ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DE CERÁMICAS IBÉRICAS DEL YACIMIENTO DEL TORRELLÓ DE ALMASSORA (CASTELLÓN)

por

F. Fernandes, M. M. Jordán, J. D. Martín, T. Sanfeliu y G. Clausell

SEPARATA
DE
CAESARAUGUSTA
73
Institución «Fernando el Católico» (C.S.I.C.)
Fundación Pública de la
Excma. Diputación de Zaragoza
1999

Caesaraugusta, 73. 1998, pp.: 99-107.
I.S.S.N.: 0007-9502

ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DE CERÁMICAS IBÉRICAS DEL YACIMIENTO DEL TORRELLÓ DE ALMASSORA (CASTELLÓN)

por

F. FERNANDES, M. M. JORDÁN, J. D. MARTÍN, T. SANFELIU [1] y G. CLAUSELL [2]

RESUMEN

En este trabajo se han estudiado la composición química y mineralógica de una serie de fragmentos cerámicos procedentes del yacimiento del Torrelló de Almassora, con la intención de formar grupos arqueológicamente homogéneos mediante el empleo de técnicas estadísticas multivariantes.

Así pues, se pretende analizar la relación entre la composición química y mineralógica de los fragmentos y su pertenencia a un período histórico determinado.

Mediante estas técnicas estadísticas se ha podido determinar las variables que aportan una mayor información en la clasificación de las muestras, lo cual puede resultar de interés para futuros estudios en esta línea de investigación.

Finalmente cabe decir que, con vistas a determinar el posible origen local de algunos de los fragmentos estudiados, se analizaron muestras de arcilla extraídas de un lugar próximo al Torrelló. De esta forma se pudo llegar a diferenciar de forma estadística los fragmentos que con mayor probabilidad tenían un origen autóctono.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizó un estudio mineralógico y químico, de una serie de fragmentos cerámicos arqueológicos, procedentes del yacimiento del Torrelló de Almassora, situado en la provincia de Castellón.

1. Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental de la Universidad Jaume I de Castellón.
2. Ayuntamiento de Almassora (Castellón).

En el análisis mineralógico se empleó la técnica de difracción de rayos X. El análisis químico de los fragmentos cerámicos se realizó mediante espectroscopia de absorción atómica y fluorescencia de rayos X, al mismo tiempo se analizaron muestras de arcilla cocida tomada de un yacimiento cercano, para estudiar la posible procedencia de las muestras arqueológicas.

Dado que resulta muy complejo, si no imposible, establecer relaciones teóricas entre la composición original de una arcilla y la del objeto final obtenido, hubo que recurrir a técnicas estadísticas de análisis multivariante (Cuadras, 1982) que permitieran tratar el problema en términos de probabilidad.

Metodología experimental y resultados analíticos

El estudio se realizó en dos fases, en la primera se seleccionaron 11 muestras de origen variado (Muestras G), intentando abarcar el mayor número de pastas y grupos arqueológicos, con el menor número de muestras, de forma que se esbozaran los grupos presentes.

Estas 11 muestras fueron analizadas por DRX y por absorción atómica; con estos datos se realizó un análisis de reducción de variables formándose varios grupos, además se realizó un análisis cluster que confirmase los grupos formados.

Seguidamente se aplicó el criterio arqueológico de forma que se eliminasen aquellas muestras que por diversos motivos (formas, decoraciones, etc.) no podían estar en los grupos en los que se los había clasificado. De esta forma se obtuvieron las muestras que formaban los núcleos de los grupos que posteriormente se verían ampliados en la segunda fase del estudio.

Una vez se vieron los grupos formados se escogieron otras 41 muestras (F) que pertenecían (según criterio arqueológico, es decir, tipo de decoraciones, aspecto externo de la pasta, etc.) a los grupos formados en la primera fase, de forma que se perfilasen con mayor definición dichos grupos y se pudiese obtener una información estadística más fiable. Estas muestras fueron estudiadas por DRX y por fluorescencia de rayos X.

