
Hacia una reconstrucción tridimensional de la *terra sigillata* hispánica decorada y los moldes del alfar Los Villares de Andújar (Jaén)

Towards a three-dimensional reconstruction of decorated hispanic terra sigillata and pottery molds from the pottery workshop at Villares de Andújar (Jaén)

Begoña Serrano Arnáez, M^a Isabel Fernández García y José Antonio Esquivel Guerrero

Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. España.

Resumen

El objetivo de esta comunicación es la recreación y la medición de los fragmentos de terra sigillata y moldes que presentan la misma decoración documentados en el vertedero del Corte 30 de la campaña de 1999 de Los Villares de Andújar. Para ello nos hemos valido de la tecnología laser para la reconstrucción 3D de los materiales, mediante la utilización del scanner ARTEC; a continuación se ha llevado a cabo un estudio metrológico registrando las dimensiones de las variables que aparecen en las diversas unidades mínimas decorativas. Finalmente, pretendemos poder asociar los vasos a las herramientas, es decir, los moldes que se utilizaron para la elaboración de los vasos decorados, con el fin de profundizar en el proceso productivo de la terra sigillata, principalmente en la fase de modelado.

Palabras Clave: TERRA SIGILLATA HISPÁNICA, MOLDE, TECNOLOGÍA LASER 3D, CUANTIFICACIÓN.

Abstract

The aim of this paper is the recreation and the measurement of the fragments of terra sigillata and molds which have the same decoration documented in the landfill court 30 of the 1999 campaign of Los Villares de Andújar. To carry it out, we have used the 3D laser technology for the reconstruction of the materials, using an ARTEC Scanner, which it carried out a metrological study recording the dimensions of the variables that appear in several decorative minimal units. In conclusion, we intended to associate the vessels to the tools, that is, the molds that were used for the elaboration of the vessels, in order to go into depth the production process of the terra Sigillata, mainly in the modeling phase.

Key words: HISPANIC TERRA SIGILLATA, MOLD, 3D LASER TECHNOLOGY, QUANTIFICATION.

1 INTRODUCCIÓN

Probablemente uno de los aspectos menos conocidos relacionados con los estudios de la *terra sigillata* decorada sea dentro del ciclo

productivo de dicha clase cerámica la fase de modelado. Si bien es cierto conocemos ampliamente las descripciones en torno a como se realizaba dicha piezas.



Una vez que la arcilla era seleccionada y extraída de la cantera se depositaba a la espera de ser tratada, para convertirla en una materia prima óptima para el modelado. En relación con este proceso existiría en el alfar una zona destinada al almacenamiento de la arcilla, unas piletas de decantación y una zona de almacenamiento de la arcilla ya preparada. Tras este proceso de acondicionamiento de la arcilla, ésta se encontraba en buenas condiciones para su utilización por parte del alfarero que procedía a la elaboración del cuerpo del molde, auténticos vasos de paredes gruesas cuyo interior reproducía la forma del artefacto que posteriormente se iba a realizar, con un tamaño un poco mayor que el tipo posterior a reproducir. En la elaboración del molde el alfarero presta una mayor atención a la confección de la parte interna, zona en la que posteriormente se ejecutaría la decoración, dejando algo descuidada la parte externa del molde. El cuerpo y el fondo presentan un grosor de entre unos 0,5 cm. y 3 cm. aproximadamente, en el caso de Los Villares de Andújar, con el fin de aumentar la capacidad de resistencia y absorción del agua de la arcilla que se introducía para la confección del ejemplar; finalmente el molde termina en un borde redondeado o plano, con el fin de facilitar la extracción posterior del vaso.

Una vez se había llevado a cabo el cuerpo del molde, el alfarero procedía a realizar la esencia del molde, la decoración. Debía controlar el secado del molde para proceder a imprimir la decoración, ya que el inicio de esta fase, si se anticipaba, y el molde estaba todavía demasiado húmedo, podía provocar la deformación de éste y si por el contrario se había secado demasiado era imposible imprimir los motivos decorativos (HOFMANN, 1986: 44).

Para ello el artesano, en un primer momento, es probable que trazase una serie de líneas o puntos que delimitasen las zonas que iba a decorar con el fin de facilitar esta actividad. Para llevar a cabo esta labor contaba con una serie de instrumentos, punzones, ruedecillas y buriles,

imprescindibles para confeccionar la sintaxis compositiva.

