

LA CERÀMICA DE BARCELONA. ORGANITZACIÓ I PRODUCCIÓ ENTRE ELS SEGLES XIII I XVIII A TRAVÉS DE LA SEVA CARACTERITZACIÓ ARQUEOMÈTRICA

L'estudi sobre la producció ceràmica de Barcelona en època medieval i postmedieval s'està fent des del Museu d'Història de Barcelona i des de l'ARQUB en aquests darrers anys. Aquest estudi s'ha reforçat amb els treballs desenvolupats en el marc del projecte de recerca Tecnolonia, cosa que ha permès ampliar les classes ceràmiques i el marc cronològic

d'estudi. Els resultats aconseguits fins ara mostren que per a un mateix moment cronològic es preparen diverses pastes segons el producte final que es vol obtenir. Finalment, el canvi d'ubicació dels tallers que segurament es va produir cap a finals del segle XIII / inicis del segle XIV podria estar relacionat amb l'exploració d'un nou llot d'argiles, la qual cosa

coincidiria amb el fet que la producció del segle XIII és completament diferent químicament a la del segle XIV en endavant.

Paraules clau: Centre productor, pisa, pisa arcaica, ceràmica comuna vidriada oxidada, vaixel·la verda, contenidors de transport, argila, anàlisi química, tecnologia.

LA CERÁMICA DE BARCELONA. ORGANIZACIÓN Y PRODUCCIÓN ENTRE LOS SIGLOS XIII Y XVIII A TRAVÉS DE SU CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA

El estudio sobre la producción de cerámica en Barcelona en época medieval y postmedieval se está llevando a cabo desde el Museu d'Història de Barcelona y desde el ARQUB en los últimos años, y se ha visto reforzado con los trabajos desarrollados en el marco del proyecto de investigación Tecnolonia, lo que ha permitido ampliar las clases cerámicas y el marco cronológico de estudio.

Los resultados logrados hasta ahora muestran que para un mismo momento cronológico se preparan distintas pastas según el producto final que se quiere obtener. Finalmente, el cambio de ubicación de los talleres que parece haberse producido hacia finales del siglo XIII / principios del siglo XIV podría estar relacionado con la explotación de un nuevo lecho de arcillas, lo que coincidiría con el hecho

de que la producción del siglo XIII es completamente diferente químicamente a la del siglo XIV en adelante.

Palabras clave: Centro productor, pisa, pisa arcaica, cerámica común vidriada oxidada, vajilla verde, contenedores de transporte, arcilla, análisis químico, tecnología.

A STUDY OF THE ORGANISATION AND PRODUCTION OF POTTERY IN BARCELONA BETWEEN THE 13th AND 18th CENTURIES BASED ON ITS ARCHAEOLOGICAL CHARACTERISTICS

The study of pottery production in Barcelona in medieval and post-medieval times has been conducted by the Museu d'Història de Barcelona and by the ARQUB in recent years, and has been furthered by work carried out as part of the Tecnolonia research project, which has made it possible to broaden the types of pottery and the chronological framework under

consideration. The results so far demonstrate that different clay batches were being prepared during the same period for different end products. Lastly, the change in the location of workshops that seems to have occurred towards the end of the 13th century and the beginning of the 14th century be connected with the exploitation of a new clay bed,

which would accord with the fact that pottery output in the 13th century is chemically very different to that of the 14th century onwards.

Key words: Production centre, majolica, archaic majolica, oxidised glazed common ware, green tableware, transport jars, clay, chemical analysis, technology.

LA CERAMIQUE DE BARCELONE. ORGANISATION ET PRODUCTION ENTRE LES XIII^e ET XVIII^e SIECLES A TRAVERS SA CARACTERISATION ARCHEOMETRIQUE

L'étude sur la production de céramique à Barcelone à l'époque médiévale et postmédiévale est menée par le Musée d'histoire de Barcelone et, ces dernières années, par l'ARQUB. Elle s'est vue renforcée par les travaux qui ont été effectués dans le cadre du projet de recherche Tecnolonia, ce qui a permis d'élargir les types de céramiques et le cadre chronologique de l'étude. Les résultats obtenus

jusqu'à maintenant montrent qu'à un certain moment chronologique on prépare différentes pâtes selon le produit final que l'on souhaite obtenir. Finalement, le changement d'emplacement des ateliers qui semble avoir eu lieu vers la fin du XIII^e ou le début du XIV^e siècle pourrait être lié à l'exploitation d'un nouveau lit d'argiles, ce qui coïnciderait avec le fait que la

production du XIII^e siècle est, d'un point de vue chimique, complètement différente de celle produite à partir du XIV^e siècle.

Mots clé : Centre producteur, faïence, faïence archaïque, céramique commune vitrifiée oxydée, vaisselle verte, récipients pour le transport, argile, analyse chimique, technologie.

Introducció

Les nombroses excavacions que s'han dut a terme a la ciutat de Barcelona durant els últims anys han proporcionat una gran quantitat de material relacionat amb la producció de la ceràmica que s'hi va fabricar des del segle XIII fins ben entrat el segle XVIII. La pisa catalana decorada que es va produir a partir del segle XIV a la ciutat, pisa blanca decorada en verd i manganès, pisa decorada en blau o policroma i pisa decorada amb reflex metàl·lic, són produccions molt conegudes, que han estat objecte d'estudis detallats ja en la primera meitat del segle XX (Batllori, LLubià, 1949; Ainaud de Lasarte, 1952; Olivar Daydí, 1952), i que han tingut continuació a partir de la segona meitat del mateix segle (Llubià, 1967; Cirici, Manent, 1977; Llorens, 1977, 1989; Cabestany, Riera, 1984; Telese, 1991, Cerdà, 2001), tot i que la majoria han estat més a prop dels corrents de la història de l'art que de l'arqueologia. Actualment, però, ja hi ha a disposició de l'investigador nombroses publicacions on es poden trobar aquest tipus de materials en contextos estratigràfics². No pas menys interessants són els estudis que mostren les produccions catalanes en contextos forans, que ofereixen una mostra del comerç i un indicador clar de la importància i difusió que van tenir aquestes produccions a l'època³. A diferència de l'anterior, el segle XIII ha estat fins fa poc un gran desconegut, ja que, amb caràcter d'exclusivitat, a aquest segle s'hi havien adscrit les ceràmiques anomenades "grises". Malgrat tot, els nous treballs han mostrat que aquestes ceràmiques no eren un fet aïllat i que cap a finals del segle XII-inicis del XIII ja es vidriava en verd i en melat i es feien vaixelles de taula seguint els mateixos corrents que ha mostrat l'arqueologia a França i a Itàlia. Així doncs, avui sabem que a Barcelona s'hi produïa pisa arcaica (una producció equivalent a la protomajòlica o majòlica arcaica), vaixel·la verda i ceràmica comuna vidriada, tal com han posat de manifest els estudis arqueològics (Beltrán de Heredia, 2007, 2009).

Pel que fa a aquest mateix període i en relació amb la ceràmica comuna barcelonina, l'estudi de nombroses peces defectuoses que han estat recuperades dels farciments de les voltes dels grans edificis de l'edat mitjana i moderna, complementat amb les troballes del registre arqueològic en terra, com també amb les fonts documentals (Riu, 1990, 1992; Beltrán de Heredia, 1994, 1997, 1998, 2006; Miró, 2000) han permès avançar notablement en el coneixement de les formes produïdes a l'època. Actualment, aquesta tradició terrissera de la nostra ciutat perviu en la toponímia. En el casc antic de Barcelona s'hi conserva el carrer dels Tallers, on s'agrupaven els productors d'obra basta i edilícia, els gerrers, ollers i rajolers; mentre que els escudellers, que feien la pisa blanca decorada, se situaven als anomenats carrers d'Escudellers, d'Escudellers blancs i d'Obradors. Les excavacions en extensió realitzades al solar ocupat pel mercat del Born i al seu entorn han proporcionat una enorme quantitat de materials l'estudi dels quals ha permès avançar considerablement en el coneixement de les produccions ceràmiques d'època moderna⁴.

Finalment, cal destacar que aquest coneixement es complementa i reforça amb l'inici d'un estudi arqueomètric sistemàtic que ha de permetre explicar els orígens i el desenvolupament de la producció i entendre la tecnologia emprada en la seva elaboració, tant en termes d'aprovisionament d'argiles, com de preparació de pastes d'acord amb les receptes més adequades per als productes que es pretenien obtenir; com també en relació al paper jugat en tot aquest entramat pels gremis en la regulació de la producció.

