

ANÁLISIS MULTIVARIABLE: UNA NUEVA VÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN CERÁMICA

ANTONIO AGUILERA MARTÍN

Grupo CEIPAC, Area d'Història Antiga, Universitat de Barcelona

RESUMEN

En los estudios sobre comercio en la antigüedad, la determinación del lugar de procedencia de un recipiente es imprescindible. Esta caracterización se ha resuelto siempre con el análisis físico-químico de las pastas cerámicas o el estudio epigráfico. Sin embargo, creo que existe una tercera vía: la clasificación tipológica de las cerámicas a través de parámetros numéricos. Es un procedimiento mucho más barato que el análisis físico-químico, y es por ello que sería de gran utilidad para yacimientos en los que la cantidad de material hace imposible esos análisis para todos los fragmentos de cerámica.

PALABRAS CLAVE

Ánforas, cerámica, mundo romano, comercio.

ABSTRACT

In the studies about trade in antiquity, to determine the place of origin of containers is indispensable. Until now, this problem has been resolved with the physic-chemical analysis of clays or with the epigraphical evidence. But, I think there is a third way: the typological classification of ceramic by numerical parameters. This process is cheaper than the physic-chemical analysis, and for this reason can become a very useful tool in digs where the great amount of material can make impossible to analyze all the ceramic sherds.

KEYWORD

Amphorae, ceramic, world, trade.

En los estudios sobre comercio en la antigüedad, la determinación del lugar de procedencia de un recipiente es imprescindible. Esta caracterización se ha resuelto casi siempre a través del análisis físico-químico de las pastas cerámicas -un resumen general de estos métodos puede verse en García Heras & Olaetxea, 1992. A veces, el análisis epigráfico puede también ayudar a ello, como han puesto en evidencia los trabajos de Dressel, Bonsor, Callender, Ponsich, Rodríguez Almeida, Remesal, Tchernia, Zevi, etc.

Sin embargo, creemos que existe una tercera vía: la clasificación tipológica de las cerámicas por medio de parámetros numéricos. Es decir, un sistema estadístico a través del cual, y previa toma de

medidas al recipiente (en nuestro ejemplo las ánforas), podemos conjeturar, con una alta probabilidad, el lugar de procedencia del mismo. Y ello sin necesidad —en principio— de la ayuda de los análisis de pastas o la epigrafía. Es, por otra parte, un procedimiento mucho más barato que el análisis físico-químico, y es por ello que sería de gran utilidad para yacimientos en los que la cantidad de material hace imposible ese tipo de análisis en todos los materiales. Este método es el que intentaremos aclarar en las siguientes páginas, tomando como ejemplo cuatro alfares de la Layetania romana de cronología altoimperial.

La idea de este método surgió de la conversación que mantuvimos con alfareros del taller de Tivenys, un pueblo en la orilla izquierda del Ebro, 9 km. aguas arriba de Tortosa, Tarragona. Estos alfareros nos aseguraban que podían distinguir a simple

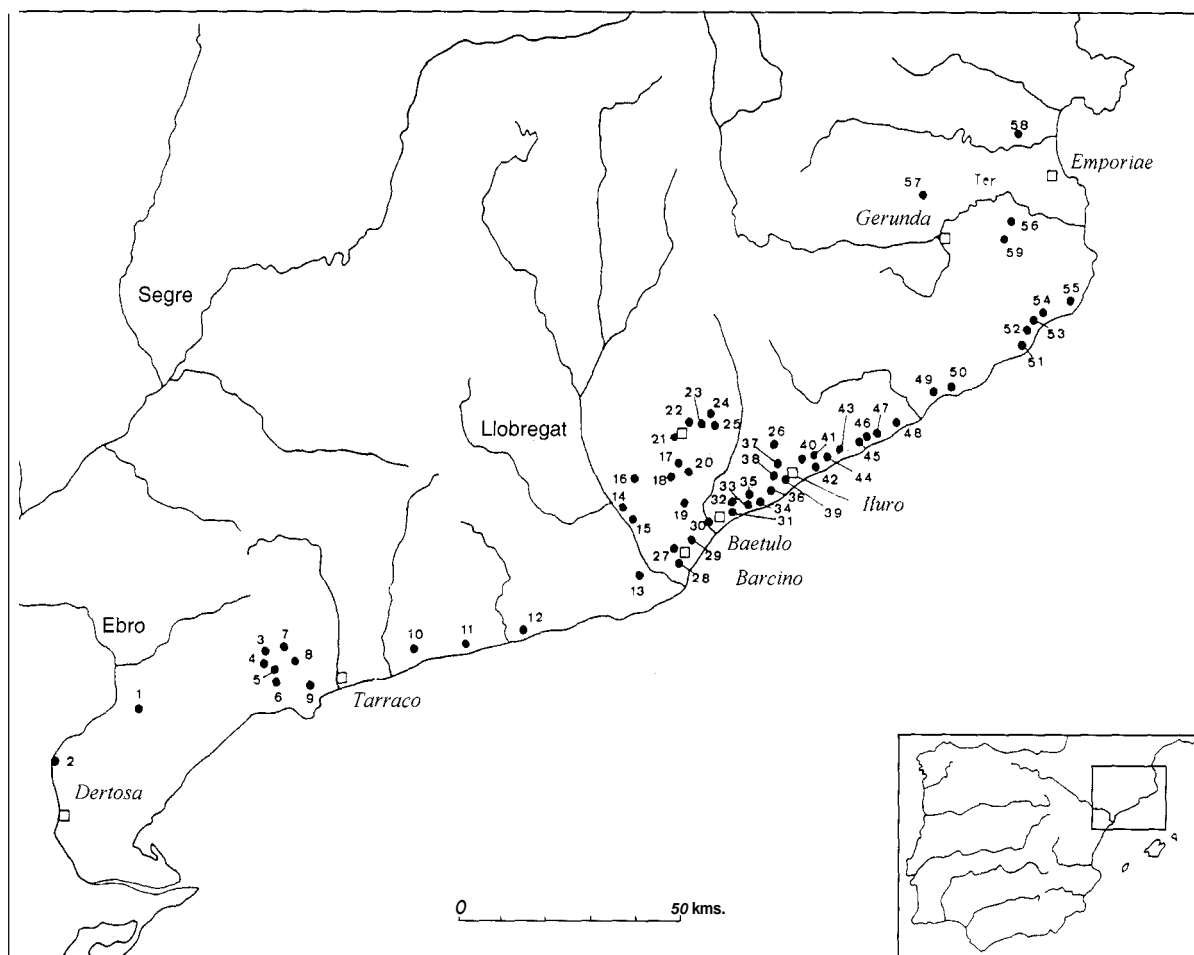


FIGURA 1: Distribución de los centros productores de ánforas en el NE de la Tarraconense.
 (según V. REVILLA, *Estructuras de la economía rural en el litoral NE de la Tarraconense. Villae, viticultura y producción cerámica*, Barcelona, 1994).
 Talleres analizados: 1) L' Aumedina (Tivissa); 2) Mas del Catxorro; 18) Can Feu; 38) Can Portell.

vista la producción propia de la de sus compañeros de alfar. Algo similar decían a Laubenheimer los alfareros de Alcora: eran capaces de distinguir la producción propia de la producción de sus compañeros de taller dentro del mismo alfar (Laubenheimer 1985: 236ss.).

Estas diferencias de matiz dentro de la producción de una misma forma cerámica (por ejemplo, un cántaro) era, según ellos, más remarcable aún entre talleres que entre individuos. Cuanto más se alejaba un taller en distancia, más fácilmente les era a ellos el diferenciar las producciones. Evidentemente, esta diferenciación ocular se puede y se debe entender como la esquematización hecha por el cerebro de una forma geométrica traducible en medidas aritméticas.

