

**CARACTERITZACIÓ ARQUEOMÈTRICA  
DE LES CERÀMIQUES TARDANES DE  
LA PLAÇA DEL REI DE BARCELONA**

Un total de 40 ceràmiques tardanes, en la majoria de casos grolleres, que procedeixen de contextos de la segona meitat del segle VI-segle VII de les excavacions de la plaça del Rei de Barcelona, han estat caracteritzades arqueomètricament mitjançant fluorescència de raigs X (FRX), difracció de raigs X (DRX) i microscòpia òptica de làmina prima (MO). A la mostra estudiada, els resultats han permès establir l'existència de fins a 10 grups diferents, alguns dels quals clarament heterogenis, la qual cosa permet pensar que l'anàlisi d'un nombre més elevat de mostres hauria revelat un nombre encara més gran de produccions en el jaciment. Entre les produccions caracteritzades se n'ha identificat una de ceràmica comuna fina de producció local o regional, així com nou de ceràmiques grolleres tant importades com locals i/o regionals.

**CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA  
DE LAS CERÁMICAS TARDÍAS DE LA  
PLAZA DEL REI DE BARCELONA**

Un total de 40 cerámicas tardías, en su mayoría toscas, procedentes de contextos de la segunda mitad del siglo VI-siglo VII de las excavaciones de la plaza del Rei (Barcelona), han sido caracterizadas arqueométricamente por fluorescencia de rayos X (FRX), difracción de rayos X (DRX) y microscopía óptica de lámina delgada (MO). Los resultados han permitido establecer la existencia de hasta 10 grupos distintos en la muestra estudiada. Algunos de ellos son claramente heterogéneos, lo que permite pensar que el análisis de un mayor número de muestras hubiera revelado un número aún mayor de producciones presentes en el yacimiento. Entre las producciones caracterizadas se ha identificado una de cerámica común fina de producción local o regional, así como nueve de cerámicas toscas tanto importadas como locales y/o regionales.

**CARACTERISATION ARCHEOMETRIQUE  
DES CERAMIQUES TARDIVES DE LA  
PLACE DEL REI DE BARCELONE**

Un total de 40 céramiques tardives, la plupart grossières, provenant des fouilles de la place del Rei (Barcelone), de la deuxième moitié du VIe siècle -VIIe siècle, ont fait l'objet d'une étude archéométrique par Fluorescence de Rayons X (FRX), Diffraction de Rayons X (DRX) et Microscopie Optique à lame mince (MO). Les résultats ont permis d'établir l'existence de jusqu'à dix groupes différents dans l'échantillon étudié. Certains d'entre eux sont clairement hétérogènes, ce qui permet de penser qu'une analyse d'un plus grand nombre d'échantillons aurait révélé un nombre encore plus élevé de productions présentes dans le site. Parmi les productions étudiées, on a pu identifier une production de céramique commune fine de production locale ou régionale ainsi que neuf productions de céramiques grossières aussi bien importées que locales et/ou régionales.

## Introducció

Dins de l'estudi dels conjunts tardoromans de les excavacions de la plaça del Rei (Barcelona), s'ha procedit a la caracterització arqueomètrica de 37 individus de les produccions ceràmiques grolleres de cuina, si bé es va decidir d'incloure-hi també 3 individus de ceràmica comuna fina (Taula 1). Les mostres analitzades procedeixen dels contextos de segona meitat dels segles VI i VII corresponents a la reforma del grup episcopal i a la seva utilització durant el segle VII. En una primera fase, totes les mostres han estat caracteritzades químicament per fluorescència de raigs X (FRX) i mineralògicament per difracció de raigs X (DRX). Posteriorment, en una segona fase, 19 mostres seleccionades d'acord amb els resultats obtinguts en la primera fase de l'estudi han estat caracteritzades petrogràficament per microscòpia òptica de làmina prima (MO). La rutina analítica ha estat ja àmpliament descrita (Hein *et alii*, 2002; Tsantini *et alii*, 2004).

Els resultats han permès identificar una multiplicitat de produccions per a les quals es poden proposar temptativament diverses proveniències locals i/o regionals, però també l'existència de possibles importacions.

## Resultats de la caracterització química

Els resultats de l'anàlisi química per FRX han estat tractats mitjançant tècniques estadístiques seguint les consideracions d'Aitchison sobre dades composicionals (Aitchison, 1986, 1992; Buxeda, 1999a, 1999b), emprant la transformació en logaritmes de raons. Els components Mo i Sn no han estat considerats per indeterminacions i imprecisions analítiques, mentre que els components Co i W han estat exclosos per les possibles contaminacions derivades del procés de polvorització. Tampoc no ha estat considerat el valor de la PAF.

La matriu de variació composicional presenta una variació total que es pot considerar alta ( $vt = 3.433253$ ) i permet pensar en un origen poligènic per a la mostra en estudi (Buxeda, Kilikoglou, 2003). Així mateix, mostra que l'origen de la variació composicional és degut principalment als components CaO, Pb i Zn, mentre que el Ga és el component que menys variació imposa en ésser emprat com a denominador en la transformació en logaritmes de raons. Per aquesta raó, el tractament estadístic es realitza sobre els valors transformats en logaritmes de raons emprant el Ga com a divisor. Com a resum del tractament estadístic, es presenta el dendrograma (Figura 1) resultant de l'anàlisi de conglomerats realitzada amb el programa S-Plus 2000 (MathSoft, 1999) i emprant la distància euclidiana al quadrat i el mètode aglomeratiu del centroide, sobre la subcomposició  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ , MnO,  $TiO_2$ , MgO, CaO,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $SiO_2$ , Ba, Rb, Th, Nb, Pb, Zr, Y, Sr, Ce, V, Zn, Ni, Cr i Ga, aquest darrer emprat com a divisor en la transformació en logaritmes de raons. L'estudi dels resultats permet proposar l'existència d'almenys 10 agrupacions químiques que poden correspondre a diferents unitats de referència composicional de pasta (URCPs) (Buxeda *et alii*, 1995). Aquestes agrupacions han estat indicades per les sigles BC i un número que les individualitza. La contrastació amb la classificació arqueològica permet observar com algunes d'aquestes agrupacions químiques es corresponen bé amb els tipus proposats a partir de l'estudi arqueològic, mentre que d'altres, no. D'aquesta manera, es posa en relleu que les característiques macroscòpiques no són sempre directament

relacionables amb proveniències diferents. Així, el tipus PR/II es correspon amb la URCP BC-1, el tipus PR/III amb la URCP BC-6, el tipus PR/V amb la URCP BC-2 i, finalment, el tipus PR/VI amb la URCP BC-5. Per contra, els tipus PR/I i PR/IV es troben conformant les URCPs BC-3-4.2, BC-4.1a i BC-4.1b. A més, el tipus PR/I correspon també a les URCPs BC-7 i BC-8, mentre que el tipus PR/IV també correspon a la URCP BC-9. En la Taula 2 es poden observar les mitjanes aritmètiques i les desviacions estàndards dels valors normalitzats de les 10 agrupacions definides. Cal destacar el fet de l'elevada concentració de  $Na_2O$  en la URCP BC-3-4.2. A més, la URCP BC-1, i en menor mesura la URCP BC-7, presenta uns valors molt alts de Pb i Zn. Finalment, cal destacar el fet que totes les URCPs es poden considerar poc calcàries ( $CaO < 5-6\%$ ), excepte la URCP BC-2. Aquestes diferències expliquen la gran variabilitat que aquests components aporten a la matriu de variació composicional.