En la exposición del trabajo experimental que se hace a continuación se ha optado por presentar las dos fases del estudio unidas de manera que resulte más sencilla la comprensión del estudio estadístico realizado, y pueda verse con mayor claridad los grupos formados.

Análisis mineralógico

Se han estudiado un total de 52 muestras, que presentan una composición cualitativa bastante similar pero con importantes diferencias en el análisis cuantitativo. Las muestras poseen cuarzo como componente principal, fases micáceas con distinto grado de alteración en su red cristalina, feldespatos (potásicos y plagioclasas), hematites, calcita y, en algunas de ellas, fases de alta temperatura como pseudowollastonita y/o wollastonita, gehlenita o anortita como fase originada durante el enfriamiento de la fase vítrea.

La identificación de las fases minerales presentes se ha efectuado mediante fichas JCPDS, usando el paquete de software Difrfract-AT. También se ha realizado un estudio semicuantitativo de cada una de las fases según los criterios expuestos por Chung (1976). Se trata, en realidad, de un análisis semicuantitativo, que tiene un carácter orientativo por minerales que se hallan en porcentajes inferiores al 5%, pero de gran utilidad para el estudio comparativo de muestras de la misma procedencia.

2.1.1. *Resultados y discusión*

A continuación se representa una tabla con los porcentajes relativos de cada fase mineral de las muestras analizadas:

Tabla 1

MUESTRA	Q	AN	PLG	CA	HE	GE	I	MON
F1	33,1	24,9	22,1	4,2	15,7	0,0	0,0	0,0
F2	22,0	1,5	0,0	55,1	0,0	5,2	16,2	0,0
F3	7,5	0,0	0,0	92,5	0,0	0,0	0,0	0,0
F4	11,6	0,0	0,0	88,4	0,0	0,0	0,0	0,0
F5	7,1	0,0	13,7	3,5	0,0	0,0	75,6	0,0
F6	45,7	27,7	17,2	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0
F7	53,8	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0
F8	24,4	0,0	0,0	75,6	0,0	0,0	0,0	0,0
F9	6,7	12,4	14,4	2,7	0,0	0,0	29,9	34,0
F10	31.5	0,0	0,0	68.5	0,0	0,0	0,0	0,0
F11	12,9	0,0	0,0	87,1	0,0	0,0	0,0	0,0
F12	54,8	0,0	0,0	45,2	0,0	0,0	0,0	0,0
F13	16,4	5,1	6,1	35,5	0,0	0,0	36,9	0,0
F14	78,6	15,1	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0
F15	72,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,1	0,0
F16	51,1	4,8	5,6	6,6	0,0	0,0	32,0	0,0
F17	68,4	9,7	6,5	9,8	0,0	5,6	0,0	0,0
F18	59,6	17,9	0,0	10,9	0,0	11,6	0,0	0,0
F19	54,4	25,3	11,3	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0
F20	13,1	10,4	4,7	4,3	0,0	2,9	26,6	37,9
F21	19,8	46,6	4,4	7,1	0,0	6,9	15,2	0,0
F22	92,7	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F23	48,3	7,6	0,0	7,5	0,0	0,0	36,5	0,0
F24	65,6	11,3	6,2	8,5	0,0	8,5	0,0	0,0
F25	54,8	19,0	8,6	8,6	0,0	8,9	0,0	0,0
F26	49,2	12,3	10,8	6,3	14,2	7,2	0,0	0,0
F27	51,7	23,6	13,9	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0
F28	55,1	17,2	8,6	9,2	0,0	9,8	0,0	0,0
F29	57,9	0,0	3,4	11,3	0,0	0,0	27,4	0,0
F30	16,5	19,6	10,2	0,0	17,4	0,0	36,3	0,0
F31	77,1	0,0	16,9	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F32	63,4	6,0	10,0	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0
F33	62,0	15,6	7,8	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0
F34	70,2	7,7	11,1	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F35	27,5	38,5	22,8	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 1 (continuación)