Aquest programa de caracterització arqueomètrica s'està desenvolupant des de fa 10 anys amb l'estudi de diversos conjunts de ceràmica, principalment pisa, i ha permès la identificació de diversos grups de referència, alhora que ha mostrat una complexitat important en la producció de Barcelona (Buxeda *et alii*, 2001; Iñáñez, 2007; Iñáñez *et alii*, 2007a, 2007b, 2008). Més recentment, també s'han

* Cultura Material i Arqueometria UB (ARQUB, GRACPE), Dept. de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, C/ de Montalegre, 6, 08001 Barcelona (Catalonia, Spain) (jbuxeda@ub.edu, mmadrid@ub.edu, javiergarcia@ub.edu)

** Museu d'Història de Barcelona, Plaça del Rei, s/n. 08002 Barcelona (Catalonia, Spain) (jbeltran@bcn.cat)

1. Aquesta recerca forma part del projecte Tecnològic - *Impacto tecnológico en el Nuevo Mundo colonial. Aculturación en arqueología y arqueometría cerámica* (HAR2008-02834/HIST), finançat pel Ministerio de Ciencia e Innovación; i també del projecte ARCHSYMB (PIOF-GA-2008-221399) finançat per Marie Curie IOF del 7è Programa Marc de la Unió Europea. Igualment, el Museu d'Història de Barcelona ha finançat una part del programa analític. Els treballs s'han desenvolupat als Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona.

2. Al respecte, es poden consultar les Memòries de les Excavacions Arqueològiques realitzades a la ciutat de Barcelona (Centre de Documentació Patrimonial del MUHBA).

3. Per a aquest tema, es poden consultar les actes dels congressos internacionals de Ceràmica Medieval al Mediterrani.

4. El projecte del Born és dirigit per Albert Garcia Espuche, mentre que l'estudi dels materials arqueològics recuperats en les diferents intervencions és a càrrec de Julia Beltrán de Heredia i Núria Miró (MUHBA). Vegeu la col·lecció *La ciutat del Born, Barcelona 1700*, en especial els números 3 i 5, i el núm. 7 en preparació.

Cronologia	Pisa arcaica	Vaixella verda	Ceràmica comuna vidriada	Pisa catalana en verd i manganès	Pisa catalana de reflex metàl·lic	Pisa catalana de reflex metàl·lic i blau	Pisa catalana (decoracions variades)	Comuna policroma	Imitació de blau berettino	Ceràmica comuna oxidada i grans contenidors	Total
S. XIII	18	8	45								71
S. XIII-XIV			2	40							42
S. XV			5				2			4	11
S. XVI-XVII			13		70	2	26				111
S. XVII-XVIII								2			2
S. XVIII								7	5	6	18
Total	18	8	65	40	70	2	28	9	5	10	255

caracteritzat els primers materials procedents d'excavacions, datats al segle XIII, com també els materials de l'únic taller d'aquest període excavat fins ara a la ciutat de Barcelona, el forn del carrer de l'Hospital (Dehesa, Ramos, Alcina, 2009).

Els estudis arqueomètrics indiquen que totes les produccions del segle XIII (pisa arcaica, vaixella verda i ceràmica vidriada) comparteixen les mateixes matèries primeres i el mètode d'elaboració de la pasta ceràmica. A més, la localització del taller del carrer de l'Hospital en una zona del Raval on no es coneixia aquest tipus d'activitat podria suggerir que aleshores aquesta zona podria haver estat, ni que fos parcialment, un centre important de producció ceràmica, amb l'existència de diversos tallers que explotaven unes matèries primeres i que empraven una tècnica de preparació de la pasta ceràmica compartides, però que serien posteriorment abandonades (Iñáñez i Buxeda, 2007; Buxeda *et alii*, 2009).

Aquesta recerca contínua es desenvolupa avui dia dins del projecte Tecnològic, que ha permès ampliar tant el marc cronològic d'estudi, des del segle XIII fins al segle XVIII, com les classes ceràmiques considerades, incloent-hi la ceràmica comuna vidriada, la vaixella vidriada, la ceràmica de cuina vidriada i els contenidors de transport. La complexitat que avui dia s'observa en aquesta producció barcelonina ha fet necessari un estudi detallat de les composicions químiques de les pastes ceràmiques per tal de definir els diferents grups de referència, fixar les possibles matèries primeres emprades en l'elaboració de les seves pastes i, finalment, contrastar aquests resultats amb la informació arqueològica, tant pel que fa a les diverses produccions ceràmiques estudiades, com a les seves cronologies.

Mostreig i rutina analítica

Fins ara s'han caracteritzat un total de 255 individus procedents de diverses excavacions que abasten tota la ciutat

Taula 1

Individus analitzats en aquest estudi.

(fig. 1) i que inclouen pisa arcaica, vaixella verda, ceràmica comuna vidriada, ceràmica comuna policroma, ceràmica comuna oxidada, grans contenidors, pisa catalana decorada en verd i manganès, pisa catalana decorada amb reflex metàl·lic, pisa catalana de reflex metàl·lic i blau, pisa catalana (decoracions variades, en blau i/o altres colors) i imitació de blau berettino lligur, anomenada "Barcelona blau sobre blau" (Beltrán de Heredia, Miró, 2008, 2009). Totes aquestes produccions cobreixen un ampli període que abraça els segles XIII-XVIII (taula 1).

Per a la seva caracterització química, a la qual ens referirem en aquest article, un cop despresos de les seves capes superficials, polvoritzats i homogeneïtzats, les concentracions elementals dels individus s'han determinat per fluorescència de raigs X (FRX). Una descripció detallada de la rutina analítica es pot consultar en treballs anteriors sobre aquest mateix tipus de materials (Iñáñez, Buxeda, 2007), mentre que les condicions analítiques, precisió i exactitud es poden consultar en el treball de Hein *et alii* (2002).

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els resultats de l'anàlisi química per FRX; és a dir, les concentracions elementals determinades, corresponen a un cas especial de l'espai projectiu $d+1$ -dimensional, el simplex S^d , en el qual els punts projectius estan representats per coordenades homogènies que tenen una suma constant k ($k \in R^+$)

$$\mathbf{x} = [x_1, \dots, x_{d+1}] \mid x_i \geq 0 (i = 1, \dots, d+1), x_1 + \dots + x_{d+1} = k,$$

(en aquest cas, $k = 100$), l'espai vectorial del qual és l'ortant positiu i que segueix un model multiplicatiu amb una mètrica d'interval·logarítmics (Barceló-Vidal *et alii*, 2001; Aitchison, 2005; Buxeda, 2008); per la qual cosa, per al seu tractament estadístic les dades obtingudes han estat transformades utilitzant la transformació ALR en logaritmes de raons, segons

$$\mathbf{x} \in S^d \rightarrow \mathbf{y} = \log \left(\frac{x_d}{x_{d+1}} \right) \in R^d \quad (1)$$

on S^d és el símplex d -dimensional, $\mathbf{x}_d = [x_1, \dots, x_d]$, o la transformació CLR en logaritmes de raons centrats segons

$$\mathbf{x} \in S^d \rightarrow \mathbf{z} = \log \left(\frac{x}{g(\mathbf{x})} \right) \in R^d \quad (2)$$

on S^d és el símplex d -dimensional i $g(\mathbf{x})$ és la mitjana geomètrica de tots els $d + 1$ components de \mathbf{x} (Aitchison, 1986; Buxeda, 1999).

Per al tractament estadístic, el component Mo no ha estat considerat per indeterminacions i imprecisions analítiques, mentre que els components Co i W han estat exclosos per les possibles contaminacions derivades del procés de polvorització. A més, com ja s'ha observat en altres estudis sobre ceràmiques majòliques (Buxeda *et alii*, 2001; Iñáñez, 2007; Iñáñez *et alii*, 2007a, 2007b), tots els individus presenten concentracions molt altes de Pb i Sn a causa de la contaminació produïda per la difusió dels vidriats a les matrius ceràmiques durant la cocció de la ceràmica estudiada. Les interferències produïdes pel Pb respecte d'altres elements no poden ser pas corregides òptimament, per la qual cosa, els valors del Rb, Y i Ga no poden ser pas considerats en els procediments estadístics. El Th, tot i que a un nivell menor, també podria quedar afectat per les interferències d'absorció del plom, i es considera oportuna la no-utilització d'aquest element en l'estudi estadístic. Tampoc no s'han tingut en compte el

K_2O i el Na_2O , ja que s'ha observat que un nombre important d'individus van patir un procés d'alteració i contaminació durant l'enterrament que ha provocat l'alteració de la fase vítria de la ceràmica, amb lixiviació de K_2O i Rb, i la consegüent cristal·lització d'analcima, amb fixació de Na_2O de les aigües circulars (vegeu per exemple, Buxeda, 1999; Buxeda *et alii*, 2001M; Schwedt *et alii*, 2006). Finalment, tampoc no s'ha tingut en compte el Nb a causa de problemes de reproductibilitat observats entre els primers individus analitzats l'any 2001 i els actuals.

D'altra banda, la pèrdua al foc (PAF) tampoc no s'ha pres en consideració en els tractaments estadístics. Aquest valor engloba el total de l'aigua (H_2O), grups hidroxils ((OH)), matèria orgànica, CO_2 i compostos volàtils continguts en la mostra analitzada. Aquests elements es perden a mesura que augmenta la temperatura de cocció. Atès que els diversos individus, encara que pertanyin a una mateixa producció, poden estar cuits a diferents temperatures, aquest fet implica que poden haver-hi diferències en el valor de la PAF. Com que en la projecció en el símplex tots els resultats acaben sumant 100 %, la disminució de la PAF a mesura que augmenta la temperatura de cocció implica un augment en la mateixa proporció de tots els altres components, cosa que produeix diferències en la composició química que només són degudes a diferències tecnològiques.

