

Métodos matemáticos aplicados al estudio de los materiales cerámicos de Segeda¹

Eusebio Alegre - Juan C. Calvo*

RESUMEN

En el estudio de las cerámicas aparecidas en Segeda I se ha desarrollado un método para calcular el volumen de cualquier vasija a partir de su perfil, método que se ha validado con recipientes actuales.

Por otra parte, la aplicación de técnicas estadísticas al estudio arqueológico en sus diferentes facetas (cluster, componentes principales, etc.) ha venido ofreciendo resultados novedosos y un nuevo modo de enfoque. El análisis multivariante aplicado sobre las tinajas del yacimiento celtibérico de Segeda pretende conseguir la identificación de tipologías dentro del conjunto y aportar unos parámetros de referencia para poder relacionarlos con las tinajas aparecidas en otros yacimientos arqueológicos.

SUMMARY

In the study of the ceramics discovered in Segeda I, a method of calculation for the volume of every vessel, given its profile, has been developed. This method has been verified with current containers.

On the other hand, the use of statistical techniques in the archaeological study, with its different aspects (cluster, main components, etc.) has produced novel results and a new way of approaching. The multi-variable analysis applied to the vessels of the Cel-

tiberian site of Segeda aims to obtain the identification of typologies within the set and to give some reference parameters which can be related to the vessels discovered in other archaeological sites.

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS KALATHOS DE SEGEDA I²

Dentro del proyecto Segeda hemos desarrollado un método con el objeto de estudiar la capacidad de las vasijas halladas en la excavación, que permite calcular el volumen de cualquier recipiente a partir del dibujo de su perfil a cualquier escala. Sobre el interior del perfil se toman de 10 a 30 cotas de diámetro a intervalos regulares (dependiendo del tamaño y la forma). Los datos se introducen en un programa realizado sobre la hoja de cálculo Excel. Este programa divide el volumen en una suma de cilindros y se obtiene como resultado la capacidad total de la vasija, así como los parciales a distintas alturas para poder valorar su volumen útil, que variará según el tipo de recipiente y su contenido. La validez del método se ha contrastado experimentalmente con vajillas actuales, cuyo volumen puede calcularse con métodos tradicionales.

Estamos aplicando el método a las vasijas localizadas en las excavaciones del área 3 de Segeda I, correspondientes a la campaña del año 2001, y podemos adelantar los resultados obtenidos al estudiar los *kalathos*. Se ha determinado el volumen de 5 de ellos, ya que el resto, hasta un total de 14, no presentaban un perfil completo (fig. 1).

¹ Este trabajo, que ha sido dirigido por el doctor Francisco Burillo, se desarrolla dentro del proyecto I + D BHA2001-2439, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y los fondos FEDER. Las excavaciones arqueológicas realizadas en el Poyo de Mara, Segeda I, han sido financiadas por la Dirección General de Patrimonio del Gobierno de Aragón y la Diputación Provincial de Zaragoza.

* Ambos del Centro de Estudios Celtibéricos de Segeda.

² Estudio realizado por Juan Carlos Calvo García.

	VOLUMEN (l)	PROPORCIÓN	UNIDADES
	11,756	1	40
	11,500	1	40
	2,880	1/4	10
	7,220	1	25
	1,762	1/4	6,12

Fig. 1. Capacidad de los *kalathos* de Segeda I.

Estos 5 *kalathos* han proporcionado los siguientes resultados (la numeración corresponde al artículo monográfico dedicado a estas piezas por el equipo de Segeda: CANO *et alii*, 2003):

- **Números 3 y 8.** Son *kalathos* de importación, de procedencia catalana, probablemente ampuritana. Son los más grandes: el n.º 3 tiene un volumen de **11,756 l** y el n.º 8 de **11,500**, si bien este último es aproximado, puesto que los fragmentos conservados no dan el perfil completo, aunque se puede reconstruir con bastante exactitud. Es destacable el hecho de que pese a tener alturas diferentes (26 cm frente a 23), las capacidades son muy similares debido a que el más bajo es ligeramente más ancho en su base.
- **Número 4.** De procedencia desconocida, pero probablemente de importación. Es una vasija de tamaño intermedio con un volumen de **7,220 l**.
- **Números 6 y 7.** Son dos *kalathos* pequeños de producción local. Sus capacidades son **2,880 l** el n.º 6 y **1,762 l** el n.º 7.