MUESTRA	Q	AN	PLG	CA	HE	GE	I	MON
F36	16,4	6,0	56,4	16,3	0,0	4,9	0,0	0,0
F37	18,2	7,2	0,0	4,4	0,0	5,0	30,7	34,6
F38	56,6	0,0	0,0	43,4	0,0	0,0	0,0	0,0
F39	19,8	0,0	0,0	73,2	0,0	7,0	0,0	0,0
F40	39,8	0,0	0,0	60,1	0,0	0,0	0,0	0,0
F41	21,4	0,0	0,0	54,4	0,0	0,0	24,2	0,0
G1	29,3	38,4	20,3	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G2	7,5	13,2	15,7	0,0	0,0	0,0	63,7	0,0
G6	65,4	10,3	10,3	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G7	69,6	24,3	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G8	12,1	5,8	4,0	3,3	12,4	0,0	62,3	0,0
G10	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,2	0,0
G18	10,5	17,1	0,0	0,0	0,0	37,0	35,3	0,0
G21*	76,4	11,8	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G24**	59,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G27	14,0	15,5	0,0	36,9	0,0	33,6	0,0	0,0
G28	43,4	16,8	0,0	13,8	0,0	26,0	0,0	0,0

Leyenda: Q = Cuarzo; An = Anortita; Plg = Plagioclasas; Ca = Calcita; He = Hematites; Ge = Gelenita; I = Illita; Mon = Montmorillonita.

Para finalizar, hay que citar la existencia de unas muestras, cuyo análisis por DRX nos ha llevado a considerarlas como especiales, por contener fases minerales distintas al resto, que aportan una valiosa información de la manufactura y origen de las piezas y que no han podido ser cuantificadas por carecer de constantes específicas.

La muestra G21 (*) se caracteriza por la presencia de andalucita (Al_2SiO_5, mineral que se forma típicamente en aureolas de contacto de intrusiones ígneas en rocas arcillosas). La presencia de andalucita indica que la cerámica estudiada es de importación, muy probablemente del sur de la península, área de producción cerámica. Además, esta muestra posee carbonatos no cálcicos en su composición, concretamente se ha detectado la presencia de magnesita $(Fe,Mg)CO_3$. El resto de componentes es el habitual (cuarzo, illitas, anortita). Esta observación se vio confirmada por análisis petrográfico de lámina delgada, analizándose también con esta técnica la muestra G-24 (**) apareciendo fragmentos de rocas ácidas de tipo granito y esquisto. Se observan cristales que pueden ser de augita (diópsido), con iddingsita y olivino. Estos minerales de origen volcánico sugieren un origen común a la muestra G-21, probablemente el sur de la península.

Análisis químico

Análisis por absorción atómica: resultados y discusión

Los resultados obtenidos tras el análisis en porcentaje de óxidos omitiendo la P.P.C. y normalizando a 100 el resto de variables, son los siguientes:

Tabla 2

	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	SiO_2	TiO_2	Na_2O
G1	11,83	18,93	2,53	3,76	3,43	57,18	1,14	1,20
G2	11,45	19,64	1,87	3,76	5,23	54,92	1,89	1,24
G6	7,62	17,73	7,72	2,20	3,18	60,28	0,80	0,47
G7	8,83	18,31	6,69	1,84	2,75	60,23	0,90	0,45
G8	6,90	22,60	4,36	1,89	5,40	57,43	0,94	0,49
G10	8,92	18,13	12,72	0,66	3,30	55,24	0,80	0,22
G18	7,65	20,68	5,68	2,12	4,66	57,71	0,97	0,53
G21	7,78	17,93	6,73	2,11	3,40	60,81	0,83	0,40
G24	7,81	25,99	4,22	2,02	5,25	52,99	1,14	0,58
G27	7,03	17,63	14,08	2,09	4,22	54,17	0,64	0,14
G28	8,05	20,87	7,93	2,75	5,12	54,19	0,78	0,31

Los resultados del análisis químico de arcillas cocidas tomadas de una zona próxima al Torrelló de Almazora se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3

	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	SiO_2	TiO_2	Na_2O
AN65	5,61	18,6	23,7	2,1	3,97	44,7	0,61	0,65
AN66	5,94	18	26,9	2,33	3,89	41,6	0,57	0,78
AN68	5,32	16,6	24,9	2,34	3,58	45,9	0,59	0,73
AN74	5,09	15,9	29,7	2,01	3,43	42,7	0,58	0,62