Aquest conjunt ha estat comparat amb les produccions grolleres de cuina i comunes fines tardanes del banc de dades de l'ERAUB. Aquest inclou les produccions identificades als jaciments del carrer Unió (València), Darró (Vilanova i la Geltrú), Es Castell (Eivissa), Can Sorà (Eivissa), Sa Mesquida (Santa Ponça, Mallorca), Son Peretó (Mallorca), Illot des Frares (Mallorca) i Es Cap des Port (Fornells, Menorca) (Cau, 1994a, 1994b, 1996, 1998, 1999, 2003; Cau *et alii*, 2002a; Cau *et alii*, 2004; Buxeda *et alii*, 1997; Buxeda *et alii*, en premsa). Igualment, s'han incorporat 56 individus procedents dels conjunts tardoromans de les excavacions de Mataró (Buxeda, Cau, 2004) i una sèrie de 28 individus procedents de les excavacions dels nivells tardoromans del teatre de Cartagena, actualment en estudi per part de Milá. Una primera comparació ha estat feta per a les ceràmiques grolleres de cuina. En aquesta s'ha decidit no emprar la URCP BC-2, ja que és una producció de comuna fina. D'aquesta manera, el nou conjunt de dades presenta un total de 314 individus. La variació total augmenta considerablement ( $vt = 4.215364$ ), la qual cosa era d'esperar en un conjunt poligènic com el present. Com a resum del tractament estadístic, es presenta el dendrograma (Figura 2) resultant de l'anàlisi de conglomerats realitzada, amb el programa S-Plus 2000, emprant la distància euclidiana al quadrat i el mètode aglomeratiu del centroide, sobre la subcomposició  $Fe_2O_3$ , MnO,  $TiO_2$ , MgO, CaO,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $SiO_2$ , Ba, Rb, Th, Nb, Pb, Zr, Y, Sr, Ce, Ga, V, Zn, Ni, Cr i  $Al_2O_3$ , aquest darrer emprat com a divisor en la transformació en logaritmes de raons. El dendrograma mostra com l'individu BCN028, que forma la URCP BC-9, presenta clares similituds composicionals amb la fàbrica Cau 4.2-5.2 (Cau, 2003), una fàbrica que, juntament amb la URCP BC-9, pertany al grup indicat com a BC-9. Cap altra URCP no mostra cap relació significativa amb les produccions ja identificades. Malgrat tot, sí que s'observa com les URCP BC-1 i BC-7 presenten certes similituds amb individus procedents de Cartagena, especialment derivades de les altes concentracions en els valors relatius de Pb i Zn. A més, queda clarament demostrada la proximitat existent entre la URCP BC-3-4.2 i les produccions identificades com a locals i/o regionals en l'estudi sobre ceràmiques tardanes de Mataró (URCP PL-A i PL-B, a més de diversos individus no classificats dins d'aquests grups, però amb clares similituds químiques) (Buxeda, Cau, 2004). Així, el grup BC-3-4.2 del dendrograma inclou la URCP BC-3-4.2 definida a Barcelona, juntament amb les URCPs PL-A i PL-B i la resta d'individus locals i/o

Individu	Núm. d'inventari	Descripció	Tipus
BCN001	PR 98-2107.3	Fragment de vora i paret amb elements de pressió	PR/I.9
BCN002	PR 97-1202/1202.5	Fragment de plat tapadora, base i paret	PR/I.3
BCN003	PR 96-6.5.1	Fragment de vora i paret amb elements de pressió	PR/I.10
BCN004	PR 98-2101.3	Fragment de vora i paret de plat tapadora	PR/I.4
BCN005	PR 98-1123.14	Fragment de vora exvasada i paret	PR/I.2
BCN006	PR 97-1315	Fragment procedent de la peça sencera	PR/I.1
BCN007	PR 97-3046.4	Fragment de vora exvasada i paret	PR/I
BCN008	PR 97-1303.6	Fragment de vora i paret	PR/I
BCN009	PR 97-1437-2	Fragment de vora i paret	PR/I.14.
BCN010	PR 97-4025-2	Fragment de vora i paret	PR/I.11
BCN011	PR 78-2097-5	Fragment de vora i paret amb acanaladures	PR/I.16
BCN012	PR 97-4517.7	Fragment de vora i paret	PR/I.14
BCN013	PR 97-1574.26	Fragment de vora i paret	PR/I.5
BCN014	PR 92-1351.8	Fragment de plat tapadora	PR/II.7
BCN015	PR 97-4027.5	Fragment de vora i paret	PR/II.1
BCN016	PR 97-1401-29	Fragment de vora i paret	PR/II.3
BCN017	PR 97-4025	Fragment informe	PR/II
BCN018	PR 98-4024	Fragment informe	PR/II
BCN019	PR 98-1175	Fragment informe	PR/II
BCN020	PR 98-1296	Fragment informe	PR/II
BCN021	PR 97-4013.2	Fragment de vora i paret	PR/III.5
BCN022	PR 97-1388.1	Fragment de vora i paret	PR/III.2
BCN023	PR 98-1258	Fragment informe	PR/III
BCN024	PR 99-1260 T.2	Fragment de vora i paret	PR/III
BCN025	PR 97-1197.2	Fragment de vora i paret	PR/IV.1
BCN026	PR 97-1274.17	Fragment de vora i paret	PR/IV.17
BCN027	PR 97-1254.1	Fragment de vora i paret	PR/IV.8
BCN028	PR 97-4024	Fragment de vora i paret	PR/IV.14
BCN029	PR 97-1241.1	Fragment de vora i paret	PR/IV.2
BCN030	PR 97-4023.12	Fragment de vora i paret	PR/IV.16
BCN031	PR 97-1155.1	Fragment de vora i paret	PR/V.5
BCN032	PR 98-1115.9	Fragment de vora i paret	PR/V.3
BCN033	PR 98-1123-10	Fragment de vora i paret	PR/V.2
BCN034	PR 97-1261	Fragment informe	PR/VI
BCN035	PR 97-1574	Fragment informe	PR/VI
BCN036	PR 97-1253	Fragment informe	PR/VI
BCN037	PR 97-1401	Fragment informe	PR/VI
BCN038	ST/96-J.16.2	Fragment informe	PR/IV.7
BCN040	PR 97-1201-2	Fragment de vora i paret	PR/IV.7
BCN041	PR 97-1267-7	Fragment de paret	PR/VI

**Taula 1**

Inventari dels individus caracteritzats. En la columna Tipus consta la seva classificació arqueològica anterior a l'estudi arqueomètric.

