reafirmen el context de contactes culturals i comercials que s'esdevenen amb aquest territori des d'inicis de l'Edat del Bronze i que tenen continuïtat vers el final d'aquesta etapa i durant la primera Edat del Ferro. A més, la distribució espacial d'aquest tipus, de marcat deix litoral, indueix a pensar que, probablement, la continuïtat d'aquest marc d'influències es va desenvolupar especialment per la via marítima, d'on Can Sadurní no en resta gens lluny. Així i tot, el sensible biaix cap al rang isotòpic del districte miner de Molar-Bellmunt-Falset podria suggerir una possible mescla del coure provinent del sud de França amb metall d'aquesta zona, fent plausible així la idea d'una fabricació local de l'exemplar, i doncs, reflectint també l'assimilació ràpida i la reproducció d'uns cànons relacionats amb l'esfera de l'abillament per part de les poblacions locals.

Quant a les sagetes mailhacianes, els exemplars analitzats presenten dues composicions diferenciades entre si, que, en paral·lel, no s'ajusten amb el panorama observat a altres efectius del mateix tipus. Així, el contrast entre l'assimilació i reproducció d'uns dissenys estandarditzats i una tecnologia irregular sembla reflectir, més aviat, una producció descentralitzada i a petita escala, lligada a les necessitats, capacitats i context sociocultural dels diferents grups humans que les van manufacturar. Per la seva banda, cal assenyalar l'elevat índex d'estany de les sagetes de Can Sadurní, que encara que pugui interpretar-se des de l'òptica funcional, caldria emmarcar-lo a la dinàmica detectable d'algunes manufactures de la primera Edat del Ferro (Montero *et al.*, 1998: 103; Rovira Hortalà *et al.*, 2008: 452; Rubert *et al.*, 2008: 149; Gallart *et al.*, 2020: 378; Rafel *et al.*, 2021: 21), i suggerir que el *terminus post quem* d'ambdues sagetes podria bascular més aviat cap aquesta etapa.

Per la seva banda, els resultats de les anàlisis d'isòtops de plom mostren dues provinences distintes que, d'una banda, concorden amb l'anàlisi elemental quant a la idea de la seva manufactura en centres diferents i, de l'altra, reflecteixen els canvis contextuals que comencen a produir-se en el transcurs del s. VIII aC, en què les xarxes d'intercanvi entre les comunitats locals s'encavalquen amb l'arribada de noves dinàmiques comercials que situen per primera vegada la cova de Can Sadurní en el marc dels contactes amb l'esfera colonial fenícia del sud de la península Ibèrica. Així doncs, la distribució isotòpica

de l'exemplar BMVB 1344, coincident amb les mineralitzacions de l'àrea meridional del Massís Central francès, podria emmarcar-se en el context de les relacions culturals transpirinenques i marítimes que van tenir continuïtat a la primera Edat del Ferro i, si bé és cert que reflectiria la coherència del tipus amb la provenença de la matèria primera, la seva proximitat amb camps isotòpics ibèrics condueix a plantejar, com en el cas de l'agulla, la qüestió de les mescles de diferents metalls. En canvi, la detecció de plom provinent del districte miner de Linares (Jaén) en l'exemplar BMVB 1343 fa palesa l'arribada al territori del nou marc de relacions comercials amb el món fenici, fet que recolza la seva pertinença a la primera Edat del Ferro, una etapa bastant poc coneguda al jaciment, la constància de la qual també s'ha vist probablement afectada per la formació de la capa adjacent. Així mateix, la reproducció d'uns patrons tipològics transpirinencs a partir de matèria primera exògena suggereix la fabricació local de l'exemplar i posa de manifest, malgrat l'evidència del comerç mediterrani, el fort i persistent vincle cultural de les comunitats del Garraf, i en general, de bona part del nord-est peninsular, amb les poblacions del golf de Lleó.

Així, la cova de Can Sadurní, que ocupa un espai estratègic entre la plana penedesenca, el riu Llobregat i la mar Mediterrània, sembla haver desenvolupat un paper significatiu en el si de les comunitats indígenes del massís del Garraf durant el Bronze final i la primera Edat del Ferro, absorbent, assimilant i participant del conjunt de transformacions socioculturals que s'esdevenen al nord-est peninsular a la fi de la prehistòria. I al mateix temps, juntament amb la dinàmica observada en altres jaciments del litoral català, la cavitat permet caracteritzar aquest territori com un espai d'interacció isotòpica i, en conseqüència, de successives relacions comercials entre diferents esferes culturals.