Com a resum del tractament estadístic es presenta el dendrograma resultant de l'anàlisi d'agrupament (AA) realitzada amb el programa S-Plus 2000 (MathSoft, 1999) que utilitza la distància euclidiana al quadrat i el procés aglomeratiu del centroid sobre la subcomposició Al_2O_3 , MnO, TiO_2 , MgO, CaO, SiO_2 , Ba, Zr, Sr, Ce, V, Zn, Ni i Cr amb transformació ALR (equació 1) utilitzant el Fe_2O_3 com a divisor (fig. 2). En aquest gràfic, a partir de tots els individus inicials que hi ha a la seva base, s'estableix, en un procés jeràrquic d'aglomeració, la unió, en cada etapa, d'un individu amb un altre o amb un altre grup, o bé d'un grup amb un altre, fins a l'obtenció, en l'estat final, d'un grup únic format per tots els individus analitzats. Com

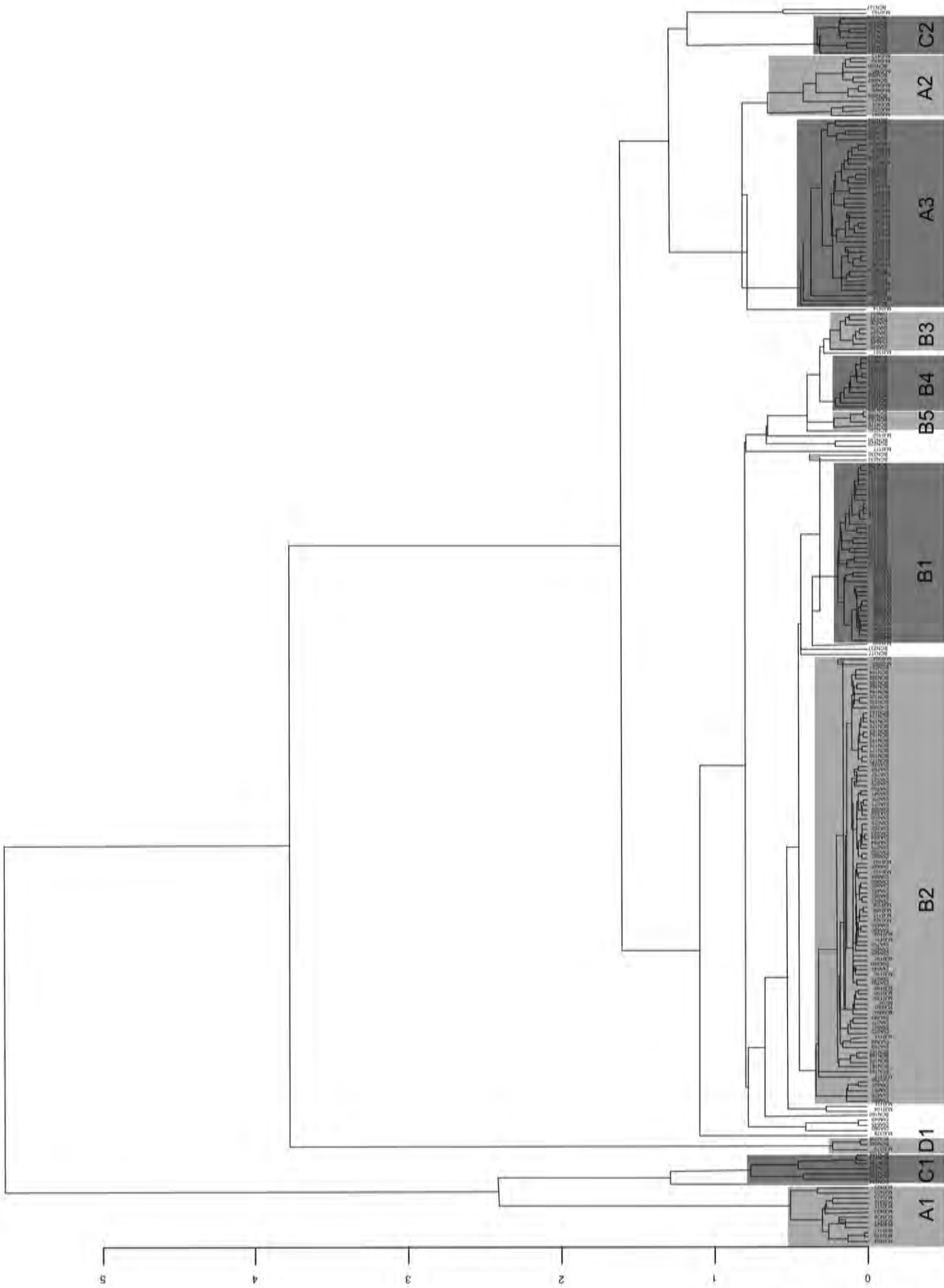


Figura 2 Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupament dels 255 individus caracteritzats sobre la subcomposició Al_2O_3 , MnO , TiO_2 , MgO , CaO , SiO_2 , Ba , Zr , Sr , Ce , V , Zn , Ni i Cr amb transformació ALR utilitzant el Fe_2O_3 com a divisor.

Cronologia	Pisa arcaica	Vaixella verda	Ceràmica comuna vidriada	Comuna policroma	Ceràmica comuna oxidada i grans contenidors	Pisa catalana en verd i manganès	Pisa catalana de reflex metàl·lic	Pisa catalana de reflex metàl·lic i blau	Pisa catalana (decoracions variades)	Imitació blau berettino
S. XIII	A2 A3	A1 A2 A3	A1 A2 A3							
S. XIII-XIV						B2 B1				
S. XV			B1		C2 B1				B2	
S. XVI-XVII			C1 C2				B2 B3	B2	B2	
S. XVII-XVIII				C2						
S. XVIII				C1 C2	B4					B4

més allunyada de la base es produeix l'aglomeració o unió, més dissimilars en composició química són els individus que s'uneixen. En el nostre cas, l'estudi del dendrograma mostra una estructura complexa amb la presència de diversos grups on s'engloba gairebé la totalitat dels individus (taula 2). Entre aquests grups es poden identificar els ja coneguts corresponents a les produccions del segle XIII i relacionats amb el forn del carrer de l'Hospital com són els grups A1, A2 i A3⁵ (Buxeda *et alii*, 2009), que es diferenciaven bàsicament pel seu contingut en CaO, que permetia considerar el grup A1 com a poc calcari, el grup A2 com a límit calcari (és a dir en el límit entre poc calcari i calcari), i el grup A3 com a calcari. A partir del nou mostreig, el grup A1 no ha variat i es manté format per dotze individus de ceràmica comuna vidriada. De la seva banda, els grups A2 i A3 sí que han augmentat a partir del nou mostreig, i ara engloben tretze i trenta-nou individus respectivament, que corresponen tots a ceràmiques vidriades i a pisa arcaica, aquesta última més abundant en el grup A3. Altres grups corresponents a produccions ja identificades són els B1, B2 i B3⁶ (Buxeda *et alii*, 2001; Iñáñez, 2007). El primer, B1, està format per trenta-set individus, amb incorporacions corresponents al nou mostreig i que pertanyen majoritàriament a produc-

Taula 2

Classes ceràmiques i produccions identificades. Ombrejades en gris les produccions que corresponen a una mateixa argila.

cions calcàries decorades en verd i manganès datades des de finals del segle XIII fins al segle XV; també inclou algunes poques ceràmiques corresponents a vidriat verd o melat datades als segles XV-XVI. El grup de B2 és el més abundant i el formen noranta-dos individus, entre antics i nous, que pertanyen a produccions calcàries de verd i manganès, datades des de finals del segle XIII fins al segle XV; ceràmica blava catalana dels segles XV, XVI i XVII; ceràmica decorada amb pinzell pinta en blau, datada al segle XVI; i, finalment, ceràmica amb decoracions de reflex metàl·lic i pisa variada datades majoritàriament al segle XVII. A més, cal destacar que inclou també un fragment de pisa arcaica. Finalment, hi ha el grup B3 que es manté sense canvis; és a dir, amb el mateix nombre d'individus, vuit, corresponents tots a ceràmiques decorades amb reflexos metàl·lics i datades al segle XVII. Es tracta