Los intentos de hacer tipologías cerámicas en base a parámetros numéricos no son nuevos; mu-

chos lo han intentado antes que nosotros. En este sentido fue especialmente importante el congreso celebrado en Roma en 1974 (*Méthodes... : 1977: passim*). Sin embargo, creemos que estos intentos anteriores han cometido dos errores básicos y por ello este tipo de investigación ha sido dejada de lado en la ceramología.

El primer problema consistía en la inexistencia de un método que permitiera comprobar si los resultados obtenidos se correspondían con las tipologías reales. Es decir, no se podía verificar si las tipologías creadas en base a medidas aritméticas se identificaban con sendos talleres, puesto que los intentos de tipologías se hicieron tomando como material de trabajo las ánforas halladas en los mercados de recepción. Por este motivo no se sabía a ciencia cierta de dónde venían los recipientes. Para poder asegurar que las tipologías hechas con base numérica eran válidas era necesario comprobar

(con un análisis físico-químico de la pasta, por ejemplo) que las cerámicas provenían del mismo lugar.

En los años 80 se rectificó este error: sólo se podrían realizar esos análisis estudiando el material en el lugar de producción. Esta simple pero importante deducción fue hecha por Laubenheimer (1985:235) y por Remesal (1986:21-32). Y esto por

la sencilla razón de que haciéndolo de ese modo tenemos la certeza de que ese material está fabricando en ese taller, por lo que la validación del método está asegurada. Ésta es, pues, la única solución al problema: sólo estudiando los lugares de producción (donde tenemos la seguridad de que las ánforas que se encuentran son de ese lugar y no de ningún otro), obtendremos una base sobre la que poder estudiar y desarrollar una metodología numérica para la crea-

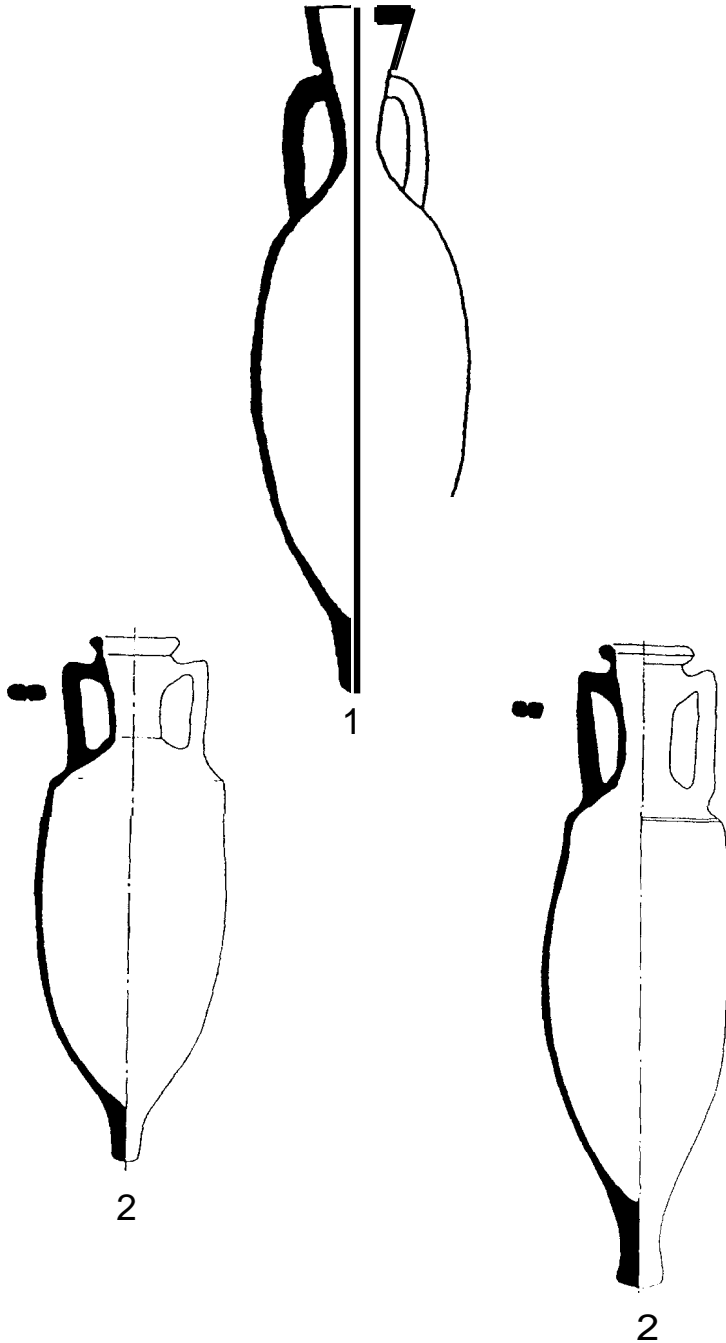


FIGURA 2 Formas anfóricas en las que se basa nuestro estudio: 2.1. Pascual 1; 2.2. Dressel 2-4.

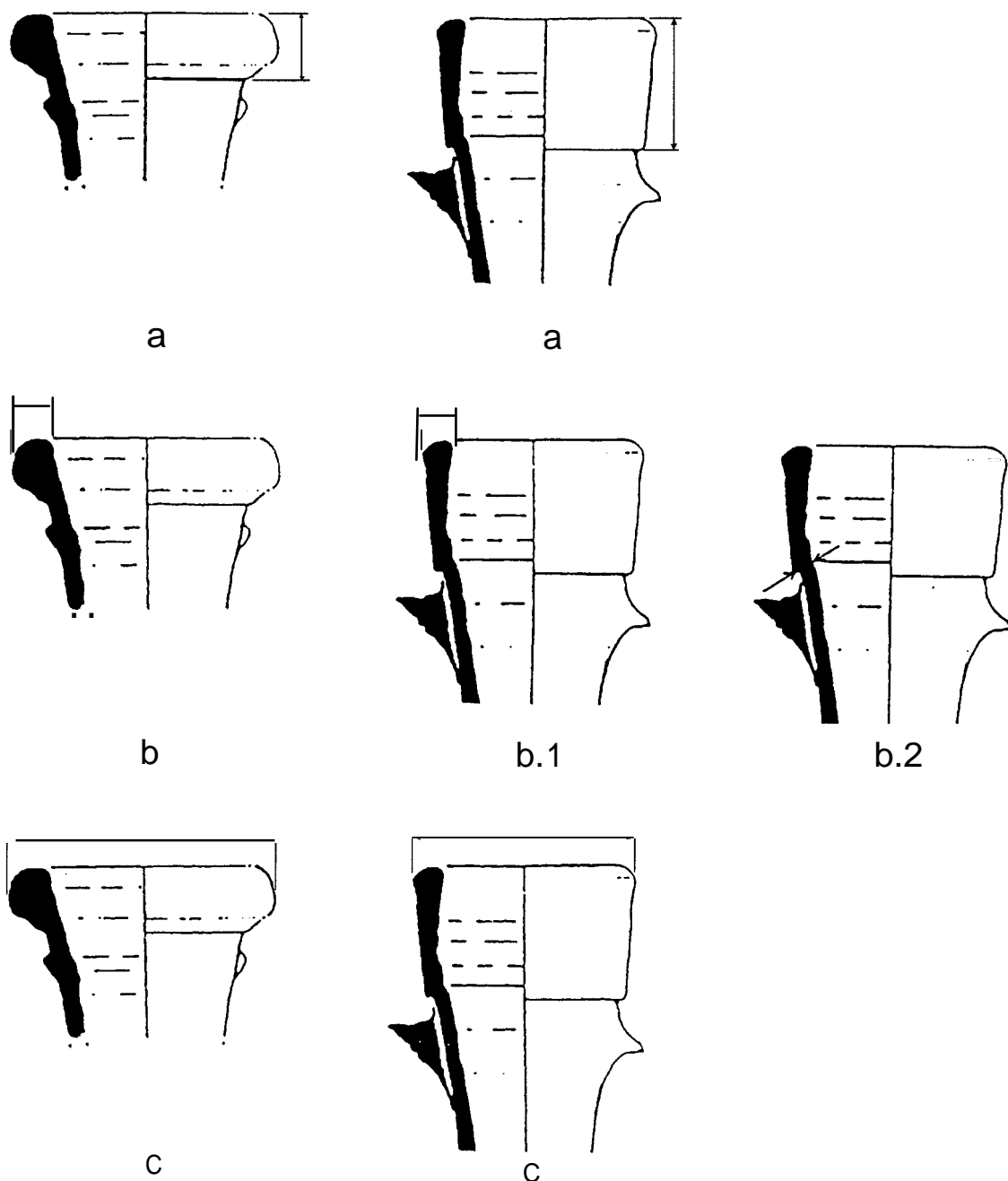


FIGURA 3: Medidas tomadas a las ánforas: a) Altura del labio. b) Anchura del labio (para la forma Dressel 2-4). b.1) Anchura superior del labio (para la forma Pascual 1). b.2) Anchura inferior del labio (para la forma Pascual 1). c) Diámetro de la boca.