Agraïments

A Ignacio Montero Ruiz, del Instituto de Historia del CCHS-CSIC per la seva ajuda en la realització de les anàlisis de composició per fluorescència de raigs X portàtil (FRXp), i la seva inestimable implicació en les correccions i aportacions a l'estudi analític. A Javier Rodríguez Aller, del Servicio General de Geocronología y Geoquímica Isotópica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), en l'anàlisi d'isòtops de plom. A F. Javier López Cachero pel seu incondicional suport en la realització de l'estudi, així com per les seves preuades correccions i valoracions. A Josep Gallart, per la disposició a l'estudi i facilitar els resultats d'aquelles anàlisis que han contribuït a millorar la interpretació de les dades exposades. Finalment, volem reconèixer i agrair el suport econòmic rebut del SERP, grup de recerca consolidat, reconegut i finançat per l'AGAUR (SGR2017 00011 i SGR2021 00337), a través dels projectes *Familias, vecinos y forasteros en la prehistoria reciente del prelitoral catalán* (HAR2017-87695-P), finançat pel Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, i *El Vallès a finals de la prehistòria. Canvis i continuïtats a Can Roqueta i l'entorn del riu Ripoll*, amb el codi ARQ001SOL-178-2022, així com del CIPAG

(Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i Arqueologia del Garraf-Ordal), a través del projecte *Les comunitats prehistòriques al massís del Garraf nord. Orígens, genètica, estat de salut, dieta, patrons d'assentament, trets culturals, mobilitat i recursos durant la prehistòria recent*, amb la referència ARQ001SOL-204-2022.

Bibliografia

- ALARCÓS BALLART, A., GONZÁLEZ JIMÉNEZ, R. i MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, P., 2007, Santa Digna III. Un hàbitat del bronze final III al Vallès oriental, *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria* 16, 161-175.
- ALCALDE, G., CÀMARA, J., NAVARRETE, V., PONS I BRUN, E., REVELLES, J., ROSILLO, R. i SAÑA, M., 2016, La intervenció arqueològica de 2015 al jaciment de la Dou (Vall d'en Bas, la Garrotxa), a J. FRIGOLA TORRENT (ed.), *Tretzenes Jornades d'Arqueologia de les Comarques de Girona (Banyoles 10-11 de juny de 2016)*, Universitat de Girona, 57-65.
- ARAGÓN, E., MONTERO RUIZ, I., POLZER, M. E. i VAN DUIVENVOORDE, W., 2022, Shipping metal: Characterisation and provenance study of the copper ingots from the Rochelongue underwater site (Seventh–Sixth century BC), West Languedoc, France, *Journal of Archaeological Science: Reports* 41, 1-20.
- ARNÁIZ ALONSO, M. A. i MONTERO, J., 2004, Facetas del Bronce Final 'regional' en el alto Ebro y la zona oriental de la Submeseta norte: manifestaciones arqueológicas y objetos sociales de La Solana (Modúbar de la Empedrada, Burgos), *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología* 57, 221-248.
- AUDOUZE, F. i GAUCHER, G., 1981, *Typologie des objets de l'Âge du Bronze en France, Fascicule VI: Épingles*, Société Préhistorique Française, París.
- BAILLS, H., 1979, *La nécropole protohistorique de Serralongue*, Centre d'Études Préhistoriques Catalanes, Perpinyà.
- BLASCO, A., 1993, *Les ocupacions prehistòriques de la Cova de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat)*, Memòria de llicenciatura, Universitat de Barcelona.
- BLASCO, A., EDO, M., MILLAN, M. i BLANCH, M., 1982, La Cova de Can Sadurní, una cruïlla de camins, *Pyrenae* 17-18, 11-34.
- BLASCO, A., EDO, M. i VILLALBA, M. J., 2009, *La Prehistòria de Garraf: recull de 30 anys d'investigació arqueològica: catàleg de l'exposició*, Fundació Privada Col·legi Bosch, Begues 5 de desembre de 2008 a 28 de juny de 2009, Centre d'Estudis Beguetans, Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i Arqueologia del Garraf, Begues.
- BRAY, P., CUÉNOD, A., GOSDEN, C., HOMMEL, P., LIU, R. i POLLARD, A., 2015, From and flow: The 'karmic cycle' of copper, *Journal of Archaeological Sciences* 56, 202-209.
- BRÉVART, O., DUPRÉ, B. i ALLÈGRE, C., 1982, Metallogenic provinces and the mobilisation process studied by lead isotopes: lead-zinc ore deposits from the southern Massif Central, France, *Economic Geology* 77, 564-574.
- BUCHHOLZ, H. G., 1962, Der Pfeilglätter aus dem 6. Schachtgrab von Mykene und die helladischen

Pfeilspitzen, *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 77, 1-58.