Element	BC-1 (n=7)	BC-2(PL-C) (n=3)	BC-3-4.2 (n=8)	BC-4.1a (n=4)	BC-4.1b (n=5)	BC-5 (n=5)	BC-6 (n=4)	BC-7 (n=1)	BC-8 (n=2)	BC-9(4.2-5.2) (n=1)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	8.92 (±0.47)	5.71 (±0.05)	5.55 (±0.68)	7.04 (±0.90)	7.10 (±0.71)	7.40 (±0.77)	6.26 (±0.42)	7.26	8.32 (±0.05)	6.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	20.99 (±0.29)	15.51 (±0.64)	17.74 (±1.22)	18.86 (±1.05)	19.64 (±1.30)	17.45 (±1.28)	19.89 (±0.66)	18.57	21.61 (±0.32)	18.84
MnO (%)	0.09 (±0.01)	0.07 (±0.01)	0.07 (±0.01)	0.06 (±0.01)	0.06 (±0.01)	0.11 (±0.02)	0.06 (±0.01)	0.04	0.04 (±0.01)	0.03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.33 (±0.12)	0.36 (±0.03)	0.17 (±0.09)	0.11 (±0.04)	0.22 (±0.08)	0.27 (±0.17)	0.14 (±0.03)	0.11	0.19 (±0.07)	0.05
TiO <sub>2</sub> (%)	1.13 (±0.08)	0.73 (±0.02)	0.64 (±0.06)	0.81 (±0.07)	0.65 (±0.07)	1.06 (±0.03)	0.82 (±0.03)	0.75	0.82 (±0.01)	0.60
MgO (%)	2.22 (±0.09)	2.14 (±0.07)	1.36 (±0.16)	1.50 (±0.21)	1.75 (±0.47)	1.31 (±0.24)	1.21 (±0.08)	1.34	1.40 (±0.04)	1.06
CaO (%)	1.19 (±0.34)	13.07 (±1.05)	2.20 (±0.41)	3.74 (±0.52)	5.57 (±1.49)	1.23 (±0.17)	0.69 (±0.16)	6.21	1.18 (±0.44)	0.78
Na <sub>2</sub> O (%)	1.02 (±0.14)	0.60 (±0.14)	1.82 (±0.11)	1.01 (±0.13)	1.00 (±0.17)	0.72 (±0.03)	1.01 (±0.25)	0.65	0.90 (±0.03)	1.64
K <sub>2</sub> O (%)	3.68 (±0.27)	4.74 (±0.16)	3.75 (±0.33)	3.10 (±0.24)	3.60 (±0.36)	3.20 (±0.17)	4.08 (±0.31)	2.68	3.83 (±0.02)	3.72
SiO <sub>2</sub> (%)	60.11 (±0.72)	56.91 (±0.68)	66.54 (±1.66)	63.61 (±1.86)	60.23 (±2.96)	67.07 (±2.19)	65.65 (±1.32)	62.16	61.49 (±0.11)	66.93
Ba (ppm)	734 (±99)	508 (±53)	599 (±84)	496 (±59)	646 (±112)	623 (±74)	716 (±11)	645	698 (±41)	375
Rb (ppm)	142 (±4)	229 (±17)	135 (±25)	112 (±4)	128 (±17)	123 (±8)	162 (±8)	116	139 (±10)	211
Th (ppm)	25 (±2)	24 (±1)	27 (±2)	24 (±1)	23 (±1)	23 (±2)	26 (±1)	26	26 (±1)	34
Nb (ppm)	24 (±1)	18 (±1)	17 (±2)	17 (±1)	15 (±1)	23 (±1)	20 (±1)	18	19 (±1)	24
Pb (ppm)	386 (±41)	33 (±1)	34 (±5)	32 (±4)	41 (±7)	41 (±3)	45 (±12)	96	48 (±4)	47
Zr (ppm)	243 (±20)	199 (±7)	204 (±20)	229 (±19)	155 (±5)	350 (±38)	265 (±14)	279	187 (±8)	250
Y (ppm)	39 (±2)	28 (±1)	30 (±5)	28 (±2)	24 (±3)	33 (±1)	43 (±3)	28	25 (±1)	44
Sr (ppm)	148 (±13)	176 (±10)	130 (±32)	114 (±13)	146 (±26)	131 (±14)	83 (±5)	123	118 (±15)	63
Ce (ppm)	101 (±11)	66 (±4)	81 (±9)	87 (±11)	67 (±6)	97 (±6)	94 (±3)	76	77 (±2)	76
Ga (ppm)	30 (±1)	21 (±1)	22 (±1)	23 (±2)	24 (±2)	21 (±2)	25 (±1)	24	26 (±1)	26
V (ppm)	159 (±10)	89 (±3)	98 (±15)	122 (±14)	112 (±2)	128 (±9)	99 (±7)	152	145 (±1)	95
Zn (ppm)	1025 (±115)	127 (±8)	83 (±5)	91 (±8)	116 (±15)	104 (±8)	101 (±6)	493	152 (±4)	77
Cu (ppm)	57 (±11)	41 (±8)	31 (±17)	30 (±11)	37 (±2)	51 (±19)	41 (±11)	30	99 (±74)	16
Ni (ppm)	51 (±5)	37 (±1)	15 (±3)	27 (±4)	27 (±5)	45 (±7)	28 (±4)	40	39 (±1)	25
Cr (ppm)	130 (±17)	76 (±3)	74 (±11)	89 (±10)	82 (±11)	122 (±19)	98 (±8)	105	105 (±10)	74

Taula 2

Mitjana aritmètica i desviació estàndard (entre parèntesis) dels valors normalitzats per a cada una de les URCPs definides (ppm = parts per milió).

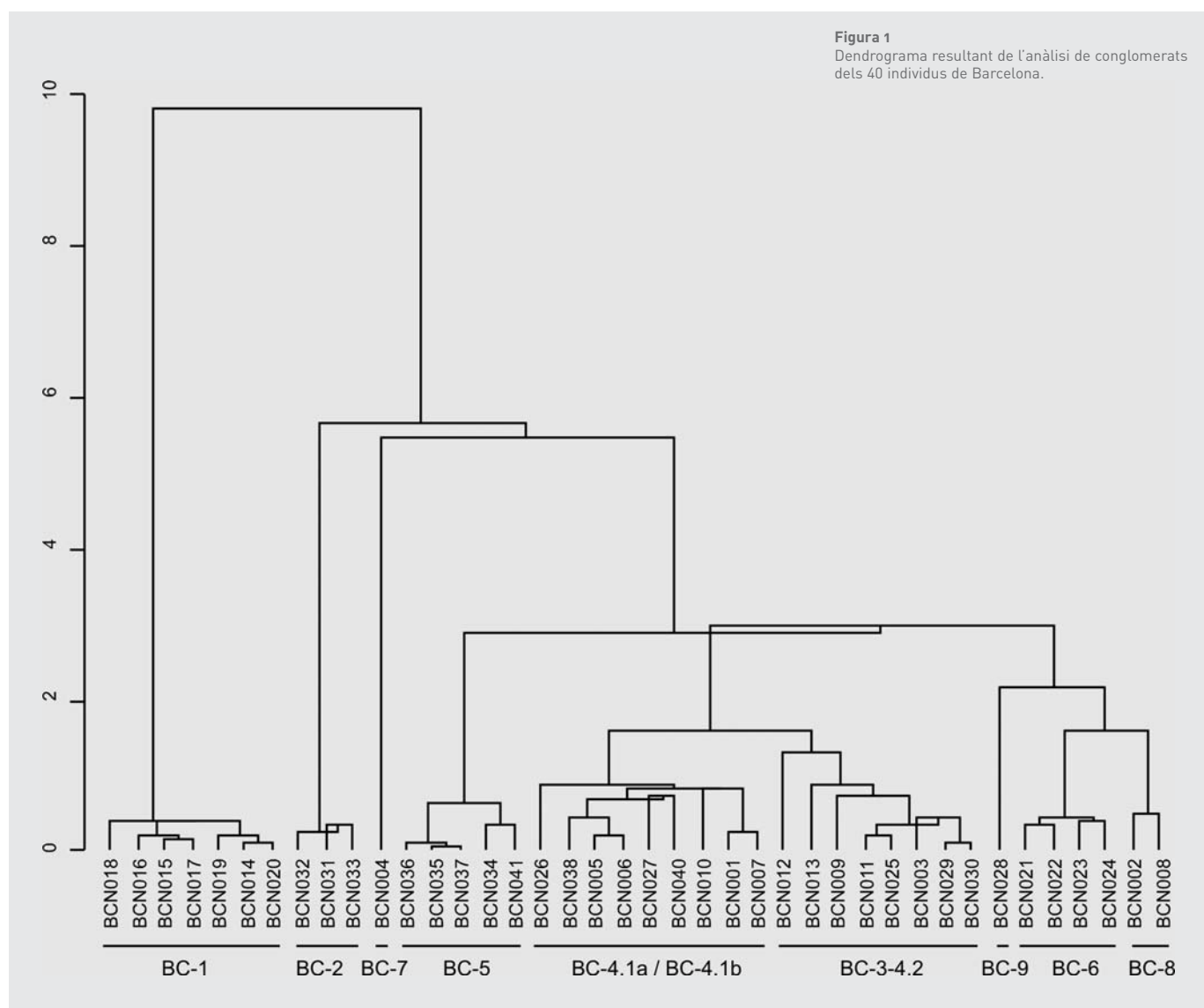
regionals de Mataró. D'altra banda, en una segona comparació, s'han considerat els individus de ceràmica comuna fina de la URCP BC-2, però també de la URCP BC-5 que en part són similars a les comunes fines, juntament amb els del banc de dades, que formen un conjunt de 306 individus. L'alta variació total ( $vt = 2.702922$ ) reflecteix el seu caràcter poligènic. El resultat de la comparació mostra que la URCP BC-5 no guarda relació amb cap altra producció, però que la URCP BC-2 s'associa a una producció de ceràmiques fines de producció local o regional identificades en l'estudi de les ceràmiques de Mataró (URCP PL-C) (Buxeda, Cau, 2004). Aquesta producció BC-2/PL-C només ha estat identificada, fins ara, en els jaciments de Barcelona i de Mataró, i és absent dels jaciments estudiats a les Balears.