ción de tipologías. Es por ello que hemos escogido cuatro yacimientos donde se han encontrado instalaciones claramente dedicadas a la elaboración cerámica: **Can Feu**, **L'Aumedina**, **Mas del Catxorro** y **Can Portell**.

El primero de los talleres, Can Feu, está situado en el término municipal de S. Quirze del

Vallès, Barcelona y destacó por sus producciones de ánforas Dressel 2-4 y Pascual 1 (Vila 1913: 12; Martínez, Folch & Casas 1988). Su situación y la del resto de talleres puede verse en la figura n.º 1. El taller de L'Aumedina está en el término municipal de Tivissa, Tarragona y produjo ánforas Pascual 1, Dressel 2-4, Dressel 7-11 y Oberaden 74, en las que aparecen las marcas *Sex Domiti* y *Tibisi*

(Revilla 1986a: 187-196; *idem* 1986b: 12-28; *idem* 1993; Tchernia 1976: 973-979; Nolla, Padró & Sanmartí 1979: 151-153; *idem* 1980: 193-218). El taller de Mas del Catxorro está en el término municipal de Benifallet, Tarragona. Con una villa y una necrópolis adyacente, produjo ánforas Pascual 1 y Dressel 7-11 (noticia previa de Ballil & Ripoll 1952: 179; un resumen de los trabajos de urgencia realizados en la misma en 1987 y 1990 los podemos ver en Izquierdo 1993). Por fin, el taller de Can Portell está en el término municipal de Mataró, Barcelona. Produjo ánforas Pascual 1, Dressel 2-4, Dressel 1 y Layetana 1 (Codex SCCL 1992).

En todos estos talleres encontramos y medimos las dos formas típicas sobre las que se exporta el vino catalán en el siglo I d.C.: la forma **Pascual 1** y la forma **Dressel 2-4** (ver figura 2). Hemos escogido estas dos formas porque ambas se fabricaron en casi todos los talleres de la Tarraconense y en consecuencia son las formas catalanas que más aparecen en los mercados de recepción. A la hora de escoger los alfares lo hicimos intentando comprobar nuestra teoría, basada en la conversación con los alfareros de Tivenys: la diferencia entre talleres distantes era mayor que la diferencia entre talleres cercanos. Por ello elegimos tres comarcas diversas: Maresme (taller de **Can Portell** y Vallès (taller de **Can Feu**) al norte y Ribera d'Ebre (talleres de **Tivissa** y **Mas del Catxorro**) al sur. También, tuvimos en cuenta otras dos razones:

- facilidades dadas por los excavadores de los yacimientos.
- particulares posibilidades tanto geográficas como históricas que presentan tres comarcas como son el valle del Ebro, el Vallès y el Maresme.

El segundo problema con el que se toparon aquellos que querían crear tipologías cerámicas en base a medidas aritméticas tenía que ver con la toma de medidas que decidan la tipología de las cerámicas. En todos los estudios anteriores al nuestro se intentaron hacer tipologías tomando medidas de toda la forma anfórica (por ejemplo, *Methodes...*, 1977: *passim*). Pero esto sólo es posible en lugares puntuales como los pecios, donde el material aparece entero o excavaciones excepcionales como la del Monte Testaccio, donde el material puede llegar a ser “fácilmente” reconstruible. En el resto de excavaciones el material aparece fragmentario y sólo son reconocibles las formas gracias, principalmente, a las bocas de las ánforas y en algunos casos a las asas o los pívotes. A veces aparecen ánforas enteras en una

excavación, pero su número es escaso, algo incompatible con un análisis estadístico “clasificador” ya sea de tipo discriminante o de tipo aglomerativo.

Para responder al problema, la única solución práctica es la creación de una tipología que sólo tenga en cuenta las bocas o cualquier otro elemento fácilmente distinguible de las ánforas, pues son estos fragmentos los únicos reconocibles en una excavación convencional. Así es como escogimos cuatro medidas de la boca de las ánforas –como hemos dicho, la parte más fácilmente reconocible de las mismas en cualquier yacimiento. Las cuatro medidas fueron: **Altura del labio**, **anchura superior del labio**, **anchura inferior del labio** y **diámetro de la boca** para las ánforas Pascual y **Altura del labio**, **anchura del labio** y **diámetro de la boca** para las ánforas Dressel 2-4 (ver fig. 3). En resumen, escogimos sólo medidas de la boca porque:

- Pertenecen a los fragmentos que más fácilmente se hallarán en el lugar de recepción.
- Son también los más fáciles de medir.
- La boca es el elemento que mejor describe el ánfora.
- Es la cantidad y no la calidad lo más importante, puesto que sólo tendremos estadísticas fiables con una gran cantidad de individuos, siendo este el motivo por el que escogemos medidas fácilmente encontrables en abundancia.

En definitiva, nuestro método difiere de los anteriores al tener en cuenta la necesidad de suplir las carencias señaladas más arriba. Es por ello que trabajaremos con lugares de procedencia y solamente con medidas de la boca; también, por otra parte, el método que aquí exponemos intenta ser un método barato y rápido. Así, la toma de medidas no requiere que el material esté ni siquiera dibujado. Lo único que se necesita es un calibrador de espesores (por ejemplo un **pie de rey**) y un microordenador con un programa estadístico que ofrezca **análisis multivariable**: nosotros hemos usado el “paquete” *SPSS/PC+* (*Statistic Package for Social Sciences*), v. 4.01. En tomar las cuatro medidas a los cerca de 1000 fragmentos de bocas de ánforas del experimento sólo necesitamos unas pocas horas.

Nuestro método se basa en tres formas de **análisis de tipo multivariable** (Bisquerria 1989: 5-16; Shennan 1992), hechos sobre las cuatro variables observadas. Los tres tipos de análisis mul-

tivariable usados lo han sido para certificar que el resultado era siempre positivo y son los siguientes:

Análisis discriminante (Bisquerra 1989:244s.; Shennan 1992:284s.).

El análisis discriminante fue desarrollado por Sir R. A. Fisher desde 1936 (Fisher 1936: 179-188). Esta técnica implica el poder dividir nuestras observaciones en grupos, según unos criterios, y a continuación intentar encontrar una forma de distinguir los mismos grupos, basándose en criterios independientes derivados de los mismos datos. En aquél su primer trabajo Fisher realizó una clasificación de las tres especies del género de flores *Iris* (*setosa*, *versicolor* y *virginica*, claramente diferenciables entre sí por el color) a partir de la toma de cuatro medidas del sépalo de la flor. Con sólo esas cuatro variables numéricas consiguió diferenciar (con un 98% de eficacia) las tres especies, sabiendo con anterioridad (por el color) que la especie resultantes del análisis eran las que se correspondían con la reales. En nuestro caso, partimos de la misma suposición teórica: sabemos el origen de las ánforas (puesto que se encontraron en su lugar de producción propio) y trataremos de diferenciar los talleres en base a sólo cuatro medidas de la boca de las ánforas.

