

# DATACIÓN ABSOLUTA POR TERMOLUMINISCENCIA Y ANÁLISIS MINERALÓGICO DE MATERIALES ARQUEOLÓGICOS PROCEDENTES DEL YACIMIENTO CUEVA DE LA VAQUERA (SEGOVIA)\*

J.G. Arribas\*\*, A. Millán\*\*,  
P. Benítez\*\*\* y T. Calderón\*\*

RESUMEN.—Una serie de muestras cerámicas Neolíticas y de la Edad del Bronce procedentes del yacimiento arqueológico de la Cueva de la Vaquera (Segovia) han sido estudiadas petrográficamente, por difracción de rayos-X, A.T.D. y microscopía electrónica de barrido, asimismo se ha realizado la datación absoluta por termoluminiscencia de dichas muestras.

Los resultados obtenidos indican una variación tecnológica en la manufactura de dichas piezas en función de su uso y de la edad.

Palabras clave: Termoluminiscencia-Neolítico.

ABSTRACT.—A sort of Neolithic and Bronze Age sherds from La Cueva de la Vaquera (Segovia) have been studied by means of petrographic microscopy, X-ray diffraction, D.T.A. and S.E.M.; absolute termoluminescence dating of these samples has been realized as well.

The obtained results show a technological variation in the sample manufacturing according to their function and age.

Key words: Termoluminescence dating-Neolithic.

## Introducción

La datación absoluta por termoluminiscencia (TL) es una técnica de datación que nos permite averiguar el momento en que una determinada muestra mineral (por ejemplo, una cerámica), ha sido calentada por última vez hasta una temperatura superior a los 500°C. Si bien el fenómeno de la TL es conocido desde hace mucho tiempo, su aplicación en la datación de restos arqueológicos cerámicos es relativamente reciente (AITKEN, 1985), conformando en la actualidad una técnica de datación rutinaria en el estudio de yacimientos arqueológicos (ARRIBAS *et al.*, 1989).

Unido a la datación, que nos proporciona una adscripción temporal de la cerámica, el estudio mineraló-

gico de las cerámicas antiguas nos permite acercarnos a las técnicas de preparación de las mismas (tecnología cerámica), así como al origen de los materiales utilizados (materias primas).

El presente trabajo tiene como objeto la datación de tres grupos distintos de cerámicas procedentes del yacimiento Cueva de la Vaquera, situado en las cercanías del pueblo de Torreiglesias (Segovia). Asimismo se realiza un estudio mineralógico, por difracción de rayos-X (DRX), y térmico al objeto de conocer las temperaturas de cocción de dichas cerámicas (ATD y TG), así como un análisis de la estructura, textura y composición química por microscopía electrónica de barrido (SEM-EDAX). El estudio por lámina delgada al microscopio petrográfico, por último, nos permite co-

\* Este trabajo ha sido realizado gracias a una subvención de la D.G.I.C.Y.T. n° PB 87-0091-C02-02.

\*\* Dpto. Química Agrícola, Geología y Geoquímica.

\*\*\* Dpto. Química Física Aplicada. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.

nocer las características de los desgrasantes utilizados.

## Experimental

Se han estudiado ocho muestras procedentes de tres niveles diferentes del yacimiento arqueológico Cueva de la Vaquera (Segovia). Las muestras M1, M2 y M5 pertenecen al nivel base (Neolítico); las muestras M3, M4 y M6 proceden del perfil C (también Neolítico) y las M7 y M8 al perfil A (Bronce).

Para la datación por termoluminiscencia se ha utilizado un horno provisto de sistema de vacío y atmósfera de nitrógeno, a una velocidad de calentamiento de 20°C/seg, obtenida mediante un programador-controlador de temperatura. La emisión se recogió en un fotomultiplicador EMI 9635 QB con filtros Corning 7-59 y Chance-Pilkington blue HA-3, para eliminar la emisión de incandescencia. Tanto la señal luminosa como la indicación de temperatura se recogen mediante el correspondiente interface en un ordenador, que representa la gráfica intensidad-temperatura.

La medida de la actividad alfa se ha realizado mediante un contador de centelleo de ZnS, con fotomultiplicador EMI 60975, preamplificador ORTEC 113 y amplificador-discriminador ORTEC 490E. Los impulsos de salida se recogen por un ORTEC 715 Dual Counter Timer en forma de cuentas por minuto (c.p.m.).