Una vez finalizada la ornamentación, el alfarero en algunos casos, procedía al sellado de los mismos, en este sentido, a través de los *sigilla* podemos reconstruir las diferentes *officinae* que conformaban el complejo artesanal. En relación con ello, los moldes ofrecen una valiosa información en función de la marca aludiendo bien al productor de molde o bien al elaborador de vasos decorados. Los *sigilla* presentes en el fondo interno, bajo la decoración o en la zona externa del molde, es decir, en aquellas zonas que al ejecutar el vaso no se pueden visualizar son indicativos de los fabricantes de molde mientras que las marcas intradecorativas sobre el molde que permiten su presencia al realizar el vaso aluden a los productores de vasos decorados (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1999; Id., e.p; FERNÁNDEZ GARCÍA y SERRANO ARNÁEZ, 2012).

Una vez finalizado el molde se dejaba secar para su posterior cocción. Finalizado el proceso de fabricación de los moldes, el alfarero podía proceder a la elaboración de los ejemplares de *terra sigillata* decorada. El molde era colocado sobre el torno y fijado a él mediante algún elemento que impidiese su movimiento durante la elaboración del vaso, a continuación se introducía la arcilla necesaria para su elaboración y el alfarero conforme el torno rotaba iba imprimiendo presión sobre las paredes del molde para que los motivos decorativos quedaran bien impresos, una vez finalizado, elaboraba el borde del vaso. Tras ello el vaso se dejaba secar dentro del molde durante un tiempo ya que la arcilla al secarse se contraía lo suficiente para extraer el vaso sin que la decoración fuese dañada. Posteriormente se le añadía el pie, aunque si este es pequeño y carece de moldura puede obtenerse directamente de la matriz y las asas en el caso que las tuviese. Luego se secaba completamente, y se introducía en el horno para su cocción (CUOMO DI CAPRIO, 2007: 214-215).

Una vez extraído el vaso, el molde se desecaba para volver a ser utilizado en la elaboración de un nuevo ejemplar, su utilidad terminaba en el momento que, por el desgaste de los punzones o su fractura, ya no podía emplearse pasando a formar normalmente parte de los niveles de vertedero del alfar.

2 MÉTODO

La tecnología láser 3D aplicada a la investigación arqueológica constituye una herramienta de enorme utilidad para construir modelos realistas de gran precisión enfocados a la documentación digital, la restitución digital de estructuras y artefactos, la investigación arqueogeométrica, el estudio del diseño arqueogeométrico, la difusión del patrimonio histórico y arqueológico, la reproducción a escala real de materiales arqueológicos, etc. La mayor parte de las investigaciones se han orientado para digitalizar objetos de un tamaño intermedio como estructuras de asentamientos, esfinges, estatuas, artefactos, ya sea en asentamientos (DONEUS *et alii*, 2006; GAISACKER, 2006), ya sea desde la superficie del terreno o utilizando un mini helicóptero (EISENBEISS, 2005). Otras investigaciones se han enfocado a los restos de una casa construida con huesos de ballena en Thule (siglo XII) y esta información ha sido la base para la reconstrucción digital y el análisis estructural de esta casa (LEVI y DAWSON, 2005), para analizar fragmentos de paredes o el diseño de barcos romanos (BOEHLER *et alii*, 2001).

Por otra parte, el análisis de pequeños artefactos arqueológicos tiene unas características especiales ya que permite llevar a cabo un análisis pormenorizado de la textura de los materiales, las concavidades y convexidades de la superficie interna, de los daños producidos, de la necesidad de ajustar el interior y de las superficies exteriores. Una vez que se integran los diferentes análisis, la imagen 3D proporciona gráficos como perfiles verticales, horizontales y oblicuos y secciones, proporcionando información pertinente, incluidos datos de texturas, daños, tratamiento técnico, etc. Además el modelo también proporciona un

análisis geométrico y métrico las dimensiones y la morfometría que incluyen las características del interior y del exterior, el centro de masas, los volúmenes interiores y exteriores, el volumen de arcilla utilizado por el artesano, los niveles de contornos regularmente espaciados del interior y el exterior, etc.