CLAUSTRE, F. i PEYRE, G., 2013, *La nécropole de Vilanova à Céret (Pyrénées-Orientales)*, Archives d'Écologie Préhistorique, Perpinyà.

COLOMINAS I ROCA, J., 1947, La cueva de Can Montmany, de Paldejá, *Empúries: revista de món clàssic i antiguitat tardana* 9-10, 237-242.

EDO, M., ANTOLÍN, F., MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, P., CASTELLANA C., BARDERA, R., SAÑA, M., BERGADÀ, M., BARRIO, M. J., CASTILLO, T., FIERRO, E. i FORNELL, E., 2016, Cova de Can Sadurní, la transformació d'un jaciment. L'episodi sepulcral del neolític postcardial, *Tribuna d'Arqueologia 2013-2014*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona, 81-105.

EDO, M., BLASCO, A. i VILLALBA, M. J., 2011, La cova de Can Sadurní, guió sintètic de la prehistòria recent de Garraf, a A. BLASCO, M. EDO, M. J. VILLALBA (coord.), *La cova de Can Sadurní i la prehistòria de Garraf. Recull de 30 anys d'investigació*, Edar Arqueología y Patrimonio, Hugony Editore, Milà, 13-95.

EDO, M., VILLALBA, M. J. i BLASCO, A., 1996, *Cova de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat). Memòria d'Excavació. Campanya de 1993*, Memòries d'Intervenció Arqueològica, Direcció General de Patrimoni Cultural. Manuscrit inèdit.

GALLART FERNÁNDEZ, J., FÀBREGAS ESPADALER, M., MONTERO RUIZ, I., JORBA VALLS, À. i MERCADAL FERNÁNDEZ, O., 2020, El dipòsit de bronzes de la Colomina de Bor (Bellver de Cerdanya, la Cerdanya), *Tribuna d'Arqueologia 2017-2018*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona, 362-384.

GALLART FERNÁNDEZ, J., SISA-LÓPEZ DE PABLO, Q., MOLIST MONTAÑA, M., MERCADAL FERNÁNDEZ, O. i LLUSÀ GUASCH, A., 2019, Estudi analític i tipològic de peces en bronze procedents de jaciments de la Cerdanya de l'Edat de Bronze, a Arxiu Comarcal de la Cerdanya (coord.), *III Jornades d'Estudis Comarcals de la Cerdanya – Memorial Oriol Mercadal (Puigcerdà 17 i 18 de novembre de 2018)*, ERA revista cerdana de recerca 3, Puigcerdà, 49-64.

GASCÓ, J., 2006, Les pointes de flèches métalliques à la fin de l'âge du Bronze dans le sud de la France, *Cypsel: revista de prehistòria i protohistòria* 16, 147-159.

GONZÁLEZ GÓMEZ DE AGÜERO, E., 2008, Anàlisi del utilatge metàl·lic del Castro Grande de O Neixón (Boiro, A Coruña), *Férvedes: Revista de investigación* 5, 269-275.

GONZÁLEZ PRATS, A., 2014, Útiles y objetos suntuarios, a A. GONZÁLEZ PRATS (coord.), *La Fonteta-2. Estudio de materiales arqueológicos hallados en la colonia fenicia de la actual desembocadura del río Segura (Guardamar, Alicante) 1*, Seminarios Internacionales Sobre Temas Fenicios, Alacant, 239-425.

GRAELLS I FABREGAT, R., CAMACHO RODRÍGUEZ, P., GALLART FERNÁNDEZ, J. i NEUMAIER, J., 2022, Aguja de bronce de la Edad del Hierro en el noreste peninsular, a R. GRAELLS, P. CAMACHO RODRIGO i A. J. LORRIO (coords.), *Problemas de cultura material. Ornamentos y elementos del vestuario en el arco litoral Mediterráneo-Atlántico de la península Ibérica durante la Edad del Hierro (ss. x-v a.C.)*, Serie Arqueología, Publicacions de la Universitat d'Alacant, Sant Vincent del Raspeig, 227-260.