Al estudiar las relaciones existentes entre las

distintas cantidades se han encontrado las siguientes proporciones:

Los *kalathos* grandes, n.ºs 3 y 8, contienen exactamente cuatro pequeños del n.º 6, como vemos en el siguiente cuadro:

Pieza	Volumen (l)	Proporción
n.º 3	11,756	1
n.º 8	11,500	1
n.º 6	2,880	¼

Por otro lado, el mediano, n.º 4, contiene exactamente cuatro pequeños del n.º 7:

Pieza	Volumen (l)	Proporción
n.º 4	7,220	1
n.º 7	1,762	¼

Es decir, tenemos unas piezas mayores de importación, de diferentes procedencias, y unas más pequeñas de producción local, que son fracciones regulares de las anteriores con relación 1 a 4.

Al observar estas proporciones nos planteamos la posibilidad de la existencia de una hipotética unidad métrica normalizada de capacidad. A pesar del diferente lugar de procedencia de las piezas, se ha encontrado un máximo común divisor de los volúmenes, y hemos obtenido un resultado de **0,288 l**. Sobre esta unidad las capacidades obtenidas serían:

Números 3 y 8: 40 unidades.

Número 4: 25 unidades.

Número 6: 10 unidades.

Número 7: 6,12 unidades.

Esta cifra (0,288 l) se aproxima mucho, con un error del 1,7 %, a la unidad de volumen griega llamada *cótila*, que es equivalente a la *hémína* romana y tiene un valor de 0,283 l (PELLICER, 1997). El gráfico de la figura 1 nos presenta estos datos de forma global.

En otro estudio realizado por FERNÁNDEZ (2003) sobre 115 *kalathos* de la Comunidad Valenciana, también llega a la conclusión de que en ese ámbito se usaba como unidad de capacidad la *cótila* griega, aunque maneja un valor para la *cótila* de 0,273 l.

Todas estas conclusiones son provisionales, debido al reducido tamaño de la muestra, y serán objeto de futuras comprobaciones en vasijas aparecidas en Segeda y en otros yacimientos arqueológicos.

ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LAS TINAJAS DE LA CAMPAÑA 2001 EN SEGEDA I³

El estudio que se presenta es una primera aproximación al análisis estadístico de las tinajas encontradas en el yacimiento celtibérico de Segeda en la campaña del 2001, siguiendo los criterios desarrollados por la escuela de Jaén para la etapa ibérica (RÍSQUEZ *et alii*, 1991).

Para ello hemos definido una serie de variables morfométricas, que aparecen expuestas a continuación y que se han conjugado con una serie de métodos matemáticos multivariantes. Hemos centrado el estudio en los bordes de las tinajas por dos motivos: el primero es la fragmentación en la que aparecen las piezas cerámicas hasta que las vasijas pasen por la consecuente restauración; el otro motivo es que la información proporcionada por los bordes encontrados

es mucho más significativa que la que ofrecen los fragmentos de paredes.

Así, tenemos un conjunto de elementos, dentro del cual nos hemos centrado en los bordes conocidos como *pico de pato*, que se demostrará que están conjuntados por las relaciones que muestran y que permitirán ampliar el estudio a las tinajas que aparezcan en las diferentes campañas, así como a las provenientes de las prospecciones realizadas, para conseguir un resultado más amplio.

El fin del estudio es intentar una aproximación a las formas más comunes y a su funcionalidad, así como a la relación establecida con los espacios en los que aparecían, lo que nos puede indicar también los usos a los que se destinaban.