La aparición del escáner láser 3D de alta definición ha supuesto la incorporación de la coordenada Z en la documentación arqueológica, superando la limitación de los modelos realistas 2D y 2.5D. El funcionamiento se basa en la emisión de un rayo laser o, para objetos pequeños, de luz estructurada, que permite calcular de forma rápida y precisa de una gran cantidad de puntos (X,Y,Z), mejorando los métodos tradicionales tales como cintas, teodolitos o estaciones totales y GPS, que constituyen métodos lentos y engorrosos de obtención de datos espaciales, sin olvidar que para los de pequeño tamaño no son factibles. Por otra parte, los láser scanner proporcionan datos muy detallados con errores de 2 mm. en 100 m. para estructuras arquitectónicas o de 0.5 mm. en el caso de los artefactos.

Las tecnologías laser se basan generalmente en cuatro métodos de diferentes características técnicas y modos de operación (BOEHLER *et alii*, 2001):

- Tiempo de vuelo. Es una técnica mediante la que se mide el tiempo que tarda en recibirse el pulso emitido por el instrumento, y a partir de dicho tiempo se calcula la distancia a la que está el objeto.
- Triangulación. Este sistema utiliza dos sensores que registra simultáneamente el pulso del láser reflejado por el objeto y determina la distancia a la que se encuentra. Es una técnica adecuada para objetos de pequeño tamaño.
- Comparación de fases. El instrumento emite un rayo de luz de una frecuencia y fase conocidas, y las compara con la frecuencia y fases del rayo retornado por el objeto, lo que permite determinar a qué distancia está el mismo.

- Luz estructurada. El escáner de luz estructurada es un dispositivo capaz de capturar la forma y características de un objeto mediante la proyección de un patrón de luz y su registro en un sistema de adquisición. Trabaja mediante la identificación de formas, lo que permite solucionar en gran medida los problemas de luz, proporcionando imágenes de alta resolución de gran homogeneidad.

En este trabajo se manejará el scanner ARTEC de luz estructurada, con un error máximo global de 0.5 mm. y una precisión de en 3D de 0.1 mm., con un rango de dos metros sin tener que enlazar las tomas de forma manual.

3 CATÁLOGO

Los moldes en cuanto instrumentos para la obtención de productos decorados en *sigillata* y los propios vasos de *sigillata* nos proporcionan un análisis muy preciso sobre la sintaxis compositiva y la mayor o menor creatividad de los diferentes estilos decorativos, sean conocidos o anónimos.

En el presente trabajo hemos barajado los conceptos básicos de unidad matriz, unidad mínima, unidad máxima y unidad final decorativa que permiten profundizar en las unidades estilísticas decorativas (FERNÁNDEZ GARCÍA, 2011) para aplicarlos a la tecnología 3D. Con el material cerámico seleccionado pretendemos, por una parte, agilizar los análisis relativos al sistema compositivo de cada ejemplar y, por otra, crear modelos tridimensionales que nos permitan establecer a través del análisis de los moldes y de la *terra sigillata* decorada, la identificación de las piezas que pudieran realizarse con los respectivos moldes.

Los ejemplares utilizados proceden de las actuaciones contempladas dentro del proyecto de investigación denominado “*Isturgi* romana y su territorio: la producción de *terra sigillata* y su difusión” aprobado por la Dirección General de Bienes Culturales de la Junta de Andalucía en 1995 y dirigido por M^a I. Fernández García (nº3/95; enero 1995- marzo 2012). Los fragmentos objeto de estudio han sido

seleccionados del material recuperado en la campaña de excavación realizada en 1999.

Una ingente cantidad de material se recuperó en las unidades estratigráficas que conformaban el vertedero; en este sentido conviene recordar que nos encontramos ante productos de desecho debido a alguna imperfección decorativa, a unas malas condiciones de hornada e incluso a un posible desgaste en el caso de algunos moldes, ello explica que de todo el material exhumado tan sólo, en muy pocos casos, se han conservado los recipientes completos o en su defecto con una porción significativa de superficie útil intacta. Únicamente hemos podido documentar dos piezas, molde y *terra sigillata* decorada, que presenten la misma sintaxis compositiva.