Análisis de k-medias (Gordon 1981:9-10; Bisquerra 1989:42s.)

Un método de reasignación dentro de los métodos estadísticos de clasificación. En él se debe tomar una decisión previa acerca del número de grupos que queremos tener de principio. Una vez hecho esto se han de asignar los centros de los grupos de partida. Cuando el centro de **conglomerados** de partida ha sido elegido, los individuos siguientes serán asignados a aquél cuyo centro les sea más próximo conforme a la distancia euclidiana. El paquete estadístico SPSS/PC+ v. 4.01 ofrece la posibilidad de conocer o desconocer esos centros de grupo, por lo que la designación de centros a los conglomerados no es obligatoria. Nosotros hemos escogido determinar este análisis a partir de la distancia euclidiana. Esta es la distancia entre dos puntos tal y como se deduce del teorema de Pitágoras.

Taxonomía numérica o clusters analysis (Shennan 1992: 197)

Es un tipo de análisis que permite trabajar con **métodos jerárquicos**, tanto **aglomerativos** como **disociativos**. En nuestro caso hemos usado un método aglomerativo de **promedio entre grupos** (*average linkage between groups*, también llamado *UPGMA: Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages*), que define la distancia entre dos conglomerados (o grupos) como el promedio de las distancias entre todos los pares de individuos en los cuales un miembro del par pertenece a cada uno de los *clusters* formados anteriormente. Los grupos aglomerativos empiezan con todos los individuos separados, construyéndose grupos a partir de ellos. Empezando por el más semejante y continuando con los agrupados en niveles de similaridad progresivamente menores hasta acabar en un único grupo. En este análisis nosotros hemos utilizado la distancia euclidiana al cuadrado.

Los resultados se exponen a continuación.

PASCUAL 1 (ver fig. 2.1)

Es la primera ánfora catalana conocida y su identificación se debe a R. Pascual Guasch (Pascual 1962: 334-335; *idem* 1977: 47-96; Beltrán 1970: *passim*; Tchernia 1971: 38-85; Tchernia & Zevi 1972: 35-68; Peacock & Williams 1986: *passim*; Actes... 1987: *passim*; Miró 1988: *passim*; Remesal & Revilla 1991:389-439; Revilla 1994: *passim*). La forma se fabrica desde inicios de la segunda mitad del s. I a.C. en todos los talleres de la Tarraconense y conoce su mayor distribución en época augustea (Britania, Hispania, Norte de Africa, Galia y *limes* germano), siendo sustituida por la forma **Dressel 2-4** a finales del principado de Augusto o a inicios del de Tiberio.

El análisis de **k-medias**, hecho sobre todos los fragmentos de la forma **Pascual 1** encontrados en los cuatro talleres, obtuvo los resultados del **bloque de clusters** que aparece en la fig. 4. Tanto el análisis de **k-medias** como el siguiente análisis realizado (*clusters analysis*), cuyo **dendrograma-resumen** se puede ver en la figura nº 5 nos permitieron comprobar que las formas de Tivissa y Mas del Catxorro tienden a parecerse más entre sí que las de Can Portell y Can Feu (en el dendrograma de la figura 5 hay tres columnas que se corresponden a las tres etiquetas o **variables latentes: región, comarca, lugar**).

LUGAR	Cantidad Freq Esp Fila % Colum % Total %	GRUPOS				Fila Total
		1	2	3	4	
Can Feu	9 22.4 18.4% 12.0% 5.5%	1 .3 2.0% 100.0% .6%	2 2.1 4.1% 28.6% 1.2%	37 24.2 75.5% 45.7% 22.6%	49 29.9%	
M. Catxo	9 12.8 32.1% 12.0% 5.5%	0 .2 .0% .0% .0%	2 1.2 7.1% 28.6% 1.2%	17 13.8 60.7% 21.0% 10.4%	28 17.1%	
Portell	1 1.4 33.3% 1.3% .6%	0 .0 .0% .0% .0%	1 .1 33.3% 14.3% .6%	1 1.5 33.3% 1.2% .6%	3 1.8%	
Tivissa	56 38.4 66.7% 74.7% 34.1%	0 .5 .0% .0% .0%	2 3.6 2.4% 28.6% 1.2%	26 41.5 31.0% 32.1% 15.9%	84 51.2%	
Columna Total		75 45.7%	6% 6%	4.3% 4.3%	49.4% 49.4%	164 100.0%

FIGURA 4: **Bloque de clusters** de la forma Pascual 1 a partir del análisis de **k-medias**.

Primero usamos la variable latente **lugar de producción** (Norte y Sur) en el dendrograma; luego el concepto comarca (Vallès, Maresme o Ebro) (el **dendrograma** es el mismo, lo único que cambia es la **comarca** en la columna de la “etiqueta”). Por último, usamos el mismo análisis de *clusters* pero con la variable latente **región** (Norte y Sur) en lugar de **comarca** (siempre en la figura 5). La más clara diferencia se puede observar en ésta última variable latente: entre las regiones norte y sur.

Por último, realizamos un análisis discriminante por regiones (norte y sur, ver figura 6), para ver si se confirmaba lo visto en el dendrograma y el bloque de *clusters*. Primero, utilizamos una selección aleatoria de 52 casos por **región**, para que el número de casos fuese igual en los dos grupos a investigar (es imprescindible que el número de casos a agrupar sea equivalente para evitar errores de sesgo). El resultado es excelente: un 93,27% de efectividad (ver el *centroid groups*, el mapa territorial y la matriz de confusión del análisis discriminante de la figura 6).

Más tarde, y siguiendo con el análisis discriminante, intentamos diferenciar las dos únicas **co-**

marcas (Ebro y Vallès) que tenían suficiente número de ejemplares para poder realizar este análisis. En realidad sólo contábamos con 28 ejemplares por **comarca**, cuando el estado actual de la investigación recomienda 30 individuos como mínimo (Bisquerra 1989: 31-32). En la matriz de confusión que aparece en la figura 7 podemos observar que el porcentaje agrupado correctamente se eleva al 92,73%.

DRESSEL 2-4 (ver fig. 2.2)

Es el segundo tipo anfórico al que hemos aplicado nuestro método. La forma se comienza a producir hacia el cambio de Era y desaparece en época de Trajano. Se incluye dentro del conjunto de imitaciones de los prototipos vinarios de la isla de Cos, producidos desde el siglo I a.C., primero en Italia y más tarde en Hispania, Galia y quizá Inglaterra. En Hispania se fabrica en gran parte de la Tarraconense y todo el Levante hispano, incluso parte de la Bética (Tchernia & Zevi 1972: 35-68; Panella & Fano 1977: 133-177; Fariñas del Cerro & Fernández de la Vega & Hesnard 1977: 179-206; Miró 1988: *pas-sim*; Remesal & Revilla 1991: 389-439).

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups). Rescaled Distance Cluster Combine.