5. Antics grups 4, 5 i 6 (Buxeda *et alii*, 2009).

6. Antics grups PI, DR i SC (Buxeda *et alii*, 2001; Iñáñez, 2007).

de la producció calcària amb els continguts en CaO més alts de les analitzades en aquest estudi; d'altra banda, l'augment de la mostra ens ha permès definir agrupacions que correspondrien a produccions també de Barcelona i que no havien estat identificades prèviament. D'una banda hi trobem el grup C1, que està format per sis individus corresponents a ceràmiques comunes vidriades i ceràmiques comunes, imitacions de ceràmiques vidriades franceses; les primeres datades durant els segles XVI-XVII, mentre que les imitacions pertanyen ja al segle XVIII, si bé totes es caracteritzen per ser molt poc calcàries. D'altra banda, a l'extrem dret del dendrograma s'hi situa el grup C2, format per vuit individus entre els quals es poden distingir ceràmiques comunes vidriades datades als segles XVI-XVII, ceràmica suposadament francesa datada als segles XVII-XVIII i ceràmica d'imitació de la comuna francesa datada ja al segle XVIII. Es tracta d'una producció similar a la del grup C1 però amb uns continguts en CaO superiors que la situen en la categoria límit calcari. Un altre grup de nova identificació és el B5, que es tracta d'un petit grup format per quatre individus que presenten decoracions de reflex metàl·lic i blava catalana, i que es daten als segles XVI-XVII; composicionalment, es pot considerar com una producció calcària, molt similar al grup que té a la seva dreta, el grup B4, tot i que presenta petites diferències en els continguts d'alguns elements traça, que fa que es diferenciïn en el dendrograma. De la seva banda, el grup B4 està format per onze individus corresponents a produccions datades ja al segle XVIII, la majoria de les quals són imitacions de blau berettino lligur, tot i que també engloba individus de ceràmica comuna oxidada. Finalment, hi ha un petit grup, el D1, format només per tres individus calcaris, datats al segle XIII, i corresponents a ceràmica vidriada verda, els quals, malgrat la seva datació, no s'agrupen ni amb les altres produccions d'aquest segle, els grups A1, A2 i A3, ni amb les que es fabricaran a partir del segle XIV. Aquest grup ja havia estat identificat en un estudi anterior (Iñáñez, Buxeda, 2007) tot i que aleshores estava format per un únic individu, les peculiars característiques composicionals del qual no permetien assegurar que tingués un origen barceloní. L'ampliació de la mostra tampoc no ha permès resoldre aquest dubte i de moment continua sense poder assegurar-se que pertanyi a la producció de la ciutat.

En l'estudi previ que es va dur a terme sobre el forn del carrer de l'Hospital del segle XIII (Buxeda *et alii*, 2009) es va demostrar que els grups A1, A2 i A3 corresponen en

realitat a una única base argilosa amb diferents variacions de calci. Tot i que encara cal investigar l'origen d'aquesta variació, el que sembla evident és que el contingut de calci estaria relacionat amb el producte final que es volia obtenir. De manera similar, les produccions B1, B2 i B3, que abracen el període que va des de finals del segle XIII/inicis del segle XIV fins al segle XVII, sembla que tenen una mateixa base argilosa (Iñáñez, 2007), diferent de la utilitzada pels ceramistes del forn del carrer de l'Hospital, que també varia d'una producció a l'altra bàsicament pel seu contingut en calci. Amb la finalitat d'observar si les noves produccions identificades B4, B5, C1, C2 i D1, corresponen en realitat a diferències provocades principalment pel seu contingut en CaO, hem realitzat un nou AA sense considerar ni el CaO ni l'Sr, atès que ambdós elements estan relacionats. El resultat (fig. 3) permet d'observar que el grup D1 continua separat i diferent de la resta de produccions, mentre que, el grup B5 queda ara diferenciat i separat dels grups B4 i B3, als quals s'ajuntava en el dendrograma de la figura 2. Malgrat tot, les diferències composicionals són mínimes i es donen bàsicament a petites diferències en Zn i Cr. De la seva banda, el grup B4 queda englobat en un gran grup que inclouria les produccions B1, B2 i també B3; les quals tal com es pot observar en el dendrograma, queden barrejades entre si, tot indicant la seva similitud pel que fa a l'argila utilitzada com a base de les pastes amb què es van preparar. Finalment, els grups C1 i C2 s'uneixen en un únic grup clarament diferenciat dels anteriors, tot indicant que la seva argila seria diferent tant de la utilitzada per als grups A1, A2 i A3, com de la corresponent a les produccions B1, B2, B3, B4 i B5.

Aquests resultats es poden contrastar amb l'anàlisi de components principals (ACP) realitzada sobre la mateixa subcomposició que el dendrograma de la figura 2; és a dir, Al_2O_3 , MnO, TiO_2 , MgO, CaO, SiO_2 , Ba, Zr, Sr, Ce, V, Zn, Ni i Cr amb transformació ALR que utilitza el Fe_2O_3 com a divisor, sobre la matriu de variàncies-covariàncies i sense rotació, cosa que ens permetrà d'observar la relació que mantenen els grups amb els diversos components. Aquesta tècnica permet de trobar les combinacions lineals dels components inicials que maximitzin la variabilitat en un nombre petit de components. D'aquesta manera, s'aconsegueix passar d'un nombre elevat de dimensions a un nombre petit de valors calculats com a combinacions d'aquestes concentracions. Així doncs, es poden realitzar gràfics que corresponguin a

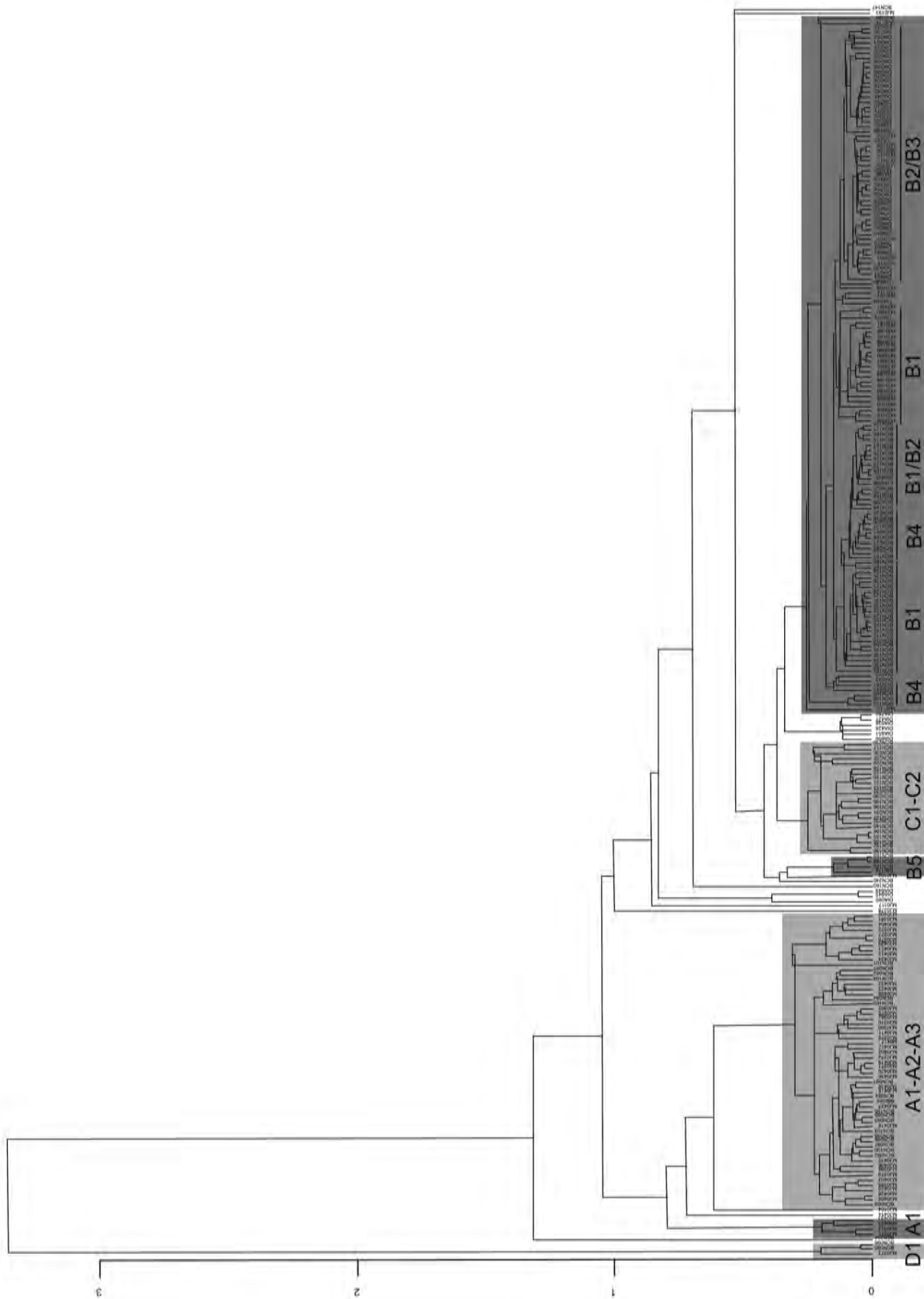
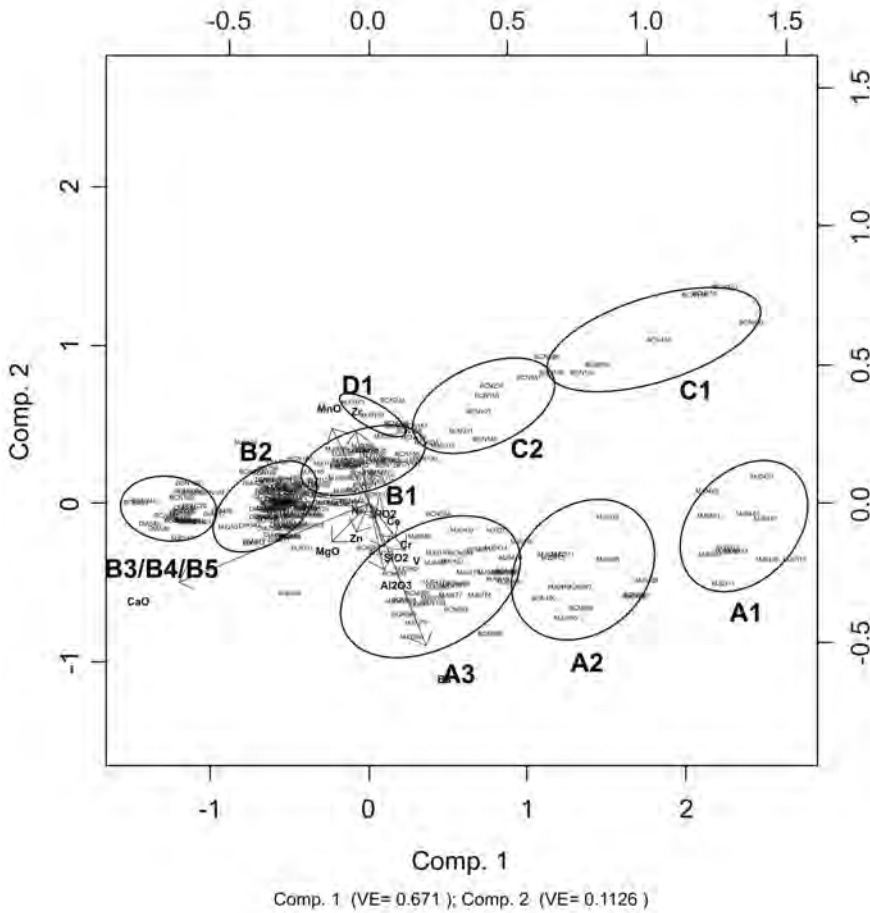