Las variables establecidas se han tomado en relación a la morfología de los bordes y son, como ya he dicho, básicamente morfométricas. Aparecen agrupadas en dos conjuntos claramente diferenciados: las variables de longitud y altura y las variables de ángulos. Las primeras definen la potencia del borde y su morfología, fundamentalmente las variables de longitud; las variables de altura, la estilización del borde y el cuello de la vasija y las variables conformadas por ángulos precisan más el engrosamiento del cuello de la vasija, así como su mayor o menor inclinación respecto a plano horizontal que definiría el círculo interior de la boca de la misma.

Variable 1: variables de verticalidad y horizontalidad (fig. 2)

Las variables A y B son las que definen la distancia desde el eje central del borde, que pasaría por el punto en el que la horizontal de la boca de la vasija corta con el punto más alto del borde, hasta el punto más extremo de la moldura y hasta el punto más saliente del interior de la misma, respectivamente. La variable A siempre es mayor que la B, excepto en uno de los bordes que definiría un tipo de cuello más esbelto pero de pico más romo, siendo en este caso el engrosamiento en el cuello mayor que en el resto de las vasijas.

Las variables C, D y F son verticales, y junto con las anteriores definen la morfología de la parte superior de la moldura. Concretamente, la aparición o no de la variable D se mostrará definitiva a la hora de diferenciar dos tipos de bordes: unos tienen un borde más exvasado que otros. La variable F mide la altura desde el punto más exterior de la moldura hasta el plano horizontal; su mayor o menor magnitud con-

³ Estudio realizado por Eusebio Alegre Paricio.

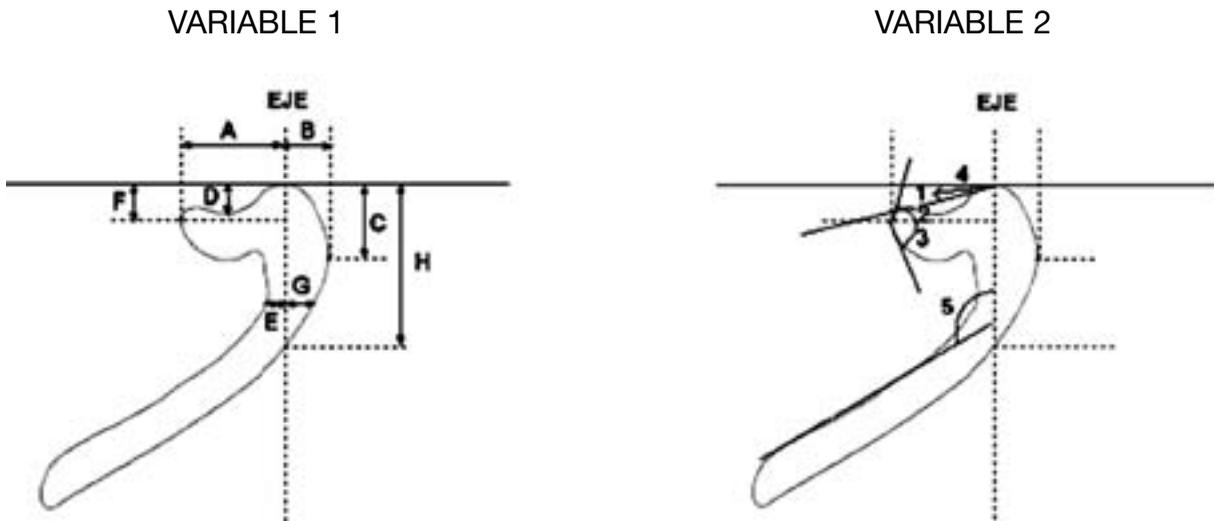


Fig. 2. Variables establecidas para el análisis multivariante de las tinajas.

forma unos bordes más o menos inclinados. La variable D es la altura desde el punto medio del cambio de dirección de la moldura hasta el plano horizontal. Y la variable C mide la distancia desde el punto más exterior del interior de la moldura hasta el plano horizontal; realmente, de esas tres variables solo la D es definitoria: C y F se complementan con A y B para concretar unos bordes más o menos estilizados.