La concentración de potasio se obtuvo mediante un contador Geiger-Müller de partículas beta (BEMETIZ *et al.*, 1969).

El estudio térmico: Análisis térmico diferencial (ATD), Termogravimétrico (TG), y Termogravimétrico diferencial (DTG) se realizó mediante una termobalanza Chyo modelo Trada 3-H.

La caracterización mineralógica se obtuvo por las siguientes técnicas:

Difracción de R-X: método de polvo cristalino, en un difractómetro Phillips mod. PW-140, empleando la radiación K $\alpha$  del Cu con filtro de Ni, a un régimen de trabajo de 40 Kv y 20 mA.

Microscopio petrográfico de polarización Ultrafot Nikon, estudiando las muestras por luz transmitida a través de lámina delgada.

Microscopía electrónica de barrido (SEM) Hitachi mod. 5708, con análisis químico por energía dispersiva de rayos-X (EDAX) en un analizador Kevex mod. 8000III.

## Resultados y discusión

### Difracción de R-X

La caracterización de las fases minerales mayoritarias de estas cerámicas se realizó por difracción de R-X, en primer término para cada grupo de muestras y posteriormente de forma comparativa (Tabla I).

Tabla I. Caracterización mineralógica.

Muestra	Q*	Fto*	Bi*	Ms*	Zr*
Nivel Base: (M1, M2, M5)	+ + +	+ + +	+	+	..
Perfil-C (M3, M4, M6)	+ + +	+ + +	+	+	-
Perfil-A (M7, M8)	+ +	+ + +	..	+ + +	-

Leyenda: Q = Cuarzo, Fto = Feldespato, Bi = biotita, Ms = moscovita, Zr = Zircón.

\* Se utiliza para designar aquellos minerales que han sido caracterizados por difracción de R-X.

En el nivel base (muestras M1, M2 y M5), las fases minerales mayoritarias detectadas son: cuarzo, feldespato potásico, feldespato cálcico (plagioclasa) y mica, observándose reflexiones de zircón de baja intensidad: La muestra M1 se diferencia de las muestras M2 y M5 por presentar reflexiones de cuarzo de mayor intensidad, en relación con las correspondientes del feldespato y mica.

En el perfil C (muestras M3, M4 y M6), las fases minerales presentes son: cuarzo, feldespato potásico, feldespato cálcico (plagioclasa) y micas con reflexiones de baja intensidad.

En el perfil A (muestras M7 y M8) las cerámicas contienen cuarzo, feldespato potásico, feldespato cálcico (plagioclasa) y mica. En este perfil hay que destacar la mayor intensidad que presentan las reflexiones de feldespato y mica frente a las del cuarzo.

Comparando las fases minerales de los tres niveles, se deduce que son cerámicas cuarzo-feldespáticas, si bien en el perfil A hay que destacar la mayor abundancia relativa de feldespato y mica frente al cuarzo.

### Microscopía electrónica de barrido (SEM)

En el estudio por SEM se dedicó especial atención a la microestructura y micromorfología que pre-

sentan las matrices cerámicas, con el objeto de inferir en el grado de vitrificación que han sufrido las mismas (JONES, 1987), lo que indirectamente nos daría información referente al rango de temperaturas alcanzado en los diferentes procesos de cocción.

Las muestras del nivel base (M1, M2 y M5) se pueden considerar como cerámicas de matriz abierta y porosa, con cristales de cuarzo, feldespato y empaquetados de filosilicatos (micas) como desgrasante. La M1 presenta una morfología distinta al resto: se observa que ha sufrido una cierta vitrificación (Fig. 1: Microf. 1), formando una fase homogénea el desgrasante con la matriz arcillosa. En la M2 y M5, los cristales de cuarzo y feldespato, con morfología subredondeada, se encuentran individualizados sobre una matriz (Fig. 1: Microf. 2) en la que no se observan fenómenos de vitrificación.

En el perfil C (muestras M3, M4 y M6), texturalmente la M3 presenta bordes más finos de arcilla decantada. En general, las matrices son abiertas, con aspecto de vitrificación incipiente, frecuentes cristales de cuarzo y feldespato individualizados. Se observa también en la matriz de la muestra M6 una mayor abundancia de nódulos de Fe (Fig. 1: Microf. 3).