### Resultats de la caracterització mineralògica

Els resultats de la caracterització química han mostrat que les produccions de Barcelona corresponen a les definides tecnològicament com a ceràmiques poc calcàries ( $CaO < 5-6\%$ ), excepte

en el cas de la URCP BC-2, que es pot considerar calcària (Taula 2) (Maniatis *et alii*, 1981, 1983; Tite *et alii*, 1982).

En primer lloc, la URCP BC-1 està formada pels 7 individus BCN014, 15, 16, 17, 18, 19 i 20. Macroscòpicament, es caracteritzen per la presència d'unes inclusions grises i planes molt particulars, visibles també a la superfície de tots els individus, identificables com a pissarres. La caracterització per DRX mostra una associació de fases cristal·lines on no s'aprecia cap fase clara de cocció (Figura 3, Superior esquerra), excepte per l'individu BCN017, on s'observa l'aparició de pics de clinostatita i d'espinel·la (Figura 3, Inferior esquerra). Aquesta darrera fase es desenvolupa típicament a partir dels 900-950°C en ceràmiques poc calcàries i en atmosferes oxidants, o quan la reducció no ha tingut lloc a altes temperatures durant un període perllongat (Maggetti, 1981). Així, la temperatura de cocció equivalent (TCE) que es pot estimar per aquest individu se situa al voltant de 900-950°C. Per contra, per a la resta d'individus, la TCE s'estima amb seguretat com a inferior a 900-950°C, encara que molt possiblement sigui inferior als 850°C. En làmina prima,



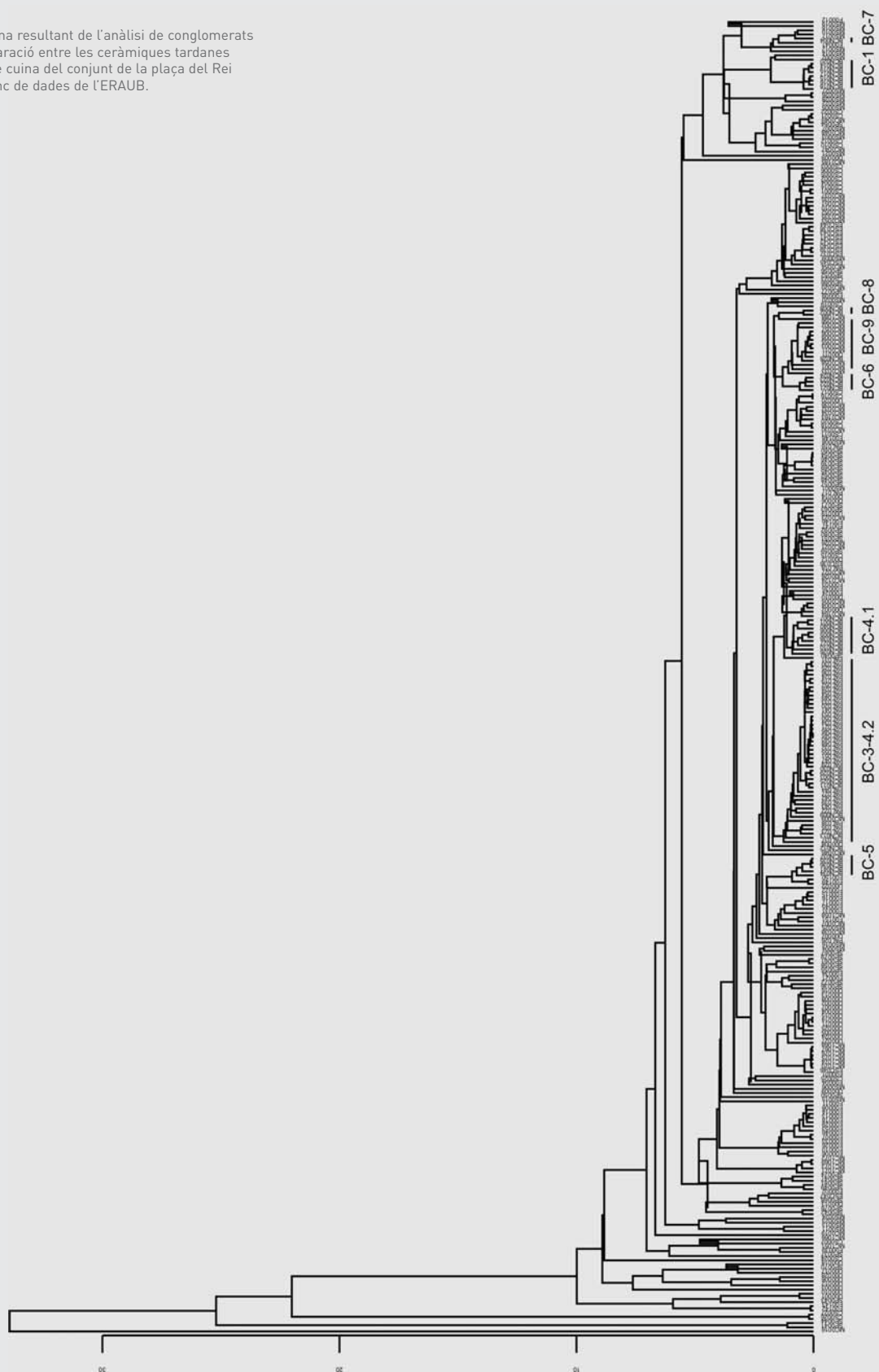
aquest grup (BCN014 i 18) (Làmina 1, a i b) es caracteritza per una fracció fina dominada per quars al·lotriomorf, moscovita, biotita, clorita, quars policristal·lí i, en menor quantitat, feldspat alcalí, plagiòclasi i òxids de ferro. Sobre aquesta matriu destaquen inclusions de fragments de roca, de mida grollera (2-3 mm), amb signes de metamorfisme compost essencialment per miques i quars, de vegades amb textures de tipus lineació de crenulació i pissarrostat. Per l'aspecte, textura i mida de gra, sembla que es tracta de fragments de pissarra. L'aspecte bimodal d'aquesta fàbrica sembla indicar que la fracció més grollera va ser afegida com a desgreixador. L'origen d'aquesta ceràmica s'ha de buscar clarament en terrenys amb formacions metapelítiques de grau baix, segurament amb pissarra com a aflorament essencial. En una comparació amb el banc de dades de l'ERAUB, les similituds més significatives s'observen amb la fàbrica 1.1 caracteritzada per la presència de fil·lita i amb un origen en el sud-est peninsular, tot i que no es tracta de la mateixa fàbrica. En qualsevol cas, petrogràficament, no sembla incompatible amb algunes àrees properes a Barcelona, on exis-