E y G hacen referencia directa a la verticalidad y engrosamiento del cuello de la tinaja, conformando así unos tipos más estilizados o más pesados; normalmente el crecimiento de E implica unos recipientes más ligeros y estilizados, mientras que su inexistencia, o incluso su carácter negativo, dan forma a unas vasijas más robustas de bordes más gruesos.

Variable 2: variables de ángulos

Estas variables son precisas a la hora de definir la morfología del borde.

La variable 1 está directamente relacionada con la variable C: se trata del ángulo que forma la moldura en su parte superior con el plano horizontal al trazar una recta tangencial a ella. Cuanto más agudo sea el ángulo más horizontal resulta el borde y más grueso es el cuello.

Las variables 2 y 3 definen la morfología del *pico* del borde y no se han mostrado útiles. Son los ángulos formados por la tangente a la moldura desde su punto más exterior, donde cambia de dirección con el plano horizontal, paralelo a la boca, que pasa por el punto.

La variable 4 acaba de concretar la forma superior de la moldura. Es el ángulo que conforma la tangente a la moldura interior desde el punto más elevado del eje central.

La variable 5 es la que nos define el volumen del recipiente, ya que nos marca la dirección de la pared del mismo, al ser el ángulo que forma la tangente al cuerpo con el eje central.

Grupos tipológicos (fig. 3)

Grupo 1

El primer grupo viene definido por la presencia de la variable C y el valor positivo de la variable 1. Son unos bordes de carácter más estilizado, en tinajas de cuello fino, excepto en el caso de subtipo 1A, en la que el cuerpo de la tinaja nace directamente del borde sin que apenas se perciba el cuello y que define sin duda la aparición en valores bajos de la variable H. El subtipo 1B presenta unos cuellos gruesos definidos por el valor negativo de G.

Grupo 2

El grupo 2 lo define el valor 0 o muy bajo, es decir, la horizontalidad de la variable 1 y el valor 0 o muy bajo también de la variable C, ambas en correlación. Dentro de este grupo encontramos un subtipo, el 2A, definido por el valor negativo de la variable C, configurando una moldura convexa en lugar de cóncava. El subgrupo 2B se presenta como un borde de