En el perfil A (muestras M7 y M8), las matrices son similares a las del perfil C, si bien se observa una mayor abundancia de feldespato (Fig. 1: Microf. 4) y mica como desgrasante.

#### Análisis químico por energía dispersiva de R-X

A partir de los datos obtenidos (Tabla II), no se observan grandes diferencias cuantitativas en la com-

Tabla II. Resultados obtenidos en el análisis dispersivo de R-X.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	FeO	K <sub>2</sub> O	MgO	Ti <sub>2</sub> O
Nivel Base							
M-1	61,22	17,18	3,44	10,00	6,53	1,64	—
M-2	62,38	16,83	3,26	9,87	6,69	0,97	—
M-5	53,21	23,54	2,53	10,73	5,00	1,81	3,19
Perfil-C							
M-3	62,73	16,68	3,44	9,90	5,00	0,69	—
M-4	61,22	17,18	3,44	10,00	6,53	1,64	—
M-6	27,80	17,13	4,11	24,33	6,80	13,57	6,26
Perfil-A							
M-7	64,05	20,73	1,80	4,91	8,52	—	—
M-8	63,69	24,53	0,64	2,32	7,72	—	—

posición química relativa de las distintas muestras. Es de resaltar, sin embargo, la diferencia del contenido en Fe, que en el caso de la muestra M6 (perfil C) es bastante elevado, por una mayor abundancia de nódulos de óxidos de Fe en la matriz. Por su parte, las muestras M7 y M8, correspondientes al perfil A, presentan los valores más bajos en dicho elemento, por un predominio de la mica aluminica (moscovita) sobre la férrica (biotita). Según la clasificación de JONES (1987) podemos definir a estas muestras como no férricas, al contrario de las correspondientes al nivel base y perfil C.

#### Análisis térmico

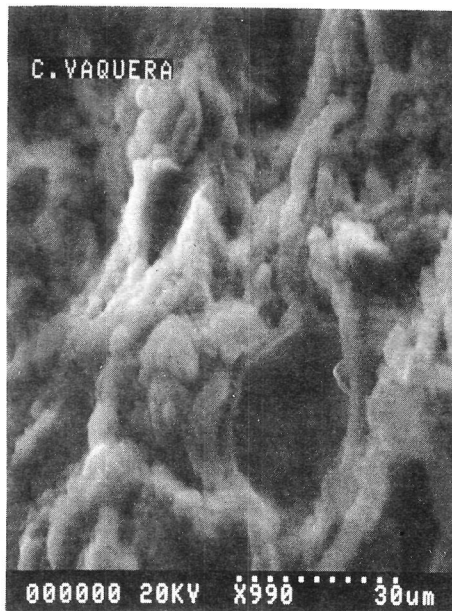
El análisis térmico diferencial es un grupo de técnicas físicas con las que se miden, a través de un ciclo térmico controlado, las variaciones de entalpía (ATD) y de peso (TG) que sufre una muestra cerámica al ser calentada de manera uniforme y continua (MCKENZIE, 1971; POPE y JUDD, 1977; KEATCH y DOLLMORE, 1975).

Los resultados del estudio por ATD, TG y DTG de las muestras del yacimiento Cueva de la Vaquera son los siguientes:

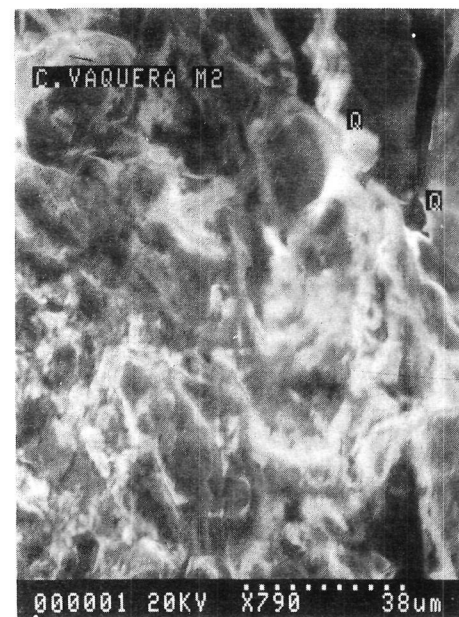
En el nivel base (muestras M1, M2 y M5), la muestra M1 presenta en el análisis TG una pérdida de peso homogénea del agua de hidratación y estructural (Fig. 2) del orden del 0.8%. El ATD no presenta procesos endo o exotérmicos relevantes, si acaso leves endotérmicos a 125°C por pérdida del agua de rehidratación de los filosilicatos, y a partir de 550°C una pérdida paulatina del agua estructural, correspondiente a minerales arcillosos que no han perdido la totalidad del agua estructural en la primera cocción (MEJHDAL, 1980). En el análisis DTG (Fig. 2) no se aprecian pérdidas de peso, debido a que no se producen reacciones en la mineralogía durante el análisis, sino cambios de fase. El comportamiento de las muestras M2 y M5 es similar.