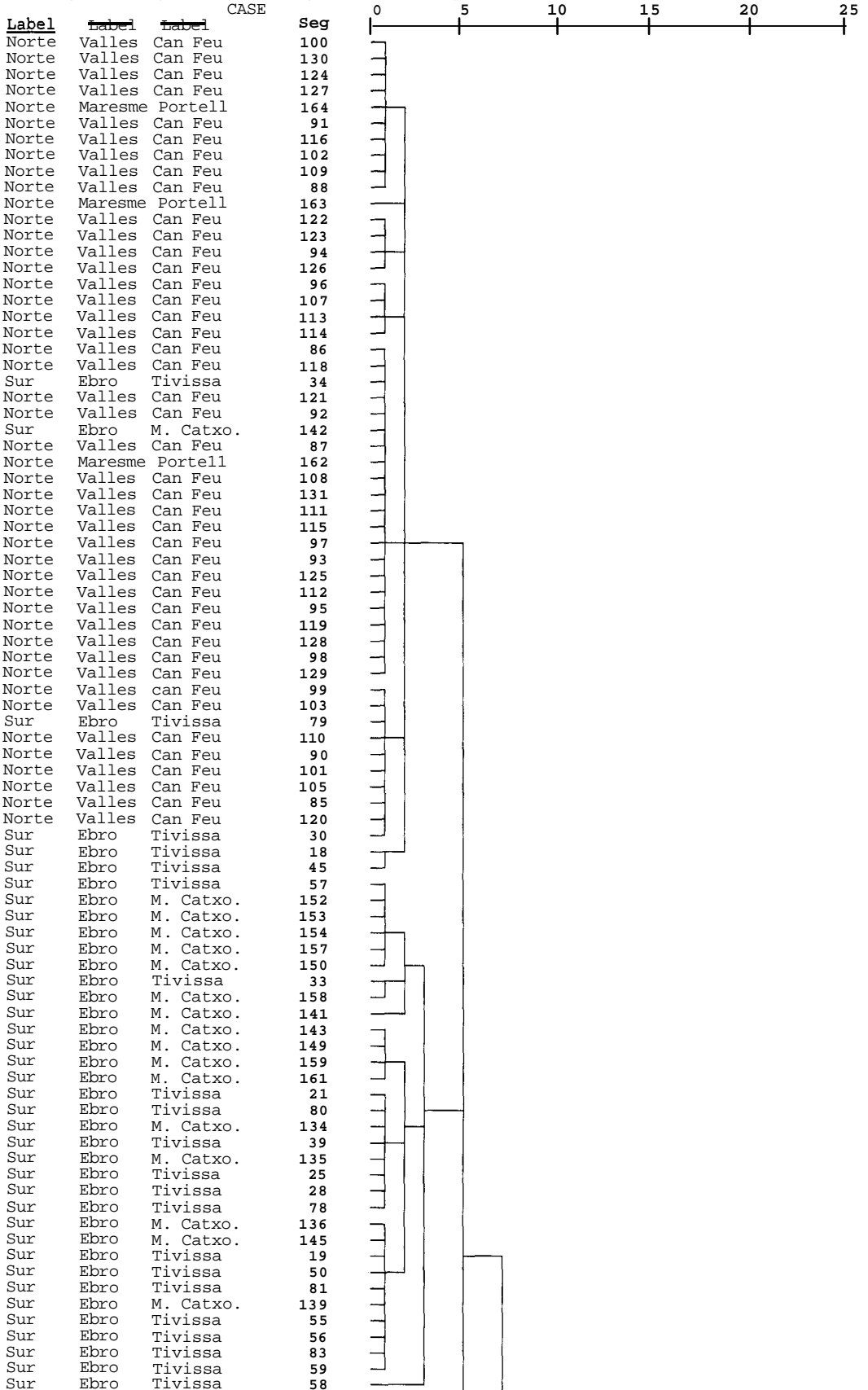


FIGURA 5a: Dendrograma-resumen a partir de los análisis de clusters de la forma Pascual 1

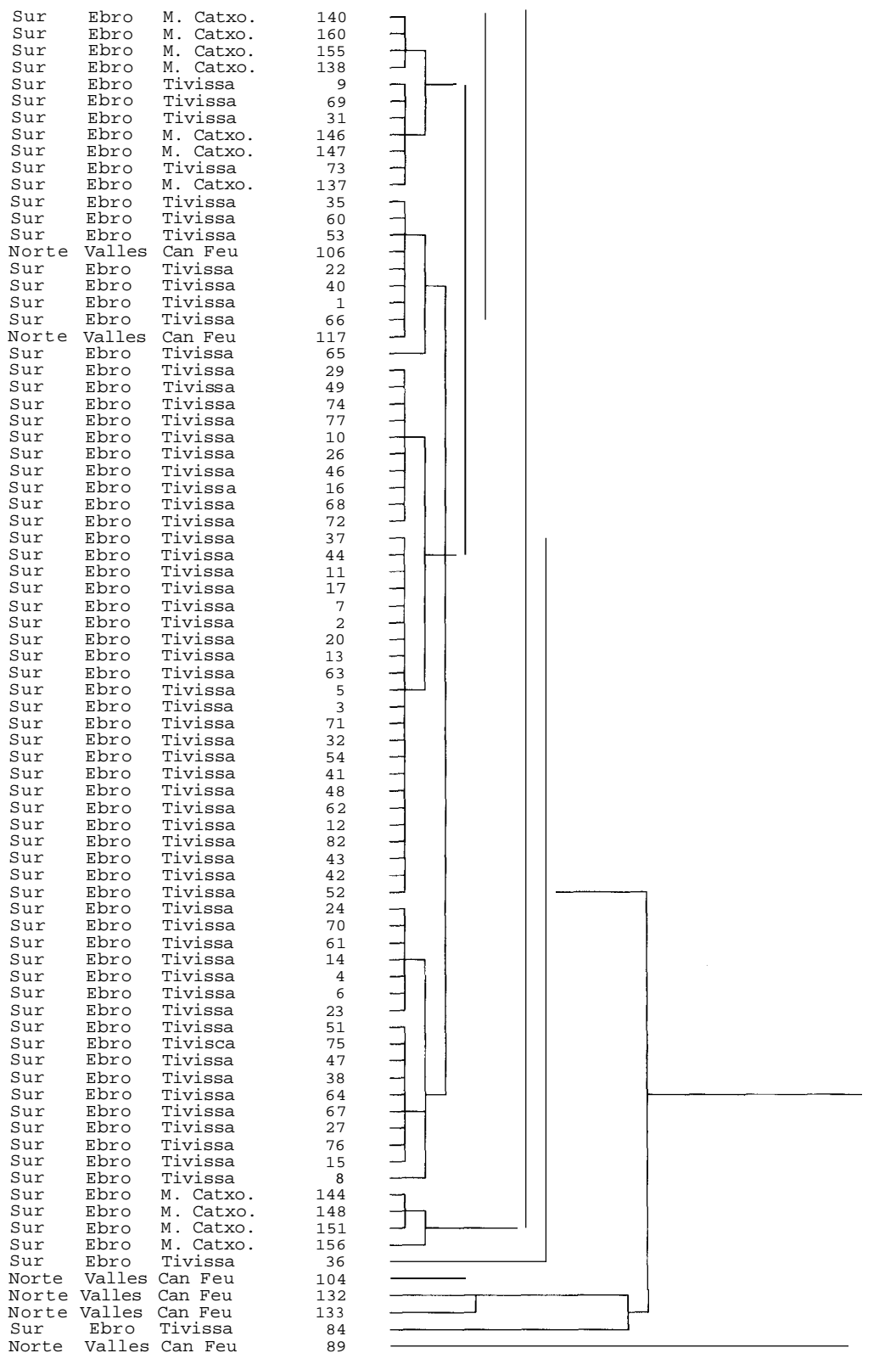
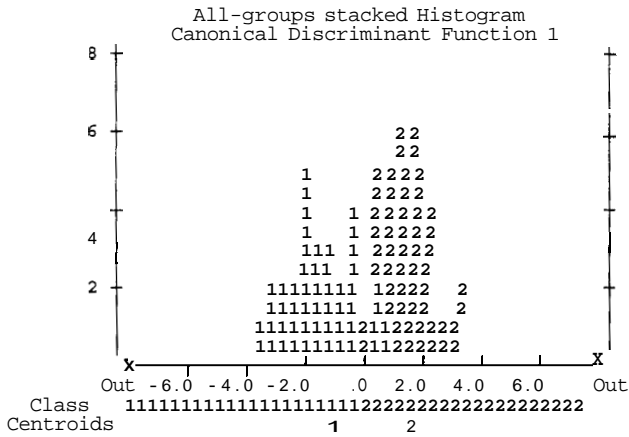
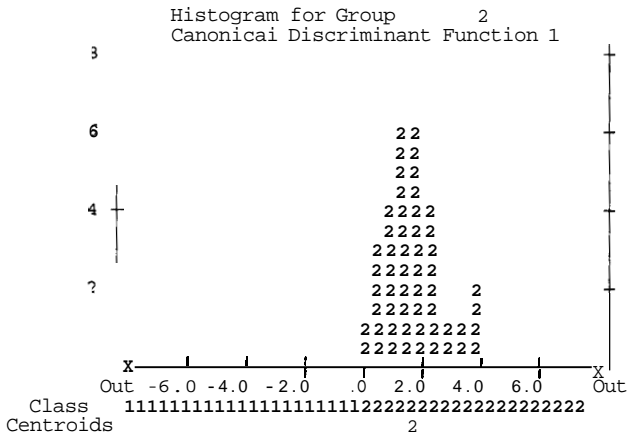
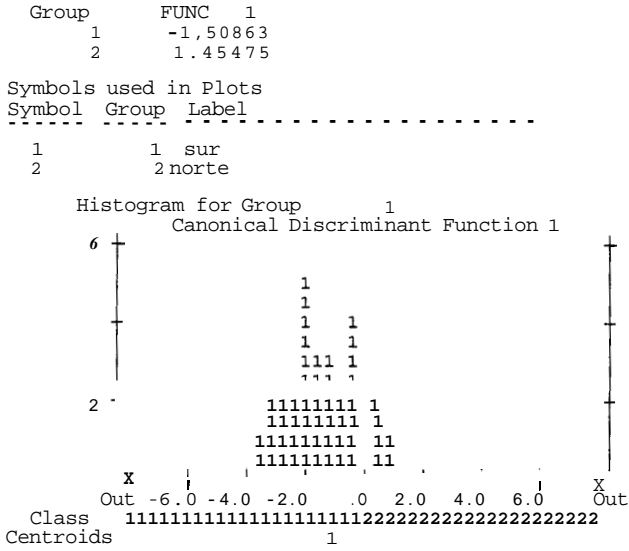