Análisis químico por fluorescencia de rayos X: resultados y discusión

Los resultados obtenidos tras el análisis en porcentaje de óxidos y normalizando a 100 son los siguientes:

Tabla 4

REF	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	K_2O	MgO	Na_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO
F31	64,02	22,83	1,03	3,76	5,46	1,34	0,19	0,99	0,36	0,02
F39	44,28	11,26	34,85	3,96	1,03	0,75	2,52	1,06	0,25	0,02
F8	45,77	15,14	29,43	4,24	2,37	1,27	0,00	1,37	0,40	0,01
F3	42,00	12,83	36,29	4,30	2,34	0,82	0,02	0,95	0,44	0,01
F10	47,76	14,84	28,00	4,52	2,30	0,78	0,14	1,36	0,28	0,02
F12	58,32	18,10	13,81	5,00	2,12	0,82	0,07	1,42	0,31	0,02
F2	60,57	11,49	18,26	5,02	2,03	1,15	0,00	1,20	0,27	0,01
F41	52,00	17,65	19,03	5,03	3,46	1,02	0,07	1,39	0,33	0,03
F21	55,35	17,86	13,72	5,08	4,29	2,27	0,02	1,00	0,36	0,04
F7	70,74	16,20	0,97	5,13	3,69	1,29	0,75	0,99	0,18	0,05
F29	58,66	18,52	10,17	5,15	4,19	2,01	0,02	0,98	0,27	0,03
F4	40,05	14,97	35,41	5,24	2,21	0,95	0,00	0,95	0,19	0,03
F40	51,63	16,72	20,84	5,24	2,66	0,84	0,15	1,47	0,37	0,07
F24	63,81	13,46	10,10	5,44	2,05	2,82	0,66	1,15	0,39	0,13
F11	43,59	13,93	32,60	5,48	1,57	0,78	0,10	1,29	0,57	0,08
F36	54,65	15,62	16,06	5,61	3,32	2,55	0,70	1,05	0,37	0,08
F13	51,41	18,87	14,74	5,82	4,42	3,13	0,04	1,23	0,29	0,05
F25	61,27	15,83	9,11	5,98	2,55	2,76	0,61	1,35	0,40	0,13
F27	61,35	15,44	9,19	6,06	2,33	3,27	0,82	1,02	0,37	0,13
F28	60,22	15,58	10,32	6,11	2,49	3,03	0,59	1,08	0,43	0,14
F16	62,98	15,09	8,30	6,14	2,81	2,48	0,66	1,17	0,28	0,09
F34	62,01	17,66	7,04	6,19	2,78	2,43	0,40	0,98	0,35	0,16
F19	61,58	16,08	7,04	6,30	2,95	2,68	1,91	1,00	0,37	0,10
F33	62,46	16,78	7,14	6,34	2,72	2,32	0,60	1,16	0,31	0,17
F32	58,08	21,24	7,01	6,38	2,55	2,15	1,16	0,91	0,36	0,16
F35	54,04	20,76	9,11	6,45	3,62	2,22	1,44	1,89	0,41	0,07
F30	54,87	23,97	4,90	6,50	4,62	2,56	0,85	1,39	0,28	0,06
F38	55,13	18,05	14,48	6,51	2,60	0,90	0,35	1,63	0,33	0,03
F26	61,31	17,41	7,17	6,58	2,68	2,50	0,60	1,22	0,35	0,18
F23	59,94	19,72	5,94	6,70	2,83	2,35	0,62	1,29	0,49	0,13
F17	62,37	17,15	6,53	6,86	2,68	2,29	0,41	1,14	0,38	0,20
F18	62,27	17,11	6,50	7,03	2,65	2,31	0,40	1,16	0,35	0,21
F14	61,61	17,99	5,55	7,13	3,09	2,46	0,73	0,96	0,36	0,11
F6	57,99	20,12	3,08	7,42	3,05	4,59	1,72	1,53	0,37	0,12
F22	60,96	18,58	4,70	7,73	3,35	2,33	0,65	1,02	0,55	0,14
F9	54,58	21,97	2,98	7,81	3,34	5,37	1,70	1,66	0,54	0,06
F20	57,24	20,18	6,38	8,04	3,05	2,69	0,75	1,25	0,29	0,13
F37	56,07	20,80	6,59	8,20	3,15	2,66	0,66	1,43	0,32	0,13
F15	62,98	19,69	2,15	9,06	2,42	1,83	0,29	1,11	0,25	0,22
F1	59,66	18,12	1,62	9,39	3,74	3,02	2,08	1,81	0,50	0,05