GUILAINE, J., 1972, *L'Âge du Bronze en Languedoc occidental, Roussillon, Ariège*, Mémoires de la Société Préhistorique Française 9, Klincksieck, París.

GUILAINE, J., CAROZZA, L., GARCIA, D., GASCÓ, J., JANIN, T. i MILLE, B., 2017, *Launac et le Launacien. Dépôts de bronzes protohistoriques du sud de la Gaule*, Collection « Mondes anciens », Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier.

GUILAINE, J., GARCIA, D., GASCÓ, J. i ARAGÓN NÚÑEZ, E., 2022, *Rochelongue (Agde, Hérault). Lingots et bronzes protohistoriques par centaines dans la mer*, Collection « Mondes anciens », Presses universitaires de la Méditerranée, Montpellier.

HUNT, M., CONTRERAS, F. i ARBOLEDAS, L., 2011, La procedencia de los recursos minerales metálicos en el poblado de la Edad de Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). Resultados de análisis de isótopos de plomo, a J. M. MATA-PERELLÓ, L. TORRÓ i ABAT i N. FUENTES

- PRIETO, *Actas del V Congreso Internacional sobre Minería y Metalurgia Históricas en el Suroeste Europeo. Homenaje a Claude Domergue (León, 19-21 de Junio de 2008)*, Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, La Pobra de Segur, 197-208.
- JUNGHANS, S., SANGMEISTER, E. i SCHRÖDER, M., 1974, *Kupfer und Bronze in der Frühen Metallzeit Europas. Katalog der Analysen Nr. 10041-22000*, Studien zu den Anfängen der Metallurgie 2,3, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mann Verlag, Berlín.
- KAISER, J. M., 2003, Puntas de flecha de la Edad del Bronce en la Península Ibérica. Producción, circulación y cronología, *Complutum* 14, 73-106.
- KAISER, J. M., 2004, Sobre el origen extrapeninsular de algunos tipos de puntas de flecha de la Edad del Bronce, *Archivo de Prehistoria Levantina* 25, 127-160.
- LAGARDA, F., 1985, *El armamento prehistórico de cobre o bronce en Catalunya*, Memòria de Llicenciatura, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- LE GUEN, M., ORGEVAL, J. J. i LANCELOT, J., 1991, Lead isotope behaviour in a polyphased Pb-Zn ore deposit: Les Malines (Cévennes, France), *Mineralium Deposita* 26/3, 180-188.
- LÓPEZ CACHERO, F. J., 2006, *Aproximació a la societat del nord-est peninsular durant el bronze final i la primera edat del ferro. El cas de la necròpolis de Can Piteu-Can Roqueta (Sabadell, Vallès Occidental, Barcelona)*, Premi d'Arqueologia, Memorial Josep Barberà i Farràs, Tercera edició, Societat Catalana d'Arqueologia, Barcelona.
- LÓPEZ CACHERO, F. 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* 64(1), 99-129.
- LORRIO, A., PERNAS, S. i TORRES ORTIZ, M., 2016, Puntas de flecha orientalizantes en contextos urbanos del Sureste de la Península Ibérica: Peña Negra, La Fonteta y Meca, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid (CuPAUAM)* 42, 9-78.
- MASACHS, J. M., 1975, Las armas y útiles de bronce hallados en el Penedés, a *Actas del XIII Congreso Arqueológico Nacional (Huelva del 8 al 12 de octubre de 1973)*, Saragossa, 455-464.
- MONTERO RUIZ, I., 2010, Tecnología de la metalurgia de base cobre, a I. MONTERO RUIZ (coord.), *Manual de Arqueometalurgia*, Museo Arqueológico Regional, 1a reimpressió, Alcalá de Henares.
- MONTERO RUIZ, I., 2014, *Los metales en la Antigüedad*, Colección ¿Qué sabemos de? 51, CSIC, la Catarata, Madrid.
- MONTERO RUIZ, I., 2017, Metales y metalúrgica en el yacimiento de Tossal del Mortòrum (Cabanes, Castellón), a G. AGUILELLA ARZO (coord.), *Tossal del Mortòrum: un assentament de l'Edat del Bronce i del Ferro antic a la Ribera de Cabanes (Castelló)*, Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques 12, Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques, Diputació de Castelló, Castelló, 97-106.
- MONTERO RUIZ, I., GÓMEZ RAMOS, P. i ROVIRA LLORENS, S., 1998, Estudi analític d'alguns materials metàl·lics de la necròpolis del pla de la Bruguera, a X. CLOP, J.M. FAURA, M. GANGONELLS, M. MOLIST i C. NAVARRO (eds.), *El Pla de la Bruguera Centre de Distribució Sory: Una necròpolis d'incineració de la Primera Edat del Ferro a Castellar del Vallès (Castellar del Vallès, Vallès Occidental)*, Excavacions Arqueològiques a Catalunya 15, 101-104.
- MONTERO RUIZ, I., GENER, M., HUNT, M., RENZI, M. i ROVIRA, S., 2008, Caracterización analítica de la producción metalúrgica protohistórica de plata en Cataluña, *Revista d'Arqueologia de Ponent* 18, 292-316.
- MONTERO RUIZ, I., RAFEL, N., ROVIRA, M. C., ARMADA, X. L., GRAELLS, R., HUNT, M., MURILLO-BARROSO, M., RENZI, M. i SANTOS, M., 2012, El cobre de Linares (Jaén) como elemento vinculado al comercio fenicio en el Calvari del Molar (Tarragona), *Menga: Revista de Prehistoria de Andalucía* 3, 167-184.
- MUÑOZ, M., BARON, S., BOUCHER, A., BÉZIAT, D. i SALVI, S., 2016, Mesozoic vein-type Pb-Zn