teixen afloraments de pissarra, tot i que caldria comprovar-ne la identitat.

La URCP BC-2, de comuna fina, correspon als 3 individus BCN031, 32 i 33. La DRX permet estimar una TCE inferior a 850°C per als individus BCN031 i 33, per la manca de fases de cocció, mentre que l'individu BCN032 presenta la cristallització de plagiòclasi, piroxè i gehlenita (Figura 3, Inferior dreta), amb una TCE estimada al voltant dels 900°C. L'estudi petrogràfic (BCN032 i 33) (Làmina 1, c) permet observar una matriu fina amb abundants fil·losilicats, ben distribuïda, que engloba alguns grans de fracció grollera (fins a 1 mm) pobrament distribuïts. La composició de la matriu és clarament calcària, dominada per quars, fil·losilicats i amb calcita micrítica i microspàrtica, així com alguns microfòssils, amb materials que semblen denotar una aportació de caire plutònic, com ara feldspats aïllats, plagiòclasi, alguns fragments lítics esporàdics de tipus granitoide i quars mono i policristal·lí, que presenten, de vegades, traces de metamorfisme (Làmina 1, c). S'han observat també moscovita i zircó. L'individu BCN032 presenta una temperatura més elevada

**Figura 2**

Dendrograma resultant de l'anàlisi de conglomerats de la comparació entre les ceràmiques tardanes grolleres de cuina del conjunt de la plaça del Rei i les del banc de dades de l'ERAUB.



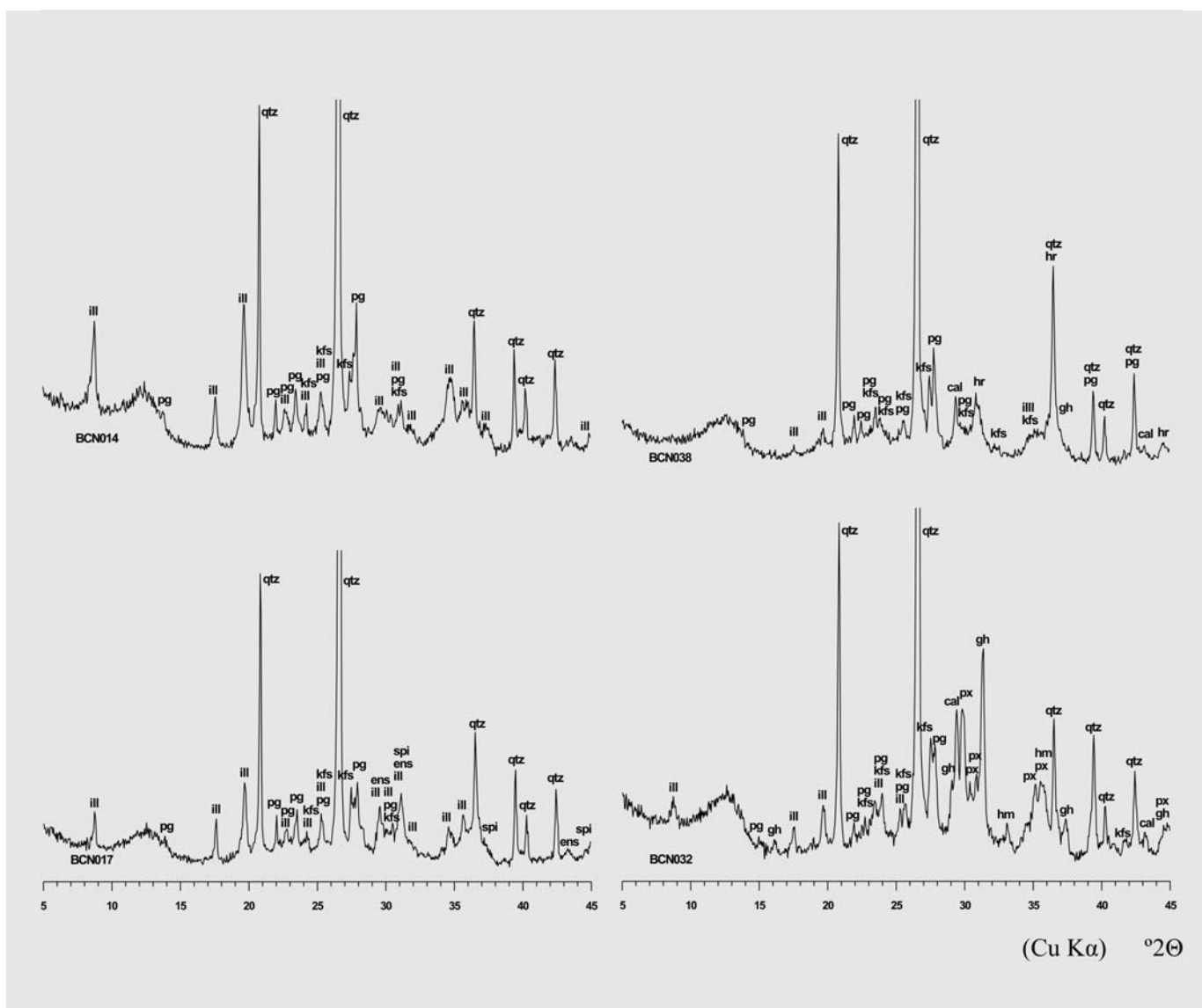


Figura 3

Superior esquerra: difractograma de l'individu BCN014 (URCP BC-1), representatiu dels individus amb baixa TCE. Inferior esquerra: difractograma de l'individu BCN017 (URCP BC-1), representatiu dels individus poc calcaris amb alta TCE en ambients oxidants. Superior dreta: difractograma de l'individu BCN038 (URCP BC-4.1a), representatiu dels individus poc calcaris amb alta TCE en ambients reductors. Inferior dreta: difractograma de l'individu BCN032 (URCP BC-2), representatiu dels individus calcaris amb alta TCE. cal: calcita; ens: clinoenstatita; gh: gehlenita; hm: hematites; hr: hercynita; ill: il·lita-moscovita; kfs: feldspat alcalí; pg: plagioclasi; px: piroxè; qtz: quars; spi: espinel·la.