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tras efectuar un análisis de componentes principales y un análisis cluster que nos permitieron determinar los grupos existentes y eliminar aquellas muestras discordantes, se realizó el análisis discriminante definitivo que mostraría las ecuaciones clasificadoras de cada grupo.

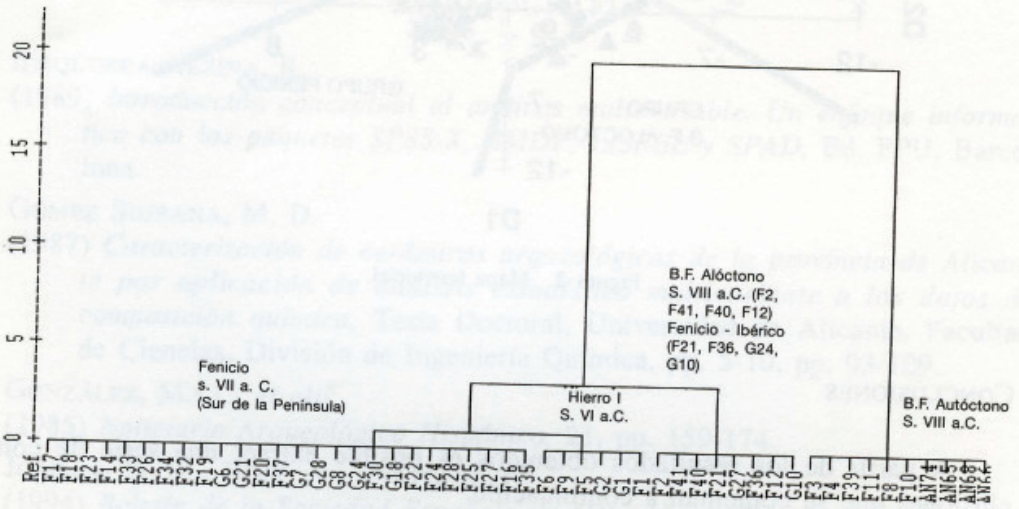

Figura 1. Análisis Cluster.

Las ecuaciones discriminantes son:

$$D_1=-0.3722(CaO)+0.4891(Fe_2O_3)-0.5768(K_2O)+0.9204(MgO)+0.3291(Na_2O)+1.9528(TiO_2)-1.313$$

$$D_2=0.2995(CaO)+0.8958(Fe_2O_3)+0.1402(K_2O)+1.4546(MgO)+0.9389(Na_2O)+1.5710(TiO_2)-15.980$$

La ecuación discriminante 1 presenta un coeficiente de correlación canónica del 0.9826 y la ecuación 2 del 0.9069. Ambas ecuaciones permiten clasificar correctamente a un 98.71% de las muestras y su nivel de significación se sitúa en ambos casos por debajo del 1%, lo que significa que estos ejes son capaces de separar significativamente a las muestras estudiadas.

A continuación se muestra el mapa territorial del análisis discriminante, formado con los grupos existentes.