mineralization in the Pyrenees: Lead isotopic and fluid inclusion evidence from the Les Argentieres and Lacore deposits, *Comptes Rendus Geoscience* 348, 322-332.

NAVARRO, R., 1970, *Las fíbulas en Cataluña*, Publicaciones Eventuales 16, Barcelona.

PERNICKA, E., 2014, Provenance determination of archaeological metal objects, a B. W. ROBERTS i C. THORNTON (eds.), *Archaeometallurgy in global perspective. Methods and Syntheses*, Springer-Verlag, Nova York, 239-268.

PETIT I MENDIZÁBAL, M. A., 1985, *Contribución al estudio de la edad del bronce en Cataluña (Molanes, Baix Llobregat, Barcelonés, Maresme, Valles Oriental y Valles Occidental)*, Tesi doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

POLLARD, A. M., BRAY, P., CUÉNOD, A., HOMMEL, P., HSU, Y. K., LIU, R., PERUCCHETTI, L., POUNCETT, J. i SAUNDERS, M., 2018, *Beyond Provenance. New Approaches to Interpreting the Chemistry of Archaeological Copper Alloys*, *Studies in Archaeological Sciences* 6, Leuven University Press, Lovaina.

PONS I BRUN, E., 1984, *L'Empordà de l'Edat del Bronze a l'Edat del Ferro: 1100-600 aC*, Sèrie Monogràfica 4, Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona, Girona.

PONS I BRUN, E., 1997, Última etapa de l'edat del bronze a l'Empordà (850-700 a.C.): una relació del grup empordanès amb la població maillaciana. Estat de la qüestió, *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins* 36, 235-258.

PONS I BRUN, E., 2006, El grup cultural empordanès de principis de l'edat del ferro (s.VII i VI aC), a M. C. BELARTE i J. SANMARTÍ (eds.), *De les comunitats locals als estats arcaics: la formació de les societats complexes a la costa del Mediterrani occidental: homenatge a Miquel Cura*, *Arqueomediterrània* 9, 183-199.

PONS I BRUN, E., 2013, El fenomen hallstàtic i la influència dels camps d'urnes en la protohistòria catalana segons J. Maluquer de Motes: orígens i evolució, *Revista d'Arqueologia de Ponent* 23, 365-383.

PONS I BRUN, E. i SOLÉS I COLL, A., 2003, La necròpolis del Pi de la Lliura (Vidreres). Part II:

Els dipòsits funeraris, el contingut de les urnes. Paral·lels i afinitats culturals, *Quaderns de la Selva* 15, Centre d'Estudis Selvatans, Santa Coloma de Farners, 107-138

PONS I BRUN, E. i SOLÉS I COLL, A., 2008, *La necròpolis d'incineració del Pi de la Lliura (Vidreres). Ara fa 3.000 anys*, Ajuntament de Vidreres, Girona.