Figura 3
Dendrograma resultant de l'anàlisi d'agrupament dels 255 individus caracteritzats sobre la subcomposició Al_2O_3 , MnO , TiO_2 , MgO , SiO_2 , Ba , Zr , Ce , V , Zn , Ni i Cr amb transformació ALR utilitzant el Fe_2O_3 com a divisor.

**Figura 4**

Biplot resultant de l'anàlisi de components principals (ACP) sobre els 255 individus caracteritzats. Comp: component principal. VE: variància explicada.

aquestes noves combinacions que representen una variància major que qualsevol gràfic bivariant realitzat sobre les concentracions inicials. Tanmateix, en un únic gràfic es resumeix molta més informació i permet que s'observi millor l'estructura dels grups que hi ha en el conjunt d'individus que s'estudia. A més, és possible incloure en els mateixos gràfics la situació dels components inicials; és a dir, dels elements químics. D'aquesta manera, és possible veure què és el que caracteritza les diferències i les similituds entre els diferents individus i grups.

En el nostre cas, els dos primers components principals expliquen el 78,36 % de la variància. L'ACP mostra que els valors dels coeficients per al primer component principal (Comp. 1), en abscesses, que explica el 67,10 % de la variància, presenten atracció cap als seus valors negatius, principalment del $\ln(\text{CaO}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$, $\ln(\text{Sr}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$ i, en menor mesura, del $\ln(\text{MgO}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$ i $\ln(\text{MnO}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$. D'altra banda, cap als seus valors positius, sobretot del $\ln(\text{Ba}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$; és a dir, que són els valors relatius corres-

ponents a aquests components, però sobretot al CaO i Sr, els que exerceixen una major influència en la distribució dels individus en el gràfic de la figura 4 en sentit horitzontal, per la qual cosa els individus s'organitzen de dreta a esquerra a mesura que augmenten els seus continguts en CaO i Sr (taula 3), alhora que s'observa una clara divisió en dos dels individus provocada per la influència del segon component principal (Comp. 2), en ordenades, que explica l'11,26 % de la variància. En aquest cas, els valors presenten atracció cap als valors negatius, sobretot del $\ln(\text{Ba}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$, $\ln(\text{CaO}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$ i $\ln(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3)$ i cap als positius, principalment del $\ln(\text{MnO}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$ i $\ln(\text{Zr}/\text{Fe}_2\text{O}_3)$. Així doncs, en la part inferior del gràfic hi ha situats els individus dels grups A1, A2 i A3, corresponents a les produccions del segle XIII, amb valors més alts especialment en Ba i Al_2O_3 i més baixos en MnO i Zr; i en la part superior del gràfic se situen els dels grups B1, B2, B3, B4, B5, C1 i C2 corresponents a les produccions fabricades a partir del segle XIV i fins al segle XVIII, però també els que pertanyen al grup D1 i que es

	D1 (n = 3)		A1 (n = 12)		A2 (n = 13)		A3 (n = 39)		C1 (n = 6)		C2 (n = 8)		B4 (n = 11)		B5 (n = 4)		B1 (n = 37)		B2 (n = 92)		B3 (n = 8)	
	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s
Fe ₂ O ₃ (%)	6,86	0,13	5,54	0,26	5,19	0,26	5,29	0,35	7,15	0,46	6,62	0,36	5,16	0,20	5,19	0,27	6,21	0,25	5,67	0,31	4,85	0,26
Al ₂ O ₃ (%)	18,27	0,04	20,54	0,53	19,91	0,62	19,18	0,74	18,07	0,71	16,99	0,66	14,65	0,48	15,44	0,27	16,84	0,54	16,42	0,45	14,97	0,64
MnO (%)	0,04	0,00	0,03	0,01	0,04	0,01	0,05	0,01	0,11	0,03	0,10	0,02	0,06	0,01	0,06	0,01	0,08	0,01	0,07	0,01	0,07	0,01
P ₂ O ₅ (%)	0,50	0,03	0,17	0,04	0,22	0,10	0,23	0,08	0,18	0,11	0,25	0,14	0,37	0,30	0,23	0,04	0,27	0,15	0,71	0,60	0,61	0,77
TiO ₂ (%)	0,91	0,00	0,78	0,02	0,76	0,03	0,73	0,03	1,00	0,08	0,92	0,04	0,67	0,02	0,66	0,01	0,80	0,03	0,74	0,03	0,66	0,03
MgO (%)	1,46	0,02	1,66	0,04	1,66	0,08	1,75	0,12	1,50	0,09	1,73	0,14	2,18	0,22	3,13	0,17	2,04	0,16	2,31	0,19	2,07	0,26
CaO (%)	10,17	0,82	1,41	0,27	3,70	0,81	8,29	2,05	1,70	0,76	5,15	1,13	25,90	1,54	22,70	1,40	11,44	1,38	16,61	1,34	25,60	3,00
SiO ₂ (%)	61,60	0,69	69,69	0,53	68,35	1,13	64,33	2,27	70,12	1,23	68,07	1,39	50,85	1,21	52,46	1,68	62,17	1,19	57,34	1,22	51,07	2,05
Ba (ppm)	195	41	1003	141	967	187	838	126	605	37	615	74	431	30	373	18	560	72	476	75	346	29
Nb (ppm)	19	0	18	1	18	1	18	1	24	1	21	2	18	1	19	0	20	1	15	4	10	1
Zr (ppm)	133	9	142	12	142	13	146	18	326	24	320	24	193	6	200	8	239	16	189	17	178	10
Sr (ppm)	331	5	99	14	103	11	123	17	128	9	164	28	305	33	336	31	162	19	184	20	209	18
Ce (ppm)	67	10	73	8	74	11	71	10	97	12	101	8	66	6	63	2	80	9	65	9	53	7
V (ppm)	169	11	136	6	124	5	110	8	134	7	117	10	77	6	71	7	94	10	86	6	76	8
Zn (ppm)	115	2	114	15	107	12	106	8	132	28	112	8	103	14	72	2	122	11	136	18	106	8
Cu (ppm)	512	116	39	19	64	86	48	23	79	54	99	128	353	437	98	22	88	53	76	64	53	23
Ni (ppm)	46	2	31	5	33	5	36	5	46	5	41	3	34	3	39	3	39	3	42	5	36	4
Cr (ppm)	156	12	93	11	84	13	74	10	90	9	78	10	46	3	52	1	70	12	66	8	58	3

daten al segle XIII. Si ens centrem en el núvol que formen les produccions A1, A2 i A3 del segle XIII, situat a la part inferior del gràfic, s'hi pot observar un primer núvol d'individus situat a l'extrem esquerre i que es correspon amb el grup A1, el menys calcari dels definits pel forn del carrer de l'Hospital. D'altra banda, els grups A2 i A3 se solapen a causa dels continguts similars que presenten alguns individus d'ambdós grups; és a dir, els del grup A2 que en la seva condició de límit calcari presenten els continguts en CaO més alts i els del grup A3 que, tot i la seva condició de calcaris, presenten els continguts en CaO més baixos. Si ens fixem ara en el núvol corresponent a les produccions del segle XIV en endavant, s'hi observa un fenomen similar. A l'extrem esquerre hi ha els individus poc calcaris del grup C1, als quals segueixen els individus del grup C2 que són ja al límit de calcaris; a continuació hi ha dos núvols que se solapen entre si i que són els que corresponen a B1 d'una banda i a B2 de l'altra, fet que corrobora les similituds entre totes dues produccions. Finalment, lleugerament separats i formant un únic núvol, hi ha els individus corresponents als grups B3, B4 i B5, que són els que corresponen a les produccions més calcàries. Cal destacar, finalment, que el grup D1 queda en aquest tractament mig solapat amb el grup B1.