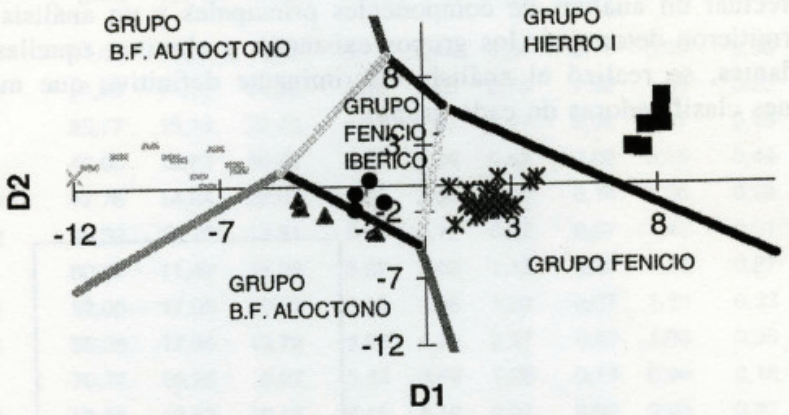

Figura 2. Mapa territorial.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos es posible extraer una serie de conclusiones que se comentan a continuación.

- Una de las conclusiones de mayor relevancia es la comprobación de que las muestras analizadas se dividen en cinco grupos principales.
- El DRX es una técnica de gran ayuda en ocasiones, puesto que, si aparecen fases minerales no existentes en la zona del yacimiento, se demuestra sin duda alguna el carácter de importación de la muestra, caso de la G21, que presenta andalucita.
- Se ha demostrado estadísticamente que algunas de las muestras estudiadas (grupo Bronce Final Autóctono) son clasificadas por el análisis cluster junto con las muestras de arcilla cocida procedentes de un yacimiento arcilloso cercano al Torrelló, con lo que se afianza la idea de su posible origen local, mientras que el resto de las muestras posiblemente sean de importación.
- A nivel arqueológico se observa cómo las piezas del grupo Hierro I presentan decoraciones con incisiones que recuerdan a piezas del medio y bajo Ebro, incluso por las formas que presentan cabría relacionarlas con la zona de Navarra. Las muestras del grupo Bronce Final Alóctono provienen según sus formas del sur de la península y son en general piezas poco elaboradas con mucho desgrasante. El grupo Fenicio y Fenicio-Ibérico proviene posiblemente también del sur-sureste de la península, encontrándose en este grupo piezas cocidas a distinta temperatura, lo que indica probablemente distintos usos. Finalmente, el grupo Bronce Final Autóctono está compuesto por las muestras F-4 y F-39 que son orzas grandes para almacenaje de alimentos, por lo que no es probable su traslado, lo que corrobora la idea de su origen local, y por las muestras F-11 y F-10, que presentan unas formas típicas de

los materiales del bronce medio del País Valenciano, recibiendo el nombre de cazuelas acampanadas.

Todas estas ideas de base arqueológica afianzan los resultados obtenidos por el análisis estadístico, lo que indica que estas técnicas son como mínimo una herramienta a tener en cuenta en cualquier estudio arqueológico.

BIBLIOGRAFÍA

BISQUERRA ALZINA, R.
(1989) *Introducción conceptual al análisis multivariable. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD,* Ed. PPU, Barcelona.

GÓMEZ SIURANA, M. D.
(1987) *Caracterización de cerámicas arqueológicas de la provincia de Alicante por aplicación de análisis estadístico multivariante a los datos de composición química,* Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, Facultad de Ciencias, División de Ingeniería Química, pp. 5-10, pp. 93-109.

GONZÁLEZ, M.ª C. *et alii*
(1985) *Noticiario Arqueológico Hispánico,* 21, pp. 159-174.

JORDÁN, M. M., BOIX, A., SANFELIÚ, T.
(1994) *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía,* 17-1, pp. 32-33.

POLVORINOS, A. J.
(1994) *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía,* 17-1, p. 31.

SANFELIÚ MONTOLÍO, T.
(1991) *Mineralogía de Arcillas Cerámicas de Castellón,* Diputación de Castellón.

SHEPARD, A. O.
(1956) *Ceramics for the Arqueologist,* Ed. Carnegie Institution of Tarradel, M. (1951): Zephirus, 2, pp. 43-45.

URIEL JIMÉNEZ, E.
(1995) *Análisis de datos. Series temporales y análisis multivariante,* Ed. AC, Madrid.