Ambos fragmentos corresponden al vertedero excavado del corte 30, el fragmento de *terra sigillata* decorada fue recuperada en la UE 1021, mientras que el molde fue documentado en la UE 1022, el estudio de los materiales procedentes de este corte ha permitido establecer que ambos pertenecerían al mismo vertido.

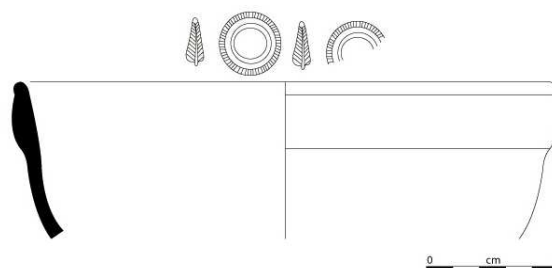


Figura 1. Dibujo del fragmento de *terra sigillata* hispánica decorada.

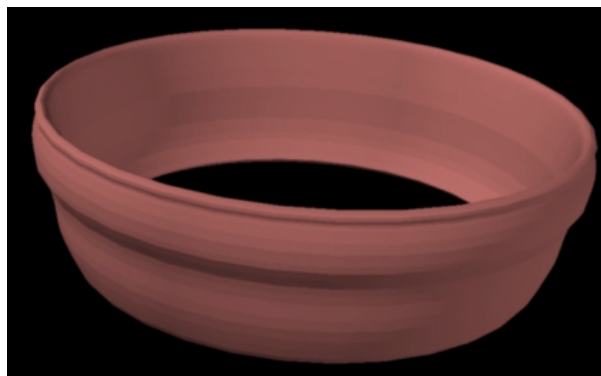


Figura 2. Modelización 3D *terra sigillata* hispánica.

El molde de 37 (fig. x.) se caracteriza por presentar un cuerpo con una pared que describe una curva convexa dando lugar a una forma semiesférica. La pieza de *terra sigillata* decorada (fig. x.) se adscriben a la forma 37 se caracteriza por presentar un labio fino no engrosado. Con respecto a la decoración ambas piezas presentan dos zonas decoradas separadas por un doble baquetón liso. La zona superior presenta una composición alternante entre unidades mínimas decorativas una de carácter vegetal (hoja lanceolada) y otra de carácter circular (doble círculo concéntrico, exterior de línea segmentada e interior de línea continua). De la zona inferior no se conserva nada (SERRANO ARNÁEZ, 2011).

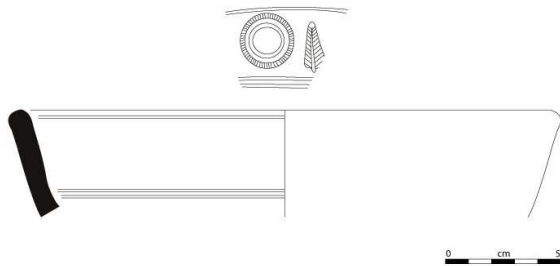


Figura 3. Molde de 37.

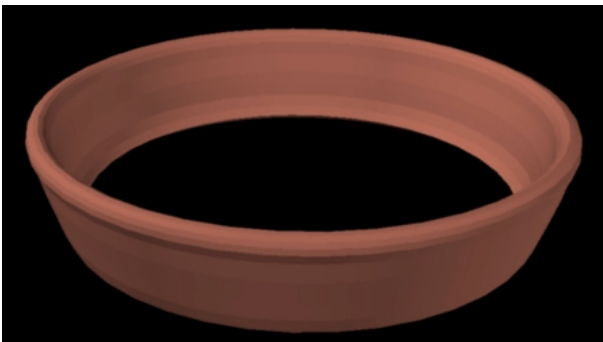


Figura 4. Modelización del 3D del molde.

4 ANÁLISIS MÉTRICOS

El análisis comparativo entre el molde (fig. x) y la *terra sigillata* hispánica (fig. x) se ha llevado a cabo desarrollando una cuantificación en ambos materiales, registrando las dimensiones de las variables que aparecen en los fragmentos. En este caso se han podido utilizar las dimensiones de: longitud de la hoja lanceolada, distancia del centro del doble círculo a la hoja, diámetro del círculo de línea continua, diámetro del círculo

de línea segmentada, distancia mínima desde el exterior del círculo al exterior de la hoja, diámetro exterior del círculo de línea segmentada, grosor del círculo segmentado, y la distancia mínima desde el círculo segmentado al círculo liso.