A tenor de estos resultados, podemos concluir que estas cerámicas han alcanzado al menos los 500°C, pero no han mantenido esta temperatura el tiempo suficiente para eliminar totalmente el agua estructural de los filosilicatos. La muestra M1 en este grupo es la que presenta la menor pérdida de peso en el endotérmico (0.4%), por lo que sería la que ha sufrido una cocción más intensa.

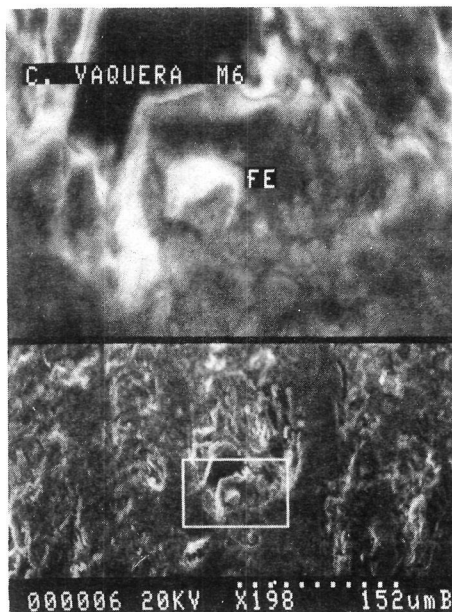
En el perfil C (muestras M3, M4 y M6), los resultados son muy similares entre sí; por ejemplo, la



Microfot. 1. M-1. Detalle de la matriz cerámica, con procesos de buena vitrificación. (Nivel Base).



Microfot. 2. Detalle de la microestructura cerámica que presenta la M-2, abierta y porosa con cristales de Q y Fe. (Nivel Base).



Microfot. 3. Detalles de la matriz cerámica M-6 (Nivel C), con abundantes nódulos de Fe.



Microfot. 4. Detalle de cristalizaciones de feldespato que presenta la matriz cerámica M-7.

Figura 1. Microfotografías de las muestras cerámicas obtenidas por Microscopía electrónica de barrido. Microfot. 1: Detalle de la matriz cerámica, con procesos de buena vitrificación. Muestra-1 (Nivel base). Realizada a 990 aumentos. Microfot. 2: Detalle de la microestructura cerámica que presenta la Muestra-2 (Nivel base) abierta y porosa con cristales de Cuarzo y Feldespato. Realizada a 790 aumentos. Microfot. 3: Detalle de la matriz cerámica de la Muestra-6 (perfil C) con abundantes nódulos de hierro. Realizada a 1.980 aumentos. Microfot. 4: Detalle de cristalizaciones de Feldespato que presenta la matriz cerámica de la Muestra-7 (perfil A).