L'últim pas en el tractament estadístic de les dades químiques és l'anàlisi discriminant orientada a identificar la millor manera de diferenciar, a partir de la seva composi-

Taula 3

Mitjanes (x) i desviacions estàndard (s) en dades normalitzades de les 11 produccions definides a través de la caracterització arqueomètrica.

ció química, els grups ja definits, i que es comença fent una anàlisi pas a pas de la variància, que, a partir del primer pas, es converteix en una anàlisi de la covariància, en la qual s'identifiquen aquelles variables que tenen un major poder discriminant; és a dir, que permeten una millor separació entre els grups. En el nostre cas, s'han identificat les variables transformades del CaO, Al₂O₃, Sr, MgO i TiO₂, amb transformació ALR emprant el Fe₂O₃ com a divisor, com també les variables amb un major poder discriminant. En aquesta anàlisi no hi hem inclòs els grups D1 ni B5 ja que el nombre d'individus que els formen és estadísticament insuficient. El resultat es pot observar en el gràfic de la figura 5 que mostra una distribució dels individus molt similar a la que hem pogut observar en l'anàlisi de l'ACP anterior. Així doncs, en la meitat inferior esquerra del gràfic se situen els grups A1, A2 i A3 corresponents a les produccions del segle XIII, mentre que des de la part superior a la part inferior dreta, i en diagonal, se situen, d'acord principalment amb els seus continguts en CaO, els grups corresponents

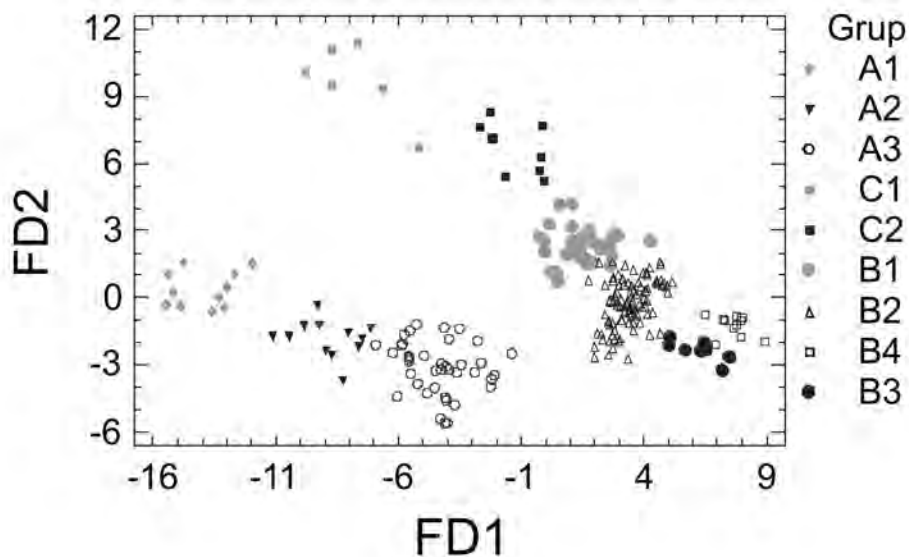


Figura 5
Gràfic bivariant de les funcions discriminants (FD) obtingudes a partir de l'anàlisi discriminant de les produccions de Barcelona.

a les produccions del segle XIV fins al XVIII, en el mateix ordre que en l'anàlisi d'ACP: C1, C2, els menys calcaris, B1 i B2, els grups calcaris i, finalment, B3 i B4, els grups més calcaris.

Arribats en aquest punt, es pot dir que l'anàlisi química i l'estudi dels seus resultats a partir de tècniques estadístiques ha permès definir 11 grups formats per més de dos individus i que representarien 11 produccions diferenciades (taula 3, fig. 6). Després d'excloure'n el grup B5 i, especialment, el D1, que en qualsevol cas no tenen prou individus atribuïts, les 9 produccions restants correspondrien, hipotèticament, a un mínim de tres bases argiloses a partir de les quals es prepararien les diferents pastes, amb diferents continguts de calci, d'acord amb els productes finals que es volien obtenir. Així doncs, hem identificat una primera argila a partir de la qual s'haurien preparat les pastes per elaborar les produccions dels grups A1, A2 i A3 (taula 2, fig. 7 i 8), que corresponen totes al segle XIII i són de vaixel·la vidriada verda, de comuna vidriada i de pisa arcaica. Mentre que la vaixel·la vidriada verda i la comuna vidriada estan ben representades en tots els grups, la pisa arcaica només està documentada en els grups A2 i A3; és a dir, en els grups límit calcari i clarament calcari, si bé és força més abundant en aquest últim. Tot plegat sembla que suggereix que per a la vaixel·la verda i la comuna vidriada no hi havia una recepta exacta per a la preparació de la pasta amb la qual es fabricaven, mentre que per a la pisa arcaica sí que sembla que hi va haver una recerca de pastes calcàries, que sembla confirmar-se amb la posterior evolució de la

recepta de la pisa de Barcelona, amb un primer intent de fabricació amb pastes límit calcàries per passar, de seguida, a elaborar-se amb pastes calcàries. S'ha de tenir en compte, tal com ja s'ha destacat en altres treballs (Buxeda *et alii*, 2001; Iñáñez, 2007), que aquest tipus de vaixel·la necessita un fons clar sobre el qual destaquï la decoració, i per obtenir-lo era necessari opacificar les peces per tal d'emascarar el color fosc (marronós o vermellós) de la pasta, i per a la qual cosa s'utilitzava sobretot l'òxid d'estany, un producte car que els ceramistes intentaven d'estalviar a partir de receptes que aconseguissin colors clars per a les pastes ceràmiques. És amb aquest objectiu principal que es van començar a utilitzar argiles calcàries per a la fabricació de la vaixel·la tipus pisa, ja que els alts continguts de calci proporcionen tons clars a les pastes ceràmiques quan es couen a altes temperatures; i, probablement, aquest és el fenomen que s'observa en els grups relacionats amb la primera producció de pisa del segle XIII i que continuarà a partir del segle XIV.

Una segona argila hauria estat utilitzada com a base per a la preparació de les produccions B1, B2, B3, B4 i B5 (fig. 9, 10 i 11), que corresponen majoritàriament a vaixel·la de pisa, tot i que la producció de B1 també incorpora vaixel·la vidriada verda i la de B4 ceràmica comuna oxidada. Ara bé, si ens centrem en la producció majoritària, la pisa, és interessant destacar que les diverses vaixel·les incorporen més calcita a mesura que avancem en el temps. Així doncs, el grup B1 (fig. 9), que concentra la vaixel·la amb decoració en verd i manganès corresponent

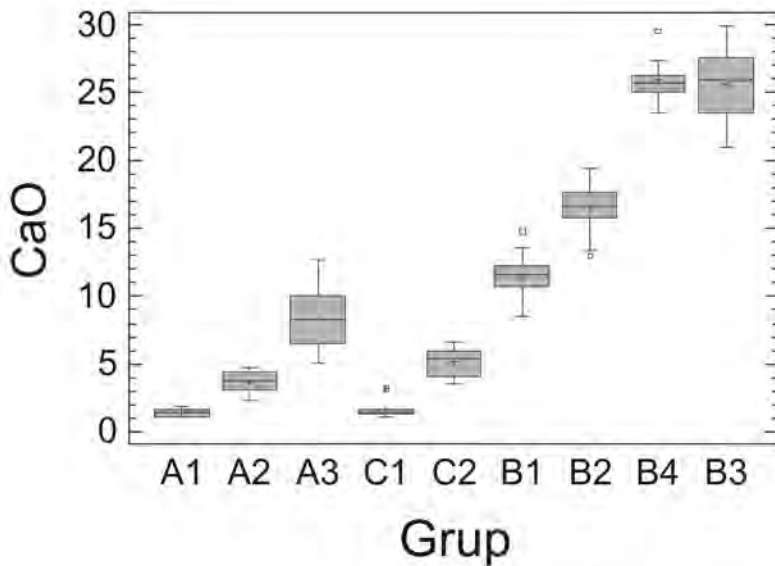


Figura 6
Gràfic múltiple de caixa i bigoti dels grups definits en aquest estudi.

als segles XIII-XV, presenta una mitjana en contingut de CaO de l'11,44 %; i el grup B2 (fig. 10), tot i que en formen part uns pocs individus amb decoració de verd i manganès que es daten entre els segles XIII a XV, inclou majoritàriament pisa blava, policroma i de reflex metàl·lic datades als segles XVI i XVII, i amb una mitjana en contingut de CaO del 16,61 %. Als segles XVI i XVII trobem la producció del grup B5, corresponent a pisa amb decoració de reflex metàl·lic i blava, i la del grup B3 (Figura 11), corresponent a pisa amb decoració de reflex metàl·lic, i totes dues presenten un clar augment en els continguts de CaO, amb una mitjana de 22,70 % i 25,60 % respectivament. L'última de les produccions que hauria estat fabricada amb la mateixa base argilosa és la del grup B4 (fig. 11), corresponent a imitacions de blau berettino lligur, i que majoritàriament es data al segle XVIII. En aquest cas el seu contingut en CaO és el més alt de les produccions identificades en aquest estudi, amb una mitjana que arriba al 25,90 %.