PONSICH, P. i POUS, A., 1951, Le Champ d'Urnas de Millas. Introduction a l'Archéologie Roussillonnaise du Premier Age du Fer, *Études Roussillonnaises* 1, 1-94.

PORRA-KUTENI, V., 2010, *Des vases pour l'éternité, la nécropole de Negabous et la Protohistoire du Roussillon*, Conseil Général des Pyrénées-Orientales, Perpinyà.

PRANGE, M. i AMBERT, P., 2005, Caractérisation géochimique et isotopique des minerais et des métaux base cuivre de Cabrières (Hérault), a P. AMBERT i J. VAQUER (eds.), *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes*, Société Préhistorique Française, Paris, 71-81.

PY, M., 2016, *Dictionnaire des objets protohistoriques de Gaule méditerranéenne (IXe-Ier siècles avant notre ère)*, Lattara 23, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes.

QUESADA SANZ, F., 1997, *El armamento ibérico. Estudio tipológico, geográfico, funcional, social y simbólico de las armas en la Cultura Ibérica (siglos VI-I a.C.)*, Monographies Instrumentum 3/1, Éditions Monique Mergoïl, Montagnac.

RAFEL I FONTANALS, N., MONTERO-RUIZ, I., ARMADA, X. L. i GENERA, M., 2021, Aprovechamiento e intercambio de metal: datos analíticos de piezas metálicas de los yacimientos protohistóricos tarraconenses de El Calvari (El Molar), La Tosseta (Els Guiamets) y El Puig Roig (El Masroig), *Pyrenae* 52(2), 9-34.

RIVALAN, A., 2011, *Typologie et chronologie des objets métalliques du Bronze Final IIB à la fin du premier âge du Fer en France méridionale (900-450 av. n. è.)*, Tesi doctoral, Université Paul Valéry - Montpellier 3, Montpellier.

- RODANÉS VICENTE, J. M., MONTERO RUIZ, I. i ARANDA CONTAMINA, P., 2016, Materiales metálicos de la Edad del Bronce de la cueva del Moro (Alins del Monte, Huesca), a J. I. LORENZO LIZALDE i J. M. RODANÉS VICENTE (ed.), *Actas I Congreso Arqueología y Patrimonio Aragonés (24-25/11/2015), Sesión 1: Prehistoria y Arte Rupestre*, Saragossa, 171-177.
- ROVIRA HORTALÀ, M. C., 2003, *Estudi arqueometal·lúrgic dels objectes de bronze de la necròpolis del Pi de la Lliura*, Informe inèdit, Barcelona.
- ROVIRA HORTALÀ, M. C., HUNT ORTIZ, M. A., MONTERO RUIZ, I., ROVIRA LLORENS, S. i LÓPEZ CACHERO, F. J., 2008, Caracterización elemental e isotópica de bronzes de la necròpolis protohistòrica Can Piteu-Can Roqueta (Sabadell, Barcelona), a S. ROVIRA, M. GARCÍA, M. GENER i I. MONTERO-RUIZ (eds.), *Actas VII Congreso Ibérico de Arqueometría (Madrid, 8-10 octubre 2007)*, Quadro, Rivas Vaciamadrid, 448-457
- ROVIRA LLORENS, S. i MONTERO-RUIZ, I., 2018, Proyecto "Arqueometalurgia de la Península Ibérica" (1982-2017), *Trabajos de Prehistoria* 75(2), 223-247.
- ROVIRA i HORTALÀ, M. C., LÓPEZ CACHERO, F. J., MONTERO RUIZ, I. i CARLÚS i MARTÍN, X., 2022, Vestir y adornar para el más allá: los complementos metálicos en la necròpolis protohistòrica de Can Piteu-Can Roqueta (Sabadell, prov. Barcelona), a R. GRAELLS i FABREGAT, P. CAMACHO RODRÍGUEZ i A.-J. LORRIO ALVARADO (coords.), *Problemas de cultura material. Ornamentos y elementos del vestuario en el arco litoral Mediterráneo-Atlántico de la península Ibérica durante la Edad del Hierro (ss. x-v a.C.)*, Publicacions de la Universitat d'Alacant, Sant Vicent del Raspeig, 261-274.
- ROVIRA I PORT, J., 1978, Dues puntes de sageta mailhacianes a Solsona, *Informació Arqueològica* 27-28 (maig-desembre de 1978), 52-55.
- ROVIRA I PORT, J., GARRIGA I ARGULLÓS, M., FERRER I MORRÓN, M. i DE LA PINTA, J. L., 1992, La Cova dels Maquis (Gallifa, Vallès Occidental): ocupacions i utilitzacions entre el neolític antic i el segle XVII, *Gala: Revista d'Arqueologia i Antropologia* 1, 7-44.
- ROVIRA I PORT, J. i CASANOVAS I ROMEU, À., 1999, *Catàleg dels objectes prehistòrics i protohistòrics d'or, coure i bronze del Museu Episcopal de Vic*, Publicacions del Museu i Biblioteca Episcopals de Vic, Vic.
- RUIZ ZAPATERO, G., 1985, *Los campos de urnas del NE de la Península Ibérica*, Tesi doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- SANDARS, N. K., 1957, *Bronze Age Cultures in France: the later phases from the thirteenth to the seventh century, B.C.*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SANTOS ZALDUEGUI, J. F., GARCÍA DE MADINABETIA, S. i GIL IBARGUCHI, J. I., 2004, A lead isotope database: the Los Pedroches-Alcudia area (Spain); Implication for archaeometallurgical connections across southwestern and southeastern Iberia, *Archaeometry* 46, 625-634.
- SINCLAIR, A. J., MACQUAR, J. C. i ROUVIER, H., 1993, Re-evaluation of lead isotopic data, Southern Massif Central, France, *Mineralium Deposita* 28, 122-128.
- SUBIRÀ, M. E., ROVIRA, M. C., RUIZ, J. i PONS, E., 2012, La necròpolis d'incineració del Pi de la Lliura (Vidreres, Girona): una aproximació demogràfica, a M. C. ROVIRA, F. J. LÓPEZ CACHERO i F. MAZIÈRE (dirs.), *Les necròpolis d'incineració entre l'Ebre i el Tíber (segles IX-VI aC): metodologia, pràctiques funeràries i societat*, Monografies MAC 14, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona, 145-151.
- SUREDA TORRES, P., 2020, Metallic encounters in the Balearic Islands: An approach to Western Mediterranean trade dynamics in the "global" Late Bronze Age, *Quaternary International* 550, 130-156.
- TAFFANEL, O., TAFFANEL, J. i JANIN, T., 1998, *La nécropole du Moulin à Mailhac (Aude)*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne 2, Sociétés de la Protohistoire et de l'Antiquité en France Méditerranéenne, Lattes.