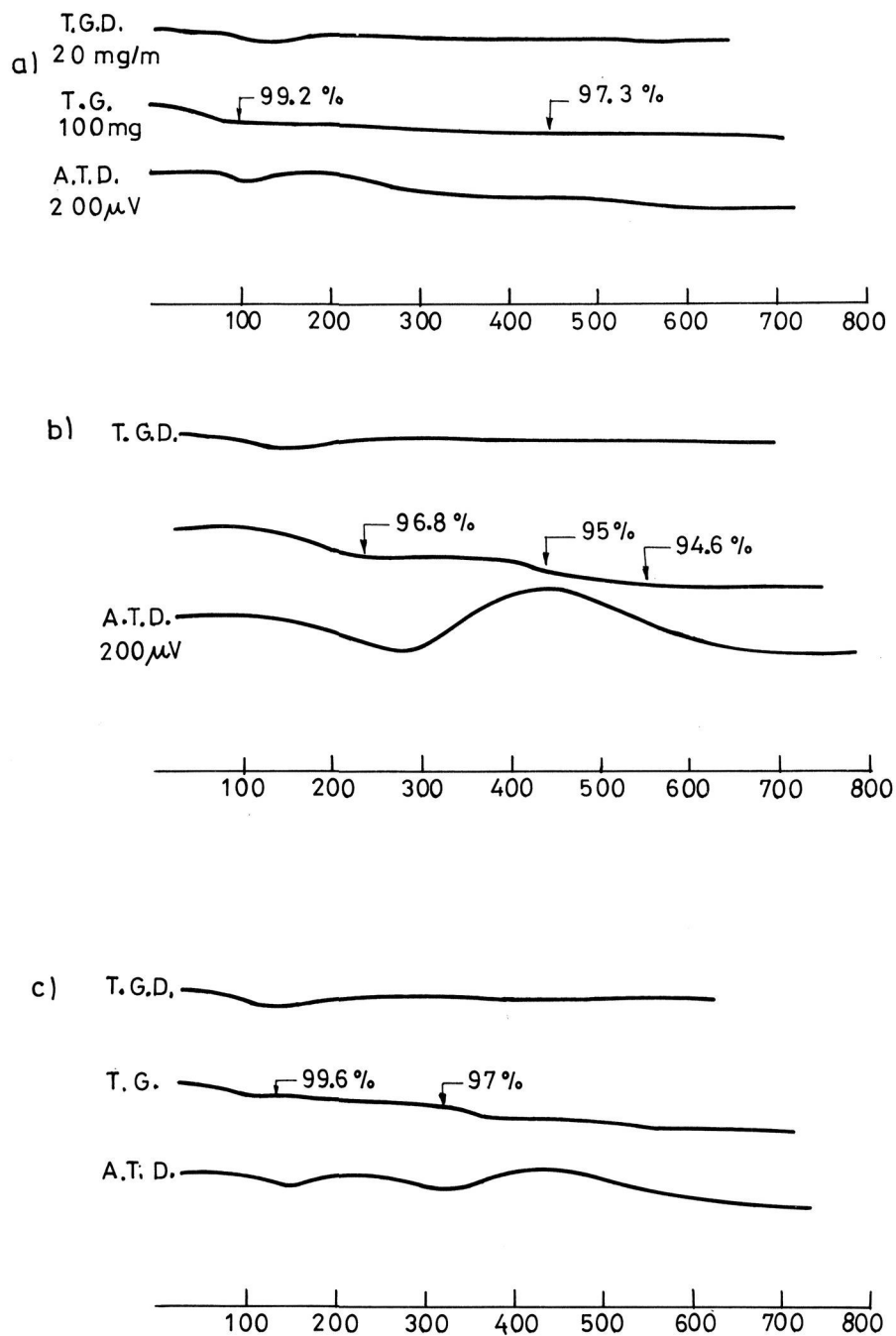


Figura 2. Curvas de análisis térmico diferencial. a) Muestra-1 (Nivel Base). Cerámica con temperatura de cocción superior a 500°C. b) Muestra-6 (Perfil C). Cerámica con temperatura de cocción inferior a 350°C. c) Muestra-8 (Perfil A). Cerámica con temperatura de cocción inferior a 350°C.

muestra MG presenta un ATD con endotérmicos débiles y mal definidos entre los 250-300°C, debidos probablemente a la pérdida del agua estructural de los minerales arcillosos de la matriz, con una pérdida de peso en TG del orden del 4.8% (Fig. 2). Asimismo se observa un efecto exotérmico mal definido con límites de temperatura amplios, entre 350 y 500°C, producto de la liberación de energía por la combustión de materia orgánica, ayudado por la presencia de nódulos de Fe, que va acompañado por una pérdida de peso del 5%. En el análisis DTG de este nivel no se observan pérdidas de peso significativas, por lo que podemos pensar que no se ha producido descomposición de minerales, sino cambios de fase.

Las cerámicas del perfil C, por lo tanto, no han debido superar los 250-300°C, pues aunque los efectos endotérmicos y exotérmicos observados no están bien definidos, su presencia es significativa, al igual que la pérdida de peso asociado en el TG.