de cocció i s'hi observen alguns processos de calcitització secundària, com patching zoning i micrita creixent al voltant de grans de carbonat reaccionats, de vegades en una incipient implantació en porus (Cau *et alii*, 2002b). La comparació d'aquest grup amb el banc de dades de l'ERAUB permet observar similituds amb la URCP PL-C definida a Mataró, i tot sembla indicar que és una producció regional d'algun(s) indret(s) de la costa catalana. Una altra URCP relacionada amb els materials identificats a Mataró és la BC-3-4.2, amb els 8 individus BCN003, 9, 11, 12, 13,

25, 29 i 30. La caracterització per DRX permet observar fins a tres fàbriques de baixa TCE (Figura 3, Superior esquerra), amb variacions degudes a la presència esporàdica de talc i amfíbol. Únicament l'individu BCN029 presenta diferències significatives per la total desaparició del pic de  $10\text{\AA}$  d'il·lita-moscovita i la presència d'espinel·la com a fase de cocció (Figura 3, Inferior esquerra), amb una TCE estimada en el rang dels 950-1000°C. En làmina prima, aquesta fàbrica (BCN009 i 30) (Làmina 1, d) presenta inclusions relativament grolleres (fins a  $1000\ \mu\text{m}$ ),

molt mal distribuïdes, dominades per la presència de materials de caire granític. Presenta abundant plagiòclasi, maclada segons llei de l'albita (fins a 500 µm), i de vegades albita més macla de Carlsbad, sovint alterada a sericita, i feldspat alcalí, alterat a caolí i en alguns casos micropertític (fins a 800 µm). També s'hi observen fragments de roca, amb textura equigranular formada per plagiòclasi, feldspat, quars i biotita, quars al·lotriomorf abundant i biotita. Com a accessoris, apareix moscovita, amfíbol, zircó, epidota i òxids de ferro. S'observa també calcita micrítica a microsparítica, alguna relacionada amb processos secundaris. Aquests materials estan relacionats, amb molta probabilitat, amb termes granodiorítics dintre de la família dels granitoides i és clarament compatible amb la geologia de la cadena litoral, especialment amb l'àrea del Maresme, i tot sembla indicar que ens podríem trobar davant d'unes produccions de caire local i/o regional que presenten certes diferències dintre d'una mateixa tendència general. A més, hi ha una clara correspondència amb les produccions locals i/o regionals de Mataró (Buxeda, Cau, 2004), si bé sense que corresponguin exactament a les mateixes produccions.

Dues URCP similars entre si, i amb certes similituds a l'anterior BC-3-4.2, són les URCP BC-4.1a i BC-4.1b. La primera inclou els 4 individus BCN005, 6, 27 i 38, que presenten una TCE baixa (Figura 3, Superior esquerra), amb o sense presència de talc, excepte en el cas de l'individu BCN038 que presenta, juntament amb la total desaparició del pic de 10Å d'il·lita-moscovita, pics d'hercinita (Figura 3, Superior dreta), una espinel·la de ferro<sup>2+</sup> que es forma, en ceràmiques poc calcàries, en ambients reductors a alta temperatura, amb períodes de reducció perllongats (Maggetti, 1981; Pradell *et alii*, 1995), i que permet estimar, per a aquest individu, una TCE alta, en el rang 950-1000°C. La presència de calcita en aquest individu, que hom esperaria completament descomposta, pot respondre, bé a una contaminació secundària, bé a restes de calcita primària per una possible presència de fragments de roques calcàries (Buxeda, Cau, 1995; Cau *et alii*, 2002 b). Pel que fa a la URCP BC-4.1b, amb els 5 individus BCN001, 7, 10, 26 i 40, tots presenten uns difractograms caracteritzats per la manca de clares fases de cocció (Figura 3, Superior esquerra), amb o sense talc, i amb una TCE que es pot estimar com a possiblement inferior als 850°C. Per a aquestes dues URCP, l'estudi petrogràfic (BCN006 i 27, URCP BC-4.1a; BCN010, 26 i 40, URCP BC-4.1b) (Làmina 1, e) permet observar quars al·lotriomorf, plagiòclasi maclada, feldspat alcalí, biotita, nòduls de calcita micrítica a microsparítica, òxids de ferro, fragments lítics de caire plutònic amb textura equigranular, compost per quars, plagiòclasi i feldspat alcalí, i alguns fragments metamòrfics (és possible que alguns d'aquests fragments presentin talc); més rarament amfíbol i zircó. Tot i que les mostres guarden moltes similituds, els individus BCN006 (BC-4.1a) i 10 (BC-4.1b) semblen més similars entre ells que amb la resta. Tots aquests individus semblen tenir una aportació metamòrfica i plutònica. És molt difícil proposar-ne una adscripció geogràfica, però no sembla del tot incompatible amb l'àrea de Barcelona, tot i que caldria una recerca específica. Associat a aquest grup, es troba l'individu BCN026 (BC-4.1b) que, tot i mantenir similituds composicionals, presenta una matriu diferent que sembla indicar la pertinença a un grup diferent, encara que relacionat. Per la seva part, la URCP BC-5, amb unes superfícies vermellores característiques, inclou els 5 individus BCN034, 35, 36, 37 i

41. Per DRX, es caracteritza per l'absència de clares fases de cocció, i se li estima una TCE baixa. L'observació per làmina prima (BCN037 i 41) (Làmina 1, f; Làmina 2, a) permet veure que el mineral dominant és el quars al·lotriomorf. S'observa plagiòclasi amb macla de l'albita, feldspat alcalí, biotita i moscovita; com a accessoris, s'observen granat i zircó. Al costat d'aquests minerals aïllats, es troben fragments de roca amb certes traces de metamorfisme i alguns litoclasts derivats de roques plutòniques de composició granítica. En l'estat actual de la recerca, no és possible proposar amb garanties una possible àrea de provenença.

Una darrera URCP amb un aspecte macroscòpic característic és la BC-6, formada pels 4 individus BCN021, 22, 23 i 24, que té un aspecte sorrenc en la superfície exterior. Per DRX, la TCE estimada és baixa (Figura 3, Superior esquerra), possiblement inferior a 850°C, per l'absència de clares fases de cocció. En làmina prima, aquesta URCP (BCN021 i 23) (Làmina 2, b) destaca per la presència d'una matriu d'aspecte fortament micaci, no detectada en la resta del material. El component essencial és el quars. Es troba també plagiòclasi, feldspat alcalí, biotita i fragments de roca metamòrfica, entre els quals es troben fragments d'esquist. Com a accessoris, s'han observat alguns cristalls de turmalina. Aquestes característiques semblen indicar un origen forà per a aquests materials.

La URCP BC-7 està formada per l'individu BCN004, que, per DRX, mostra la presència d'epinel·la (Figura 3, Inferior esquerra) que permet estimar una TCE alta, en el rang dels 900-950°C. La forta presència de calcita podria ser deguda, com en casos anteriors, bé a la presència de calcita secundària, bé a la resta de calcita primària procedent de fragments de roques calcàries. En làmina prima (BCN004) (Làmina 2, c i d) s'observa una microestructura amb porositat elevada amb espaiat simple. La matriu és marró a l'exterior i grisa-negra a l'interior (NP) i grisa-negra en NX, òpticament inactiva, amb nombroses inclusions de mida grollera (fins a 2 mm) mal distribuïdes. La composició presenta quars, feldspat alcalí, plagiòclasi, grans seccions de biotita i nòduls calcaris de micrita de mida considerable, que han de correspondre a litoclasts calcaris parcialment reaccionats, tot i que alguns poden ser secundaris. Es troben fragments lítics de caire plutònic i metamòrfic. No és possible proposar-ne una àrea de provenença.