Finalment, encara una tercera argila hauria estat utilitzada per a la fabricació de les produccions C1 i C2 (fig. 12), corresponents a ceràmica comuna vidriada i ceràmica comuna policroma, i datades entre els segles XVI i XVIII, es tractaria de produccions poc calcàries o límit calcàries. En aquest cas, el vidriat és melat o groguenc i a sobre s'hi aplica la decoració, per la qual cosa no és necessari que les argiles siguin calcàries; és a dir, que aquestes ceràmiques haurien estat fabricades al mateix temps que la vaixel·la pisa, però per a la seva elaboració s'haurien utilitzats argiles amb una fase sorrenca més important que per

a la producció de pisa i amb un menor contingut en carbonats.

Conclusions

Tot i que resten encara individus no classificats i agrupacions mal conegudes (especialment l'agrupació D1), la qual cosa permet de suposar que quan avancin els treballs se'n puguin canviar les conclusions, aquest estudi ha fet possible inferir la utilització, entre els segles XIII i XVIII, d'un mínim de tres bases argiloses diferenciades en la producció ceràmica de Barcelona, sobretot en el contingut en carbonats, amb l'objectiu d'aconseguir les propietats desitjades en les ceràmiques cuites, que en el cas de les tipus pisa era, molt especialment, l'obtenció de pastes cada cop més clares. Aquesta diferenciació es podia aconseguir bé per l'addició de carbonats a l'argila base, bé depurant-los, bé per l'existència de diferències naturals en les argiles d'aprovisionament, diferències que haurien identificat els ceramistes. D'aquesta manera, les bases argiloses inicials es diversificarien i haurien donat fins a 9 grups composicionals diferents, fet que indica la gran complexitat de la producció ceràmica de Barcelona. Tot i que la diferenciació de les pastes dins les argiles base està clarament explotada per part dels ceramistes, no sabem encara si correspon a la identificació de diferències naturals en els llits d'argila o a un procés artificial intencionat per part dels ceramistes. L'aclariment d'aquest dubte, d'importància rellevant per a un millor coneixement de la tecnologia de producció d'aquestes ceràmiques, necessita de la concurrència d'altres tècniques, molt

especialment de la microscòpia òptica per làmina prima, que es troba actualment en fase d'execució⁷.

D'altra banda, aquesta multiplicitat de produccions té, a més, unes clares connotacions cronològiques i indica l'existència de grans canvis estructurals en la producció ceràmica de la ciutat. Com a mínim, i en l'estat actual dels nostres coneixements, això és el que sembla deduir-se del canvi en la producció ceràmica del segle XIII al segle XIV i posteriors, amb el que podria haver estat un canvi en la situació dels tallers, de la zona del carrer de l'Hospital a la zona que assenyalen els topònims dins de muralla al voltant del carrer d'Escudellers (Iñáñez *et alii*, 2008; Buxeda *et alii*, 2009). Així doncs, aquest possible canvi d'explotació d'argiles hauria coincidit amb un possible trasllat de la zona de localització dels tallers, fenomen que en altres cronologies, també sembla que es detecta en altres centres productors. En concret, s'observa un fenomen similar a Lleida, en el canvi de localització dels tallers, des del centre de Remolins, a la segona meitat del segle XVI, al centre d'Obradors-Sant Anastasi, datat ja a finals del segle XVI-inicis del segle XVII (Iñáñez, Buxeda, 2010). En aquest cas, el canvi de localització dels tallers d'un extrem a l'altre de la ciutat no sembla només una qüestió de localització, sinó que també hauria implicat un canvi en les argiles a utilitzar. Un altre canvi similar s'observa també en els forns de Sevilla, que a mitjan segle XVI es traslladen de les zones de San Pedro, San Vicente i San Marcos, dins de les muralles, a la zona de Triana i San Telmo, fora de les muralles (Sánchez, 1994), amb un canvi també en les argiles explotades. En qualsevol cas, resten encara per identificar quines foren les argiles explotades en el canvi de localitzacions de Barcelona, tot i que segurament se substituïssin afloraments d'argiles del quaternari antic per argiles de dipòsits sedimentaris terciaris, una hipòtesi que necessita encara de la realització del treball esmentat.

Un altre punt important a destacar és que els canvis d'argiles base i de pastes tenen també una clara correspondència amb les diferents classes de ceràmiques produï-

des; és a dir, amb l'especialització dels nous canvis organitzatius de la Confraria dels Terrissers de Barcelona. Els resultats obtinguts fins ara, tot i que desiguals, ja que hi ha classes ceràmiques més ben representades que altres, permeten, nogensmenys, observar que un cop superat el segle XIII, on únicament hi ha elements per pensar que la pisa arcaica es fabrica amb pastes preferentment calcàries, a partir del segle XIV hi ha una creixent especialització en la preparació de les pastes. Així, la producció B1, que correspon preferentment al segle XIV-primera meitat del segle XVI, inclou la pisa menys calcària a més de ceràmica comuna vidriada, un fet relacionat encara amb una falta d'especialització. A mitjan segle XVI aquesta producció B1 se substitueix per la producció B2, fet que implica un augment en els continguts de calci, però també una major especialització en la seva producció, ja que amb aquesta pasta només es fabrica pisa mentre que per a la ceràmica comuna vidriada s'utilitza una altra pasta. Aquest canvi sembla que coincideix en el temps amb la separació dels escudellers del gremi de Sant Hipòlit, que agrupava gerrers, ollers, escudellers i rajolers (Riu, 1990), i la creació d'un gremi específic d'escudellers concedit el 1531 i confirmat per Carles V el 1538 (Riu, 1990, 2005). Paral·lelament a aquests canvis, la producció de ceràmica comuna vidriada sembla que es concentra en les pastes C1 i C2 (obra d'oller), que a més de suposar un possible abandonament de les possibles argiles sedimentàries terciàries, implica pastes poc calcàries i, per tant, tecnològicament oposades a les de la producció B2. Finalment, la producció B3 (obra d'escudeller) data ja al segle XVII i que també comprèn únicament pisa, permet observar un augment important en contingut de calci, que se situa a l'entorn del 25 %, un canvi substancial que suposa un augment de gairebé un 10 % respecte a la producció de pisa del grup B2. És important destacar que els fenòmens de canvi de localització dels tallers de Lleida i Sevilla van comportar no només un canvi en les argiles explotades sinó també un increment substancial dels continguts de calci. Així doncs, en el cas de Lleida la

7. Molt especialment, es tracta de la tesi doctoral en curs de realització, dins del projecte Tecnològic, de Roberta Di Febo (vegeu la nota sobre la "Memòria de l'activitat científica" en aquest mateix volum). A més, també seran rellevants els resultats referits a Barcelona de la tesi doctoral que, també dins del projecte Tecnològic, està duent a terme Samantha Gómez Ferrer (vegeu la nota sobre la "Memòria de l'activitat científica" en aquest mateix volum).

producció de Remolins, datada, com la producció B2, al segle XVI, presenta una mitjana en contingut de calci de 13,82 %, mentre que a Sant Anastasi/Obradors, datat ja a partir de finals del segle XVI-segle XVII, augmentarà fins al 22,46 % de mitjana. A Sevilla, la producció fins a mitjan segle XVI presenta una mitjana en contingut de calci de 12,74 %, que augmenta fins a un 22,51 % quan els tallers es traslladen a Triana (Iñáñez, 2007).

Tot i l'estat encara en curs d'aquest treball, és clara la complexitat de pastes en la producció ceràmica a la Barcelona dels segles XIII a XVIII. En aquest treball s'ha deixat de banda l'estudi tecnològic aprofundit que hauria inclòs les decoracions i els vidriats, cosa que hauria implicat, encara, una major complexitat, ja que, si més no en alguns casos, sembla que són els diferents gremis de ceramistes els encarregats d'adquirir i distribuir l'argila als seus associats. A més, no s'ha pretès fer cap descripció macroscòpica de les pastes identificades ja que els treballs en curs, molt especialment les observacions petrogràfiques, han de completar la imatge fins ara obtinguda, amb l'aportació de dades necessàries per a una millor identificació de les pastes i de les possibles argiles base. Malgrat tot, les dades químiques mostren de manera inequívoca que la complexitat observada es relaciona de manera molt directa amb un seguit de dades històriques com són els grans canvis organitzatius en el gremi de la producció ceràmica a la ciutat, canvis que ara comencem a conèixer i que els treballs en curs hauran de perfilar.