El ATD de las muestras del perfil A (muestras M7 y M8) es similar a las del perfil C, presentando efectos endotérmicos por absorción de energía a 150°C debidos a la pérdida del agua de hidratación, con una pérdida de peso en TG del 1.4% (Fig. 2). Entre 200-300°C se observa otro endotérmico por la pérdida del agua estructural de los minerales de la arcilla con una pérdida de peso en Tg del 3%. Asimismo se ven efectos exotérmicos entre 300-400°C muy débiles y poco definidos causados por la materia orgánica y los nódulos de Fe, con una pérdida de peso del orden del 4%.

La cocción sufrida por las cerámicas de este grupo sería, por lo tanto, similar a la de las muestras del perfil C, es decir, no han superado probablemente los 250-300°C.

#### *Análisis al microscopio óptico*

Al estudiar las cerámicas mediante un microscopio petrográfico, se observa la textura típica de dichos materiales, formados por una matriz o pasta arcillosa en la que aparecen incluidos granos minerales de mayor tamaño, principalmente cuarzo, feldespatos y micas (desgrasante). En el estudio de las cerámicas procedentes de la Cueva de la Vaquera, se han descubierto diferencias importantes tanto en el tipo y cantidad de desgrasante utilizado como en la mineralogía del mismo.

Las muestras correspondientes al nivel base (M1, M2 y M5) tienen alrededor del 30% de desgrasante, principalmente cuarzo, feldespatos y micas del tipo biotita y moscovita. Como accesorios se pueden reconocer granos muy escasos de otros minerales como anfíbol y zircón (Tabla I). La muestra M1 presenta escasos granos de tamaño superior a 1 mm, lo que parece indicar un cierto cuidado a la hora de seleccionar el desgrasante. En las otras dos muestras se apreciaban ciertas diferencias en la mineralogía, con mejor proporción del feldespato cálcico (plagioclasa), y una proporción mayor de granos de cuarzo y moscovita de gran tamaño.

Las muestras del perfil C, si bien tienen una relación desgrasante/matriz similar a las anteriores, cercana al 30%, presentan un mayor contenido en desgrasante grueso, en ocasiones mayor de 2 mm., compuesto de cuarzo, plagioclasa y fragmentos de roca. Dentro de estos últimos, se podían distinguir granos con intercrecimientos mirmequíticos de cuarzo-feldespato, característico de rocas ígneas, y otros con texturas de recristalización de cuarzo, característico de cuarcitas, es decir, rocas metamórficas. Esta variedad de orígenes en el desgrasante utilizado hace pensar en una cierta complejidad a la hora de la selección de las materias primas utilizadas. De forma dispersa aparecen también granos de biotita y moscovita, estos últimos más escasos en estas cerámicas que en las demás del yacimiento.

Las muestras correspondientes al perfil A (M7 y M8), presentan grandes diferencias con respecto a las demás del yacimiento. La relación desgrasante/matriz es muy elevada, cercana al 50%, siendo los minerales principales el feldespato y la moscovita, esta última más abundante de lo que suele ser normal en cerámicas apareciendo incluso en granos de gran tamaño (> 1.5 mm.). El cuarzo, por su parte, no aparece como mineral principal, sino en una proporción mucho más baja de lo habitual.

Estas diferencias en los materiales utilizados en los distintos niveles, así como en las proporciones relativas de un mineral u otro, y en el diámetro medio del desgrasante utilizado, nos lleva a la conclusión de que tanto la tecnología cerámica como el origen de las materias primas utilizadas han sido muy diferentes para cada nivel, habiéndose además observado diferencias en la técnica de fabricación dentro de un mismo nivel, como ocurre con la muestra M1, que presenta rasgos de una mayor elaboración y un mayor cuidado en la selección de los materiales utilizados.

*Datación por termoluminiscencia*

En la datación absoluta por termoluminiscencia se ha utilizado la técnica del grano fino (ZIMMERMANN, 1971; ARRIBAS *et al.*, 1989), separándose la fracción mineral comprendida entre 2 y 100  $\mu\text{m}$  mediante suspensión en acetona. Para el cálculo de la dosis equivalente se utilizó el método de la dosis aditiva, con irradiaciones entre 3 y 12 minutos con una fuente  $\beta$  de  $\text{Sr}^{90}$  de 1.93 Gy/min de actividad. Para el cálculo del intervalo de temperatura óptimo en el cual medir la intensidad de TL se realizó el test del plateau (AITKEN, 1985), calculándose la corrección de supralinealidad según FLEMING (1975).