Figura 5. Scanner 3D de la terra sigillata hispánica.



Figura 6. Scanner 3D del molde.

Los valores de estas variables (fig.x.) permitirán decidir si el molde corresponde a la *sigillata* o no. La metodología ha consistido en calcular el ajuste a los datos de varios modelos de regresión (lineal, logarítmico, cuadrático, cúbico, exponencial, inverso, potencial y logístico). En todos el resultado es un ajuste casi perfecto, destacando los modelos lineal, cuadrático, cúbico y potencia, todos ellos con coeficiente de determinación $R^2=0.999$. Se ha optado por el modelo lineal por ser de más fácil interpretación.

Este modelo proporciona una recta de regresión de que tiene la forma:

$$terra\ sigillata = (0.977 \pm 0.013) \cdot molde + (-0.362 \pm 0.201)$$

Estos resultados indican que con este molde se llevo a cabo la realización del vaso de *terra sigillata* hispánica, mostrando un diferencia en media de casi un 10% entre molde y la *terra sigillata*, valores que entran dentro del los datos establecidos para la reducción de la arcilla una vez se ha producido el proceso de cochura de la pieza.

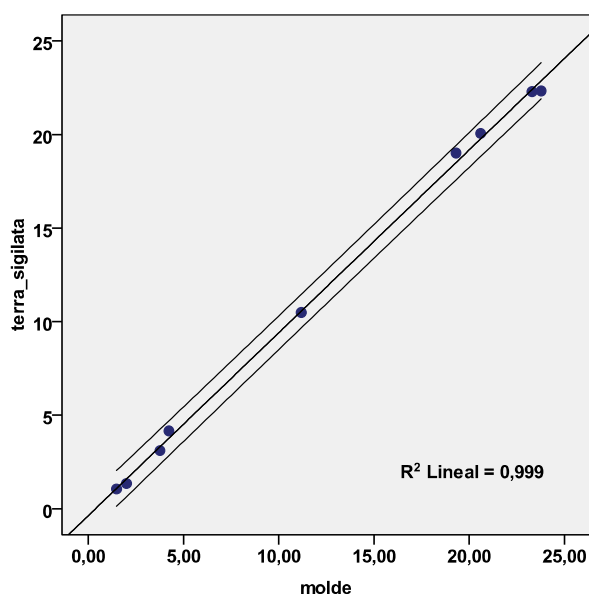


Fig. 7. Gráfica de las variables.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha contado con el soporte del Proyecto de I+D “Ex officina Meridionali: Tecnología, producción, difusión y comercialización de cerámicas finas de origen bético en el sur peninsular durante el Alto Imperio” (HAR2010-17507) Ministerio de Ciencia e Innovación.

BIBLIOGRAFÍA

BOEHLER, W., HEINZ, G. y MARBS, A. (2001): “The potential of non-contact close range laser scanners for cultural heritage recording”, *Proceedings of CIPA 2001 XVIII International Symposium (Postdam 2001)* (http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/potsdam/2001_11-wb01.pdf).

CUOMO DI CAPRIO, N. (2007): *Ceramica in archeologia 2*. L’Erma di Bretschneider. Roma.

5 CONCLUSIÓN

Con este trabajo pretendemos mostrar por un lado la innovación que supone aplicar los estudios metrológicos a la hora de establecer una relación entre, molde y vaso decorado, con el objeto de poder profundizar en el estudio de los alfareros isturgitanos. Paralelamente la realización de dichas piezas en 3D nos proporcionan una visión total de los moldes y la *terra sigillata*, materiales que en su mayoría aparecen fragmentados casi en su totalidad con el fin de poder llegar a comprender lo que fueron en el pasado.