BIBLIOGRAFIA

- AINAUD DE LASARTE, J. 1952. *Cerámica y vidrio*, col. "Ars Hispaniae", vol. X, Madrid.
- AITCHISON, J. 1986. *The statistical analysis of compositional data*, Chapman and Hall, Londres.
- AITCHISON, J. 2005. *A concise guide to compositional data analysis*. 2nd Compositional Data Analysis Workshop – CoDaWork'05, Universitat de Girona, Girona.
- BARCELÓ-VIDAL, C.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. 2001. "Mathematical foundations of compositional data analysis", a ROSS, G. (ed.) *Proceedings of IAMG'01-The annual meeting of the International Association for Mathematical Geology, 6-12 September 2001*, Cancun, Mèxic, pp. 1-20.
- BATLLORI, A.; LLUBIA, L.M. 1949. *Cerámica catalana decorada*, Barcelona.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J. 1994. "Terminologia i ús dels atuells ceràmics de cuina a la Baixa Edat Mitjana", *Del rebost a la taula. Cuina i menjar a la Barcelona gòtica*, Barcelona, pp. 46-58.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J. 1997. "La ceràmica localitzada a l'extradós de les voltes de la Pia Almoina de Barcelona", *Ceràmica medieval catalana*, Quaderns Científics i Tècnics IX, Barcelona, pp. 235-254.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J. 1998. *Tipologia de la producció barcelonina de ceràmica comuna baix medieval: una proposta de sistematització*. *Ceràmica medieval i postmedieval*, Universitat de Barcelona, pp. 177-204.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J. 2006. "La ceràmica de les voltes del convent de Sant Agustí de Barcelona. Noves formes per a la tipologia de la ceràmica comuna baix medieval de Barcelona". *Arqueologia Medieval. Revista Catalana d'Arqueologia Medieval* 2, ACRAM, Barcelona, pp. 46-67.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J. 2007. "Pisa arcaica i vixella verda al segle XIII. L'inici de la producció de pisa decorada en verd i manganès a la ciutat de Barcelona", *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, Època II, 3, Museu d'Història de Barcelona, Institut de Cultura, Barcelona, pp. 139-158.

- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J. 2009. "Pisa arcaica y cerámica vidriada. Un contexto de la primera mitad del siglo XIII en Barcelona", *VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval en el Mediterráneo Occidental* (Ciudad Real, 27 febrero-3 marzo 2006), pp. 635-651.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J.; MIRÓ I ALAIX, N. 2008. "Imitaciones de cerámica *ligur berettina* en Barcelona", *XL Convegno Internazionale della ceramica. Italia, Medio ed Estremo Oriente: commerci, trasferimenti di tecnologie e influenze decorativi tra Basso Medioevo ed Età Moderna* (Savona/Albisola, maggio 2007), pp. 137-141.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J.; MIRÓ I ALAIX, N. 2009. "Importacions orientals i imitacions locals a "la façó" de Ligúria: noves troballes ceràmiques a la ciutat de Barcelona" *Arqueologia Medieval. Revista Catalana d'Arqueologia Medieval* 4/5, ACRAM, Barcelona, pp. 116-119.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J. 1999. "Alteration and Contamination of Archaeological Ceramics: The Perturbation Problem", *Journal of Archaeological Science* 26, pp. 295-313.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J. 2008. "Revisiting the compositional data. Some fundamental questions and new prospects in Archaeometry and Archaeology", a DAUNIS-I-ESTADELLA, J.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J. (ed.) *Proceedings of CoDaWork'08, The 3rd Compositional Data Analysis Workshop, May 27-30*, Universitat de Girona, Girona, pp. 1-18.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J.; MADRID FERNÁNDEZ, M.; GURT I ESPARRAGUERA, J.M. 2001. "Provença i tecnologia de les ceràmiques de pisa i d'obra de Manises del dipòsit de la plaça Gran de Mataró", a CERDÀ, J.A. *La ceràmica catalana del segle XVII trobada a la plaça Gran (Mataró)*, Associació Catalana de Ceràmica Decorada i Terrissa, Barcelona, pp. 155-170.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J.; IÑAÑEZ, J.G.; CAPELLI, C. 2009. "La producció de ceràmica comuna vidriada del taller del carrer de l'Hospital al s. XIII a partir de la seva caracterització arqueomètrica", *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, Època II, 5, Museu d'Història de Barcelona, Institut de Cultura, Barcelona, pp. 202-215.
- CABESTANY, J.F.; RIERA, F. 1984. "Ceràmica de Manresa, siglo XIV", *Acta Medievalia*, Annex núm. 2, Universitat de Barcelona.
- CERDÀ, J.A. 2001. *La ceràmica catalana del segle XVII trobada a la plaça Gran (Mataró)*, Associació Catalana de Ceràmica Decorada i Terrissa, Barcelona.
- CIRICI, A.; MANENT, R. 1977. *Ceràmica catalana*, col. Imatge de Catalunya, Destino, Barcelona.
- DEHESA, R.; RAMOS, J.; ALCINA, J. 2009. "El forn del carrer de l'Hospital i la producció de ceràmica comuna vidriada monocroma i de vaixel·la verda a la Barcelona del segle XIII", *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, Època II, 5, Museu d'Història de Barcelona, Institut de Cultura, Barcelona, pp. 184-201.
- 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, pp. 542-553.
- IÑAÑEZ, J.G. 2007. *Caracterització arqueomètrica de la ceràmica vidriada decorada de la Baixa Edat Mitjana al Renaixement dels principals centres productors de la península Ibèrica*. Tesis Doctorals en Xarxa, 0205107-115739, Universitat de Barcelona, Barcelona (http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UB/AVAILABLE/TDX-0205107-115739/).
- IÑAÑEZ, J.G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J. 2007. "Pisa arcaica i ceràmica vidriada del segle XIII a Barcelona. Un estudi arqueomètric", *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, Època II, 3, Museu d'Història de Barcelona, Institut de Cultura, Barcelona, pp. 160-179.
- IÑAÑEZ, J.G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J. 2010. Los talleres de fabricación de mayólica de Obradors/Sant Anastasi y Remolins de la ciudad de Lleida (siglos XVI-XVII) a través de su caracterización arqueométrica, a SAIZ CARRASCO, M. E.; LÓPEZ ROMERO, R.; CANO DÍAZ-TENDERO, M.A.; CALVO GARCÍA, J.C. (ed.) *VIII Congreso Ibérico de Arqueometría. Actas*, Seminario de Arqueología y Etnología Turolense, Terol, pp. 57-64.
- IÑAÑEZ, J.G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; MADRID I FERNÁNDEZ, M.; GURT I ESPARRAGUERA, J.; CERDÀ I MELLADO, J.A. 2007a. "Archaeometric characterization of Middle Age and Renaissance tin lead glazed pottery from Barcelona", a WAKSMAN, S.Y.; SCHMITT, A. (ed.) *Archaeometric and Archaeological Approaches of Ceramics. EMAC'05, Proceedings of the 8th European Meeting on Ancient Ceramics*, BAR International Series 1691, Archaeopress, Oxford, pp. 175-180.
- IÑAÑEZ, J.G.; SCHWEDT, A.; MADRID I FERNÁNDEZ, M.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; GURT I ESPARRAGUERA, J.M. 2007b. "Caracterización arqueométrica de los principales centros pro-

ductores catalanes de cerámica mayólica de los siglos XVI y XVII", a MOLERA, J.; FARJAS, J.; ROURA, P.; PRADELL, T. (ed.) *Avances en arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Universitat de Girona, Girona, pp. 97-107.

IÑÁÑEZ, J. G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; MADRID I FERNÁNDEZ, M. 2008. "La pisa de Barcelona: una aproximació arqueomètrica al seu estudi", *Arqueologia Medieval. Revista Catalana d'Arqueologia Medieval* 3, ACRAM, Barcelona, pp. 62-79.

LLORENS, J. 1977. *Plats i pots de ceràmica catalana. Segles XV al XVIII*, Barcelona.

LLORENS, J. 1989. *Ceràmica catalana de reflex metal·lic. Segles XV al XVII*, Barcelona.

LLUBIA, L.M. 1967. *Cerámica medieval española*, Barcelona.

MATHSOFT, 1999. *S-PLUS 2000. User's Guide*. Data Analysis Products Division, MathSoft, Seattle.

MIRÓ, N. 2000. "Excavació de les voltes de la sala de reserva de la Biblioteca de Catalunya, antic Hospital de la Santa Creu, Barcelona", *I Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya*, Associació Catalana per a la Recerca en Arqueologia Medieval (ACRAM), Igualada, pp. 168-176.

OLIVAR DAYDI, M. 1952. *La cerámica trecentista en los países de la Corona de Aragón*, Seix Barral, Barcelona.

RIU, C. 1990. "Les ordinacions i l'evolució del gremi de terrissers a Barcelona", *Pedralbes*, 10, pp. 67-97.

RIU, C. 1992. "Las piezas de cerámica halladas en las bóvedas de las iglesias barcelonesas del siglo XIV", *Acta Historica et Archaeologica Mediaevalia* 13, pp. 375-424.

RIU, C. 2005. "Ceramistas barceloneses del siglo XIV", *Boletín de Arqueología Medieval* 12, pp. 193-208.

SÁNCHEZ CORTEGANA, J.M. 1994. *El oficio de ollero en Sevilla en el siglo XVI*, Diputación Provincial de Sevilla, Sevilla.

SCHWEDT, A.; MOMMSEN, H.; ZACHARIAS, N.; BUXEDA I GARRIGÓS, J. 2006. "Analcime crystallization and compositional profiles - Comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery", *Archaeometry* 48, pp. 237-251.

TELESE COMPTE, A. 1991. *La vaixel·la blava catalana de 1570 a 1670. Repertori, catalogació i proposta per a la seva nomenclatura*, Barcelona.