FIGURA 5b: Dendrograma-resumen a partir de los análisis de *clusters* de la forma Pascua 1.

Canonical Discriminant Functions evaluated at Group Means (Group Centroids)



Matriz de confusión (Classification Results):

Actual Group		No. of Cases	Predicted Group Membership,	
			sur	norte
Group	sur	27	24	3
			88.9%	11.1%
Group	norte	28	1	27
			3.6%	96.4%
		Percent of "grouped" cases correctly classified:		92.73%

FIGURA 7: Análisis discriminante con las cuatro variables observadas para la forma Pascual 1. Centroid groups, mapa territorial y matriz de confusión para una selección de 28 individuos por zona y la variable zona como "etiqueta",

	Cantidad Freq Es Fila % Column % Total %	GRUPOS			Fila Total
		1	2	3	
LUGAR					
Can Feu	0 1.0 .0% .0% .0%	7 4.1 100.0% 17.9% 10.4%	0 1.9 .0% .0%	7 10.4%	
LUGAR					
Portell	0 1.2 .0% .0% .0%	7 4.7 87.5% 17.9% 10.4%	1 2.1 12.5% 5.6% 1.5%	8 11.9%	
LUGAR					
Tivissa	10 7.8 19.2% 100.0% 14.9%	25 30.3 48.1% 64.1% 37.3%	17 14.0 32.7% 94.4% 25.4%	52 77.6%	
	Columna Total	10 14.9%	39 58.2%	18 26.9%	67 100.0%

FIGURA 8: **Bloque de clusters** de la forma Dressel 2-4 a partir del análisis de **k-medias**.

El primer análisis realizado a todos los individuos de la forma Dressel 2-4 de nuestros cuatro talleres fue con la técnica de **k-medias** y sólo se analizaron tres parámetros (altura del labio, ancho del labio y diámetro de la boca), ya que el perfil de esta forma no permite diferenciar anchura superior de anchura inferior del labio. En el **bloque de clusters** de la figura 8 se puede observar que los individuos del taller de Tivissa aparecen ocupando en un 100% la columna del grupo 1, mientras que los talleres de Can Feu y Can Portell se reparten los otros dos grupos. Esto nos dió pie para realizar un análisis de *clusters* usando directamente como “etiqueta” la variable **región**. El dendrograma correspondiente se puede observar en la figura n°9, donde los individuos de la región norte (recordamos, Can Portell + Can Feu) forman un grupo casi en exclusiva.

El siguiente análisis fue el discriminante, usando en un principio todos los casos e intentando agrupar los individuos en tres grupos (que se corresponderían a comarca del Ebro, Vallès y Maresme). La matriz de confusión de la figura 10 nos muestra este estudio, en el que se logran agrupar las piezas con un 91,04% de efectividad. Después intentamos clasificar la muestra por regiones (norte = Vallès + Maresme; sur = Ebro). El resultado es una segunda matriz de confusión, la de la figura 11. En ella se

puede apreciar una correcta clasificación de hasta el 92,54%.

Sin embargo, y debido al diferente número de individuos de cada taller, tuvimos que realizar una selección de los mismos, escogiendo 15 por cada región y usando la “etiqueta” **región** para intentar clasificarlos. La matriz de confusión de la figura 12 nos muestra los resultados: un 96,67%. El único problema, repetimos, al tener en cuenta estos resultados, es el de la baja cantidad de individuos por grupo, pues como ya hemos dicho anteriormente, el estado actual de la investigación en estadística recomienda 30 individuos como mínimo (Bisquerria 1989: 31-32).

CONCLUSIONES

Del experimento llevado a cabo se puede deducir que la caracterización de los tipos anfóricos con sólo cuatro medidas de la boca (o incluso tres en el caso de la Dressel2-4) es muy eficaz. Sin embargo, es necesario, y de cara al futuro, ampliar la muestra de estudio. Sólo tendremos certeza de la validez del método estudiando una gran cantidad de talleres que produjeron una determinada forma.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