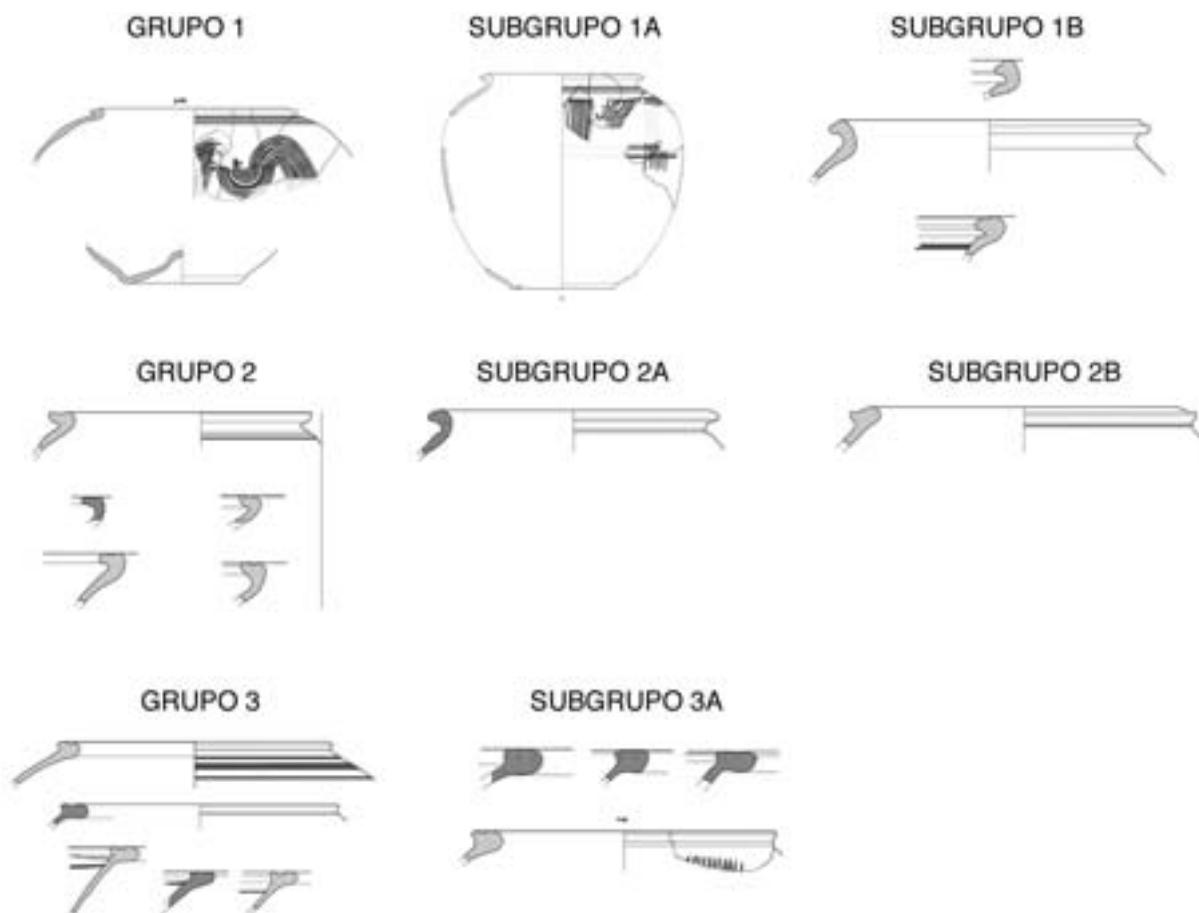


Fig. 3. Grupos tipológicos establecidos.

transición entre los grupos 2 y 3, caracterizado por el valor siempre más alto de la variable B frente a la A, característica contraria al grupo 1 y definitoria del grupo 3, y por la horizontalidad de la variable 1, típica de este grupo 2.

Grupo 3

Lo conforman las tinajas conocidas como *ilduratin*, que se caracterizan por el valor siempre más alto de B frente a A; se crean dos subtipos: el 3A, en el que el valor de H es mayor sin existir ninguna de las variables 2 y 3, y el 3B, formado por variaciones más estilizadas de este tipo de bordes.

CONCLUSIÓN

Una primera aproximación a este estudio con la aplicación de análisis multivariantes ha permitido establecer una serie de tipos y subtipos que solo que-

dan definidos por su carácter morfométrico, pero que en un primer estudio se muestran también definitivos de su funcionalidad. Las tinajas de los grupos 1 y 2 aparecen relacionadas espacialmente en varios casos con cráteras y *kalathos*, mientras que las del grupo 3 aparecen más relacionadas con las zonas de hogares y hornos. Pero este es un estudio que se ha de realizar en profundidad y que encontrará su desarrollo en futuras publicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- CALVO GARCÍA, J. C. (2003). Capacidad de los *kalathos* de Segeda I. *Kalathos 20-21*, pp. 213 y 214. Teruel.
- CANO DÍAZ-TENDERO, M.^a A.; LÓPEZ ROMERO, R., y SAIZ CARRASCO, M.^a E. (2003). *Kalathos* aparecidos en las excavaciones arqueológicas de Segeda I, área 3. *Kalathos 20-21*, pp. 189-212. Teruel.
- FERNÁNDEZ MATEU, G. (2000). *El kalathos «sobre-*

ro de copa» ibérico en el País Valenciano. El kalathos «de cuello estrangulado» del Museo Arqueológico de Villena: dos bases para un sistema métrico ibérico. Villena.

PELLICER I BRU, J. (1997). *Repertorio paramétrico-metrológico antiguo*. Asociación Numismática Española. Barcelona/Madrid.

RÍSQUEZ, C., *et alii* (1991). Aplicación del análisis multivariante, una propuesta de tipología contextualizada. Aplicaciones informáticas en arqueología. *Complutum 1*, pp. 83-98. Madrid.