- DONEUS, M. y NEUBAUER, W. (2006): "Laser scanners for 3D documentation of stratigraphic excavations", en M. Baltasavias, A. Gruen, L. Van Gool y M. Pateraki (eds.), *Recording, Modeling and Visualization of Cultural Heritage*, London, Taylor and Francis, pp. 193-204.
- DONEUS, M., NEUBAUER, W. y STUDNICKA, N. (2003): "Digital recording of stratigraphic excavations", *Proceedings of CIPA 2003 XIX International Symposium "New Perspectives to Save Cultural Heritage" (Antalya 2003)*, CIPA International Archives for Documentation of Cultural Heritage, 19, pp. 451-456.
- EISENBEISS, H., LAMBERS, K., SAUERBIER, M. y LI, Z. (2005): "Photogrammetric documentation of an archaeological site (Palpa, Perú) using an autonomous model helicopter", *Proceedings of CIPA 2005 XX International Symposium (Torino 2005)* (<http://www.photogrammetric.ethz.ch/research/pinchango/238.pdf>).
- ESQUIVEL, J.A. y NAVAS, E. (2005): "The geometry and the metric used in the enclosure "Fortín 1" at Copper Age site of Los Millares (Almería, Andalusia)", *Journal of Archaeological Science*, 32, pp. 1577-1586.
- ESQUIVEL, J.A. y NAVAS, E. (2007): "Geometric architectural pattern and constructive energy analysis at Los Millares Copper Age Settlement (Santa Fé de Mondújar, Almería, Andalusia)", *Journal of Archaeological Science*, 34, 6, pp. 894-904.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M^a I. (1999): *Breve introducción al estudio de la terra Sigillata .I. Estructuras de producción y comercialización*, Centro de Estudios Universidad y Progreso, Andújar.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M^a I. (2004a): "Alfares y producciones cerámicas en la provincia de Jaén. Balance y perspectivas", en Bernal, D. y Lagostena, L. (Eds.) *Figlinae Baeticae. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (SS. II a.C.- VII d.C.)*. *British Archeological Reports. International Series 1266*, Oxford, pp. 239-272.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M^a I. (2004b): "Alfares y producciones cerámicas en la provincia de Granada. Balance y perspectivas", en Bernal, D. y Lagostena, L. (Eds.) *Figlinae Baeticae. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (SS. II a.C.- VII d.C.)*. *British Archeological Reports. International Series 1266*, Oxford, pp. 195-238.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M^a I. (2011): "Decoración y conceptualización. Una propuesta metodológica, *CVDAS, revista de Arqueología e Historia* 9-10 (2008-2009), pp. 119-136.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M^a I. (coord.) *El complejo alfarero de Los Villares de Andújar (Jaén, España)*, en prensa
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M^a I. y SERRANO ARNAEZ, B. (2012): "Estructuras humanas de producción: fabricantes de moldes en Los Villares de Andújar (Jaén, España)", en Bernal, D., Juan, L.C., Bustamante, M., Díaz, J.J. y Sáez, A.M. (eds.) *Hornos, talleres y focos de producción alfarera en Hispania, I Congreso internacional de la SECAH, Ex Officina Hispana (Cádiz, 3-4 marzo, 2011)*, Monografías de la Sociedad de Estudios de la Cerámica Antigua en Hispania I, Cádiz, pp. 191-196.



GAISECKER, T. (2006): “Pinchango Alto. 3D archaeology documentation using the hybrid 3D laser scan system of Rielg”, en M. Baltasavias, A. Gruen, L. Van Gool, M. Pateraki (eds.), *Recording, Modeling and Visualization of Cultural Heritage*, London, Taylor and Francis, pp. 456-464.

HOFMANN, B. (1986): *La ceramique sigillée*. Editions Errance. Paris.

KOLLER, D., TURITZIN, M., LEVOY, M., TARINI, M., CROCCIA, G., CIGNONI, P. y SCOPIGNO, R. (2004): “Proected interactive 3D graphics via remote rendering”, *ACM Translation Graphics*, 23, 3, pp. 695-703.

LEVY, R. y DAWSON, P. (2005): “Reconstructing a thule whalebone house using 3D imaging”, *IEEE Multimedia*, 13, 2, pp. 78-83.

SERRANO ARNÁEZ, B. (2011): *Fabricantes de moldes del complejo alfarero de Los Villares de Andújar: inicio de una investigación*. Universidad de Granada, Inédito.

SOKAL, R.R. y ROHLF, F.J. (1982): *Biometry*, New York, 3rd ed., Freeman and Company.

VENABLES, W.N. y RIPLEY, B.D. (2002): *Modern Applied Statistics with S*, New York, Springer Verlag.