Per la seva banda, la URCP BC-8, amb els individus BCN002 i 8, no presenta, per DRX, clares fases de cocció (Figura 3, Superior esquerra), amb una TCE que s'estima baixa, inferior als 850°C. L'observació petrogràfica (BCN002 i 8) (Làmina 2, e) permet observar quars, plagiòclasi, feldspat alcalí, biotita, moscovita i nombrosos fragments d'argil·lita i roca metamòrfica i, en molta menor proporció, traces de caire plutònic. La presència majoritària de roques metamòrfiques diverses sembla descartar un origen en àrees de la costa catalana.

Finalment, la URCP BC-9, amb l'individu BCN028, mostra per DRX la presència d'epinel·la (Figura 3, Inferior esquerra) que permet estimar una TCE alta, entre 900-950°C. Per làmina prima, l'individu BCN028, tot i presentar diferències, sembla associat, d'alguna manera, a la fàbrica 4.2-5.2 definida a les Balears (Cau, 2003).



## Conclusions

L'estudi arqueomètric ha demostrat l'existència d'un gran nombre de produccions en la mostra estudiada. El nombre d'aquestes produccions es pot situar, temptativament, en 10 (Taula 2), tot i que algunes d'aquestes URCPs, especialment les URCPs BC-3-4.2, BC-4.1a i BC-4.1b, no es mostren molt homogènies.

Des del punt de vista tecnològic, es constata la utilització d'argiles poc calcàries per a la producció de ceràmiques grolleres de cuina, cuites preferentment a baixa temperatura, excepte per als 5 individus BCN017 (URCP BC-1), BCN029 (URCP BC-3-4.2), BCN038 (URCP BC-4.1a), BCN004 (URCP BC-7) i BCN028 (URCP BC-9/Cau 4.2-5.2). Cal destacar que d'aquests darrers únicament l'individu BCN038 presenta hercinita, fruit d'una reducció intencionada a alta temperatura, que és una cocció característica de la URCP PL-B de Mataró. Pel que fa a la URCP BC-2 de comuna fina s'observa, per contra, la utilització d'argiles calcàries cuites a temperatures de cocció generalment més elevades, segons els resultats obtinguts aquí i en l'estudi de les ceràmiques de Mataró.

Pel que fa a la provenença, la URCP BC-1 i, en menor grau, la URCP BC-7 presenten uns continguts de Pb i Zn extraordinàriament alts, justificables, molt probablement, per l'existència de mineralitzacions amb aquests elements, que són comunes en àmplies zones del sud-est peninsular. Això explica les relatives similituds mostrades per aquestes URCP amb alguns dels materials del Teatre de Cartagena. Malgrat tot, químicament no s'ha pogut establir cap identitat certa amb aquests materials. Petrogràficament, els materials identificats en ambdues URCP no són incompatibles amb un possible origen als voltants de Barcelona, com tampoc de certes zones del sud-est, entre d'altres; per resoldre-ho, caldria un estudi més aprofundit. Pel que fa a la URCP BC-2/PL-C, aquesta producció es correspon, químicament i per làmina prima, amb una producció de ceràmiques fines tardanes que havia estat fins ara només identificada a Mataró i de possible origen local o regional. Això és igualment cert per a la URCP BC-3-4.2, relacionada amb les produccions locals i/o regionals de Mataró, que té la seva àrea de provenença en el Maresme, encara que en ambients diferents dels de la URCP BC-2/PL-C. Per contra, les URCP BC-4.1a i BC-4.1b indiquen una àrea de provenença també local i/o regional, però diferent de la URCP BC-3-4.2, possiblement propera a Barcelona. Per a la URCP BC-5, en l'estat actual del coneixement no és possible proposar amb garanties una possible àrea de provenença, ni descartar alguna zona propera a Barcelona. A diferència de l'anterior, per a les URCP BC-6 i BC-8 sí que sembla possible descartar un origen en la costa catalana, sense que es pugui precisar més. Finalment, la URCP BC-9 presenta químicament i petrogràfica clares similituds amb la fàbrica Cau 4.2-5.2, tot i que aquesta fàbrica està constatada en conjunts de cronologia anterior al de la plaça del Rei, normalment en conjunts de fins la primera meitat del segle V. La seva provenença és incerta, si bé algunes zones de la costa catalana, així com d'Andalusia o Sardenya, entre d'altres, podrien ser possibles àrees font. També es coneix amb seguretat la seva presència a Darró i a les Balears, com també s'ha indicat l'àrea d'Alacant, encara que en aquest cas manca una confirmació analítica. L'aparició d'aquesta fàbrica en diversos indrets de la Mediterrània occidental no sembla correspondre amb la distribució que podríem suposar a una producció local o regional de l'àrea catalana en aquesta cronologia.

En definitiva, l'estudi mostra una sorprenent complexitat en la configuració del conjunt ceràmic estudiat, on coexisteixen produccions clarament locals i/o regionals amb d'altres que semblen correspondre a importacions. En tot cas, la solució definitiva a la provenença d'algunes de les URCP definides necessitarà l'avançament del coneixement d'aquestes produccions a nivell de la Mediterrània occidental. Tanmateix, tot i el baix nombre de ceràmiques estudiades, la forta complexitat d'aquest conjunt presenta particularitats en relació amb el que coneixem. D'una banda, és clar que la seva dinàmica no sembla correspondre's amb el que coneixem del comerç mediterrani d'aquestes ceràmiques, a partir de l'exemple de les Balears i del sud-est peninsular. És cert que, en aquest període, la situació històrica en aquestes àrees és completament diferent, fet que podria explicar la diferència de la formació dels conjunts ceràmics. Ara bé, la comparació d'aquest conjunt de Barcelona amb l'estudiat a Mataró, amb una mateixa cronologia, un mateix context històric i una gran proximitat geogràfica, mostra també diferències molt significatives, ja que el conjunt de grolleres de cuina de Mataró està pràcticament format per materials locals i/o regionals, molt possiblement produïts en el mateix Maresme, i relativament homogenis. Així doncs, es fa difícil explicar la diversitat de produccions existents a Barcelona, i la seva absència a Mataró, i es fa difícil també entreveure la provenença d'unes importacions que, si es confirmaven, serien inexistents en el que coneixem dintre de l'àmbit de la Mediterrània occidental. Barcelona sembla, doncs, tenir una dinàmica comercial complexa i particular respecte del que coneixem de les àrees que l'envolten.

## Agraïments

Agraïm a M.S. Milá Otero, de la Universitat de Múrcia, que ens hagi permès emprar part de les dades inèdites del seu estudi en curs sobre les produccions tardanes grolleres del teatre de Cartagena.

Jaume Buxeda i Garrigós gaudeix d'un contracte d'investigador del Programa Ramón y Cajal del Ministeri de Ciència i Tecnologia com a membre de l'Equip de Recerca Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAUB).

Miguel Ángel Cau Ontiveros és Research Professor de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA) i membre de l'Equip de Recerca Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAUB).