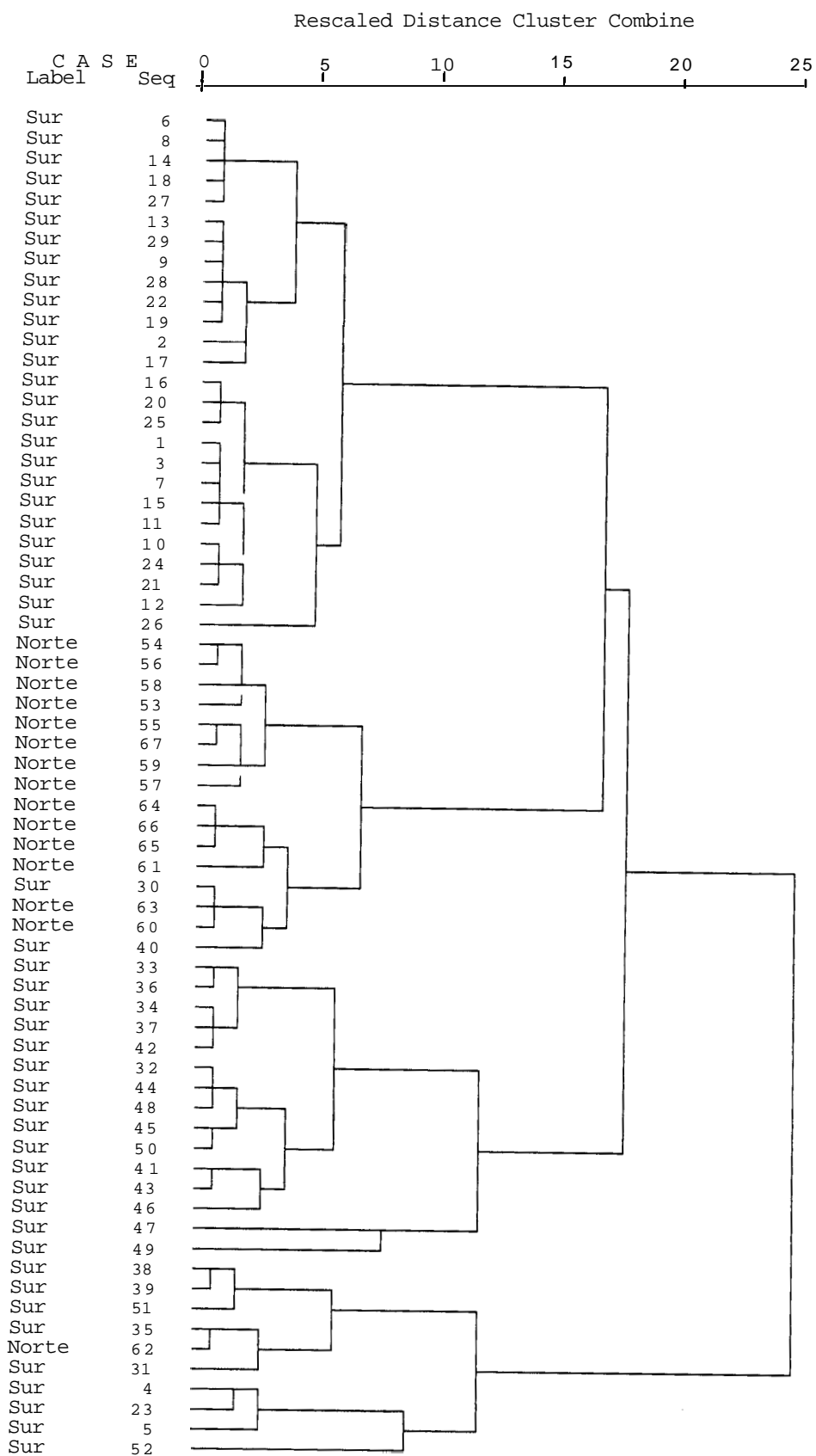


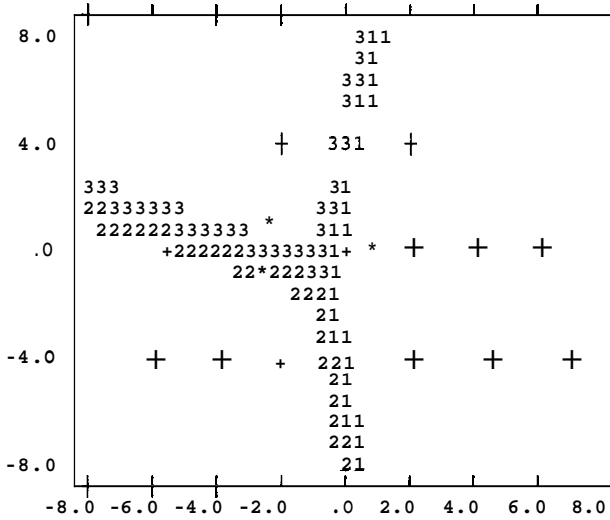
FIGURA 9: Dendrograma a partir del análisis de clusters de la forma Dressel 2-4 utilizando la variable **región** como latente.

Canonical Discriminant Functions evaluated at Group Means (Group Centroids)

Group	FUNC 1	FUNC 2
1	-.75670	-.00986
2	-2.85518	-.53492
3	-2.42028	.53213

Symbols used in territorial map

Symbol	Group	Label
1	1	Ebro
2	2	Vallès
3	3	Maresme
*		Group Centroids



Territorial Map
 * indicates a group centroid
 Across: Function 1
 Down: Function 2

Matriz de confusión:

Classification Results -

Actual Group	No. of Cases	Predicted Group Membership		
		Ebro	Vallès	Maresme
Group Ebro	52	48 92.3%	1 1.9%	3 5.8%
Group Vallès	7	0 .0%	7 100.0%	0 .0%
Group Maresme	8	1 12.5%	1 12.5%	6 75.0%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 91.04%

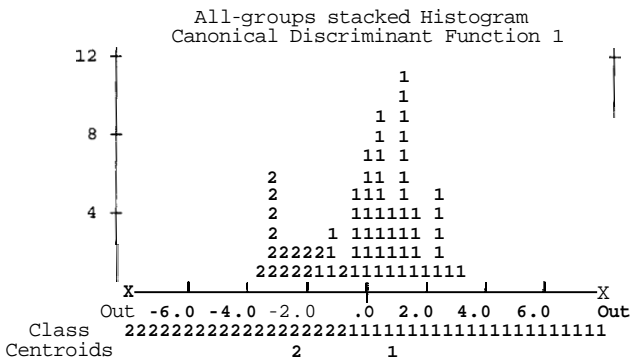
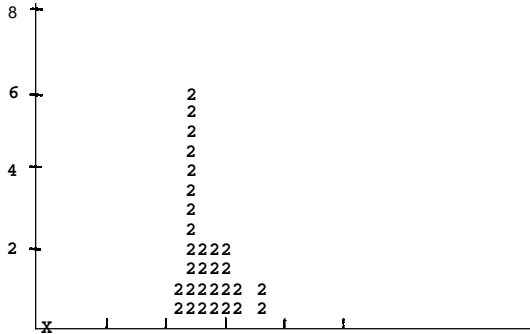
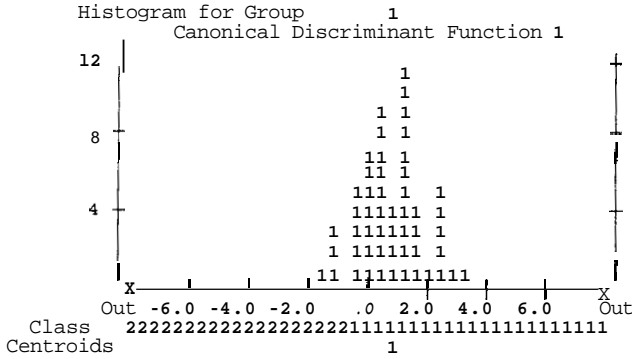
FIGURA 10: Análisis discriminante con las tres variables observadas para la forma Dressel 2-4. Centroid groups, mapa territorial y matriz de confusión con la variable latente zona como "etiqueta".

Canonical Discriminant Functions evaluated at Group Means (Group Centroids)

```

Group      FUNC   1
1         .75899
2        -2.63116

Symbols used in Plots
Symbol  Group  Label
-----
1         1  sur
2         2  norte
  
```



Matriz de confusión:
Clasificación Results -

Actual Group	Group	No. of Cases	Predicted Group Membership	
			sur	norte
Group	sur	52	48 92.3%	4 7.7%
Group	norte	15	1 6.7%	14 93.3%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 92.54%

FIGURA 11: Análisis discriminante con las tres variables observadas para la forma Dressel2-4 y todos los individuos. *Centroid groups, mapa territorial* y *matriz de confusión* con la variable latente región como "etiqueta",

Por último, y aunque no es la intención de estas páginas, nuestro empeño último es crear un **modelo matemático** que defina una tipología anfórica en términos aritméticos. Un modelo matemático es un nivel avanzado de análisis estadístico que explica la variabilidad de una magnitud observable (o sea, una variable, en nuestro caso la “variables latentes” **tipo anfórico y lugar de producción**) en función de un conjunto de “variables observadas” (en nuestro caso, los cuatro parámetros medidos a las ánforas: **Altura del labio, Anchura superior del labio, Anchura inferior del labio y diámetro de la boca**). Este modelo permitiría ubicar un fragmento de ánfora (encontrado en un yacimiento de recepción cualquiera) dentro de la variabilidad de un determinado lugar de producción o taller, y adjudicarle un grado de probabilidad concreto de pertenecer a él.