TARRÚS I GALTER, J. i CARRERAS I VIGORÓS, E., 2012, Els recintes megalítics del Mas Baleta III (La Jonquera, Alt Empordà), *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria* 19, 123-139.

TOLEDO I MUR, A., 2012, La nécropole à incinération protohistorique de Negabous (Perpignan, Pyrénées-Orientales), a M. C. ROVIRA, F. J. LÓPEZ CACHERO i F. MAZIÈRE (dirs.), *Les necròpolis d'incineració entre l'Ebre i el Tíber (segles IX-VI aC): metodologia, pràctiques funeràries i societat*, Monografies MAC 14, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona, 245-253.

TOLEDO I MUR, A. i PALOL, P. DE, 2006, *La necròpolis d'incineració del Bronze Final transició a l'edat del Ferro de Can Bech de Baix, Agullana (Alt Empordà, Girona). Els resultats de la Campanya d'excavació de 1974*, Sèrie Monogràfica 24, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona.

TRIGO, M., 2016, Memòria de l'activitat del SCT-Laboratori d'Arqueologia de la Universitat de Lleida durant l'any 2015, *Revista d'Arqueologia de Ponent* 26, 327-333.

VALDÉS, L., 1989, Los alfileres de cabeza enrollada de Euskadi, *Kobie* 18, 55-64.

VEGA, J. i ROSELLA, F., 1975, Cova de Can Sadurní, Begues (Barcelona), *Mediterrània* 9, 2-14.

VILLALBA IBÁÑEZ, M. J., EDO BENAIGES, M. i BLASCO OLIVARES, A., 1998, *Cova de Can Sadurní – Begues (Baix Llobregat)*, Memòria d'Intervenció Arqueològica, Direcció General de Patrimoni Cultural. Manuscrit inèdit.

VILASECA, S., 1973, *Reus y su entorno en la prehistoria*, Asociación de Estudios Reusenses, Reus.