## BIBLIOGRAFIA

- AITCHISON, J. 1986. *The Statistical Analysis of Compositional Data*. Chapman and Hall, Londres.
- AITCHISON, J. 1992. "On Criteria for Measures of Compositional Difference". *Mathematical Geology*, 24, pàg. 365-379.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J. 1999a. "Alteration and Contamination of Archaeological Ceramics: The Perturbation Problem". *Journal of Archaeological Sciences*, 26, pàg. 295-313.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J., 1999b. "Problemas en torno a la variación composicional". A J. Capel Martínez (ed.): *Arqueometría y arqueología*. Monográfica de Arte y Arqueología, 47, pàg. 305-322. Universidad de Granada, Granada.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J.; CAU ONTIVEROS, M.A. 1995. "Identificación y sig-nificado de la calcita secundaria en cerámicas arqueológicas". *Complutum*, 6, pàg. 293-309.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J.; CAU ONTIVEROS, M.A. 2004. "Caracterització arqueomètrica de les produccions tardanes d'Iluro". *Laietania*, 15, pàg. 449-498.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J.; CAU ONTIVEROS, M.A.; GURT i ESPARRAGUERA, J.M.; TSANTINI, E.; RAURET i DALMAU, A.M. en premsa. "Late Roman Coarse and Cooking Wares from the Balearic Islands in Late Antiquity". A J.M. Gurt i Esparraguera, J. Buxeda i Garrigós i M.A. Cau Ontiveros (eds.): *LRCW1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry*. BAR International Series, Oxford.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J.; CAU ONTIVEROS, M.A.; GURT i ESPARRAGUERA, J.M.; TUSET i BERTRAN, F. 1995. "Análisis tradicional y análisis arqueométrico en el estudio de las cerámicas comunes de época romana". A: *Cerámica comuna romana d'època alto-imperial a la Península Ibèrica. Estat de la qüestió*. Monografies Emporitanes, VIII, pàg. 39-60. Conjunt Monumental d'Empúries, Empúries.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J.; CAU ONTIVEROS, M.A.; TUSET i BERTRAN, F. 1997. "Las cerámicas de la Habitación 39 de la basílica de Es Cap des Port (Fornells, Menorca): primeros resultados". A.M. Comas, J.M. Gurt, A. López, P. Padrós i M. Roca (eds.): *Contextos ceràmics d'època romana tardana i de l'Alta Edat Mitjana [segles IV-X]*. Arqueo-Mediterrània, 2, pàg. 229-248. Universitat de Barcelona, Barcelona.
- BUXEDA i GARRIGÓS, J.; KILIKOGLU, V. 2003. "Total variation as a measure of variability in chemical data sets". A L. van Zelst (ed.): *Patterns and Process. A Festschrift in honor of Dr. Edward V. Sayre*, pàg. 185-198. Suitland.
- CAU ONTIVEROS, M.A. 1994a. "Las cerámicas tardorromanas de cocina de Santa Ponça (Mallorca)". *Bulletin de la Association pour l'Antiquité Tardive*, 3, pàg. 97-98.
- CAU ONTIVEROS, M.A. 1994b. "Una fàbrica importada de ceràmica tardorromana de cocina". *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 34, pàg. 391-417.
- CAU ONTIVEROS, M.A. 1996. "Cerámicas de cocina con inclusiones de rocas metamórficas halladas en las Islas Baleares: ¿posibles producciones de Cartagena?". *Supplément à la Revue d'Archéométrie*, pàg. 101-106.
- CAU ONTIVEROS, M.A. 1998. *Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares: estudio arqueométrico*. Col·lecció de Tesis Doctorals Microfitxades, núm. 3.199. Universitat de Barcelona, Barcelona.
- CAU ONTIVEROS, M.A. 1999. "Importaciones de cerámicas tardorromanas de cocina en las Illes Balears: el caso de Can Sorà (Eivissa)". A J. Capel Martínez (ed.): *Arqueometría y Arqueología*. Monográfica Arte y Arqueología, 47, pàg. 197-219. Universidad de Granada, Granada.
- CAU ONTIVEROS, M.A. 2003. *Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares. Estudio arqueométrico*. BAR International Series 1182. Oxford.
- CAU ONTIVEROS, M.A.; DAY, P.; MONTANA, G. 2002b. "Secondary calcite in archaeological ceramics: evaluation of alteration and contamination processes by thin section study". A V. Kilikoglov, A. Itein i Y. Manistis (eds.): *Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics*. BAR International Series, S1011. pàg. 9-18. Oxford.
- CAU ONTIVEROS, M.A.; ILIOPOULOS, I.; MONTANA, G. 2002a. "Pots and volcanoes: provenance of some Late Roman Cooking Wares in the Western Mediterranean". *A Archaeometry 2000 México*. México.
- CAU ONTIVEROS, M.A.; TSANTINI, E.; BUXEDA i GARRIGÓS, J. 2004. "Caracterització arqueomètrica de ceràmiques tardanes". A M. Riera Rullán (coord.): *Illot dels Frares*. Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural, 9, pàg. 57-63. Consell de Mallorca, Departament de Territori, Palma de Mallorca.
- HEIN, A.; TSOLAKIDOU, A.; ILIOPOULOS, I.; MOMMSEN, H.; BUXEDA i GARRIGÓS, J.; MONTANA, G.; KILIKOGLU, V. 2002. "Standardisation of elemental analytical techniques applied to provenance studies of archaeological ceramics: an inter laboratory calibration study". *Analyst*, 127, pàg. 542-553.
- MAGGETTI, M. 1981. "Composition of Roman Pottery from Lousonna (Switzerland)". A.M.J. Hughes (ed.): *Scientific Studies in Ancient Ceramics*. British Museum, Occasional Paper, 19, pàg. 33-49. London.
- MANIATIS, Y.; SIMOPOULOS, A.; KOSTIKAS, A. 1981. "Moessbauer Study of the Effect of Calcium Content on Iron Oxide Transformations in Fired Clays". *Journal of the American Ceramic Society*, 64, pàg. 263-269.
- MANIATIS, Y.; SIMOPOULOS, A.; KOSTIKAS, A.; PERDIKATIS, V. 1983. "Effect of Reducing Atmospheres on Minerals and Iron Oxides Developed in Fired Clays: the Role of Ca". *Journal of the American Ceramic Society*, 66, pàg. 773-781.
- MATHSOFT, 1999. *S-PLUS 2000. User's Guide*. Seattle.
- PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA-VALLÈS, M.; VENDRELL-SAZ, M. 1995. "Study and characterization of reduced ceramics". A M. Vendrell-Saz, T. Pradell, J. Molera i M. García (eds.): *Estudis sobre ceràmica antiga*. pàg. 239-245. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- TITE, M.S.; MANIATIS, Y.; MEEKS, N.D.; BIMSON, M.; HUGHES, M.J.; LEPPARD, S.C. 1982. "Technological Studies of Ancient Ceramics from the Near East, Aegean and Southeast Europe". A T.A. Wertime i S.F. Wertime (eds.): *The evolution of the first fire-using industries*, pàg. 61-71. Washington.
- TSANTINI, E.; BUXEDA i GARRIGÓS, J.; CAU ONTIVEROS, M.A.; ORFILA PONS, M. 2004. "Caracterización arqueométrica de la cerámica común producida en la villa romana de Sa Mesquida (Mallorca)". *Pyrenae*, 35, pàg. 157-186.