Un modelo matemático es, en suma, una abstracción simplificada de una realidad más compleja y siempre existirá cierta discrepancia entre lo observado y lo previsto por el modelo. La Estadística proporciona una metodología para evaluar y juzgar estas discrepancias entre la realidad y la teoría. Por tanto, su estudio es básico para todos aquellos que deseen

trabajar en ciencias que requieran el análisis de datos y el diseño de experimentos. Para la elaboración del modelo matemático sería necesario medir una gran muestra de fragmentos pertenecientes a todos los hornos que fabrican una determinada forma, pudiéndose con ello establecer los parámetros que diferencien los talleres entre sí y sus producciones, se encuentren donde se encuentren. De esta manera se podría establecer el lugar de procedencia de un fragmento anfórico cualquiera con sólo medir algunos de sus parámetros. Por el momento, y dado el carácter experimental del trabajo, decidimos limitar el experimento a sólo cuatro talleres de ánforas catalanas.

Este trabajo abre también la posibilidad y plantea el método de análisis que se debe llevar a cabo con otros tipos de materiales cerámicos. El método usado por nosotros es factible gracias a la sistematización y estandarización de los movimientos que los alfareros realizaron al fabricar un tipo de envase industrial. En el futuro, y una vez demostrada su eficacia, se podrá aplicar a todas las producciones anfóricas de época romana y lo que es más importante, a cualquier producción cerámica estandarizada o industrializada (especialmente *terra sigillata*, cerámicas de barniz negro, lucernas, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

- Actes del I Col.loqui d'Arqueologia Romana. El vi a l'Antiguitat. Economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental, Badalona 1985* (1987). Badalona, *passim*.
- BALLIL ILLANA, A.; RIPOLL PERELLÓ, E. (1952), “Actividad arqueológica en Cataluña durante los años 1950 y 1951”, *AEsp.Arch.*, 25, pp. 178-186.
- BELTRÁN LLORIS, M. (1970), *Las ánforas romanas en España (Monografías arqueológicas, 7)*. Zaragoza.
- BISQUERRA ALZINA, R. (1989), *Introducción conceptual al Análisis Multivariante (Un enfoque informático con los paquetes SPSSX, BMDP, LISREL y SPAD)*. Barcelona.
- CODEX SCCL (1992), “Excavacions a l'Autopista A-19, variant de Mataró. tres exemples del poblament del Maresme: de l'iberic plè a la romanització”, *Laietania*, 7, pp. 157-189, esp. 169ss.
- FARIÑAS DEL CERRO, L.; FERNÁNDEZ DE LA VEGA, W. y HESNARD, A. (1977), “Contribution a l'établissement d'une typologie des amphores dites 'Dressel 2-4'”, *Méthodes classiques et Méthodes Formelles dans l'Etude des Amphores, Actes du Colloque de Rome, 27-29 mai 1974 (Collection de l'Ecole Française de Rome, 32)*, École Française de Rome, Roma, pp. 179-206.
- FISHER, SIR R. A. (1936), “The use of multiple measurements in taxonomic problems”, *Annals of Eugenics*, 7, pp. 179-188.
- GORDON, A. D. (1981) *Classification: methods for the exploratory analysis of multivariate data*. Londres.
- GARCÍA HERÁS, M.; OLAETXEA, C. (1992), “Métodos y análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas, estado actual de la investigación en España”, *AEspA*, 65, pp. 263-289.
- IZQUIERDO, P. (1993), “Un nou centre productor d'amfores al Baix Ebre: El Mas del Catxorro de Benifallet”, *Homenatge a Miquel Tarradell*. Barcelona, pp. 753-763.
- LAUBENHEIMER, F. (1985), *La production des amphores en Gaule Narbonnaise*. Beçanson, esp. 263ss.

- MARTINEZ, J.; FOLCH, J. y CASAS, T. (1988) "La intervenció arqueològica al jaciment ibèric i romà de Can Feu (1987). Notes preliminars", *Arraona, Revista d'Història* 3. Sabadell.
- Méthodes classiques et Méthodes Formelles dans l'Etude des Amphores, Actes du Colloque de Rome, 27-29 mai 1974 (Collection de l'Ecole Française de Rome, 32)* (1977), École Française de Rome. Roma. *passim*.
- MIRÓ, J. (1988), *La producció de ànforas romanas en Catalunya. Un estudio sobre el comercio del vino de la Tarraconense (siglos I a.C.-I d.c.)*, B.A.R. Internat. Ser. 473. Oxford.
- NOLLA I BRUFAU, J. M.; PADRÓ, J. y SANMARTÍ, E. (1979) "Algunes consideracions sobre el forn d'amfores de Tivissa (Rivera d'Ebre)", *Informació Arqueològica* 30, pp. 151-153.
- NOLLA I BRUFAU, J. M.; PADRÓ, J. y SANMARTÍ, E. (1980), "Exploració preliminar del forn d'amfores de Tivissa (Rivera d'Ebre)", *Cypsela III*, pp. 193-218.
- PANELLA, C.; FANO, M. (1977), "Le anfore con anse bifide conservate a Pompei: contributo ad un loro classificazione", *Méthodes classiques et Méthodes Formelles dans l'Etude des Amphores, Actes du Colloque de Rome, 27-29 mai 1974 (Collection de l'Ecole Française de Rome, 32)*, École Française de Rome. Roma, pp. 133-177.
- PASCUAL GUASCH, R. (1962), "Centros de producción y difusión geográfica de un tipo de ánfora", *VII CNA, Barcelona 1960*. Zaragoza, pp. 334-345.
- PASCUAL GUASCH, R. (1977), "Las ánforas de la Layetania", *Méthodes classiques et Méthodes Formelles dans l'Etude des Amphores, Actes du Colloque de Rome, 27-29 mai 1974 (Collection de l'Ecole Française de Rome, 32)*, École Française de Rome. Roma, pp. 47-96.
- PEACOCK, D. P. S.; WILLIAMS, D. F. (1986), *Amphorae and the Roman Economy: an introductory guide*. Londres.
- REMESAL, J. (1986), *La annona militaris y la exportación del aceite bético a Germania*. Madrid, pp. 21-32.
- REMESAL, J.; REVILLA, V. (1991), "Weinamphoren aus Hispania Citerior und Gallia Narbonensis in Deutschland und Holland", *FBW*, 16. Stuttgart, pp. 389-439.
- REVILLA, V. (1986a), "Hornos romanos en Tivissa (Ribera d'Ebre)", *Boletín Arqueológico de Tarragona* V,4-5. Tarragona 1982-83, pp. 187-196.
- REVILLA, V. (1986b), "Un forn de producció d'amfores a Tivissa", *Centre d'Estudis comarcals de la Ribera d'Ebre, Miscel·lània* 4. Diciembre, pp. 12-28.
- REVILLA, V. (1993), *Producción cerámica y economía rural en época romana: El alfar de l'Aumedina, Tivissa (Tarragona)*. Barcelona.
- REVILLA, V. (1994), *Estructuras de la economía rural en el litoral NE de la Tarraconense. Villae, viticultura y producción cerámica*. Barcelona.
- SHENNAN, S. (1992), *Arqueología cuantitativa* (la primera edició, en anglès: *Quantifying Archaeology*, Edimburgo 1988). Barcelona.
- TCHERNIA, A. (1971), "Les amphores vinaires de la Tarraconaise et leur exportation au debut de l'Empire", *AEA*, 44, pp. 38-85.
- TCHERNIA, A. (1976), "L'atelier d'amphores de Tivissa et la marque 'Sex Domiti'", *Melanges Heurgon II*, pp. 973-979.
- TCHERNIA, A.; ZEVI, F. (1972), "Amphores vinaires de Campanie et de Tarraconaise à Ostie", *Recherches sur les amphores romaines (Actes du Colloque. Collections de l'Ecole Française de Rome, 10)*. Roma, pp. 35-68.
- VILA CINCA, J. (1913), *Memoria de los trabajos realizados en las cercanías del Real Santuario de Nuestra Señora de la Salud de Sabadell*. Sabadell, p.12.