TL natural de más intensidad que los de la misma muestra posteriormente a la irradiación (Fig. 3c). Confróntense estos dos comportamientos con el crecimiento lineal de una muestra apta para datación (Fig. 3a).

La explicación de este comportamiento es relativamente clara al relacionarlo con los datos obtenidos en el análisis mineralógico y térmico. La presencia de minerales «saturados» en una cerámica es solamente explicable en función de una mala cocción, que no habría liberado la totalidad de los electrones de las trampas, y por lo tanto la intensidad de TL que nosotros observamos es la TL geológica. Para que una cocción blanquee suficientemente dicha TL geológica es necesario que supere al menos los 500°C durante un cier-

Tabla III. Resultados de la datación por TL del yacimiento Cueva de la Vaquera. (c.p.m.: cuentas por minuto en el contador  $\alpha$ ; factor k: factor de conversión de efectividad de la dosis  $\alpha$ ).

Muestra	ED + I (Gy)	c.p.m. cer.	% $\text{K}_2\text{O}$ cer.	factor k	c.p.m. ter.	% $\text{k}_2\text{O}$ ter.	Dosis anual (mGy/a)	Edad
M1	37.31 $\pm$ 1.60	0.676	3.90	0.22	0.560	1.96	7.43 $\pm$ 0.36	3032 $\pm$ 336 A.C.
M2	—	0.786	3.98	—	0.560	1.96	—	—
M3	—	0.670	4.72	—	0.455	1.32	—	—
M4	—	0.585	4.70	—	0.455	1.32	—	—
M5	—	0.568	4.50	—	0.560	1.96	—	—
M6	—	0.785	5.00	—	0.455	1.32	—	—
M7	—	1.134	4.73	—	0.654	2.78	—	—
M8	—	0.610	4.90	—	0.654	2.78	—	—

El cálculo de la dosis anual se realizó de manera indirecta, analizándose el potasio mediante espectrometría beta (BENÉITEZ *et al.*, 1989) y el uranio-thorio mediante un contador alfa de centelleo de ZnS. El contenido en agua de las cerámicas se fijó en el 75% del agua de saturación, habiéndose adoptado este valor en función de las características del yacimiento (una gruta kárstica con una humedad relativa del aire del 80%), y de las medidas del agua de saturación realizadas en el laboratorio.

Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla III, en la que puede observarse la falta de los valores de la dosis equivalente para todas las muestras, excepto la M1. Esto es debido a un comportamiento anómalo de las mismas en la respuesta a la dosis beta. En la Fig. 3 se representan los puntos de la curva de crecimiento de intensidad de TL frente a la dosis aplicada (growth-curve) para las muestras M1, M6 y M8. El comportamiento anómalo se puede agrupar en dos tipos: crecimiento casi nulo (Fig. 3b) frente a la dosis suministrada (saturación) y dispersión de los datos obtenidos, lo que conduce a que se obtengan valores de

tiempo. Esto no ha ocurrido con las muestras bajo estudio, salvo la M1, como ha podido observarse en ATD.

La dispersión de la respuesta es más difícilmente explicable. Las muestras que presentan este comportamiento no han sido tampoco bien cocidas, por lo que en realidad tenemos varios factores que influyen. Esta dishomogeneidad de la respuesta se debe, o bien a una dishomogeneidad mineralógica de la muestra, o a una falta de linearidad en la respuesta a la irradiación. La primera explicación no es del todo rechazable, pero las características de la preparación de la muestra por la técnica del fine-grain, que homogeiniza los granos minerales, la hacen poco creíble.

Los datos del análisis mineralógico para la muestra M8, la más representativa de este comportamiento, reflejan una relativa falta de cuarzo (buen dosímetro frente a la radiación), con una abundante presencia de otros minerales con un comportamiento no suficientemente claro frente a la dosis, como son el feldespato (que frecuentemente presenta fenómenos de decaimiento anómalo) y la moscovita (cuyo compor-

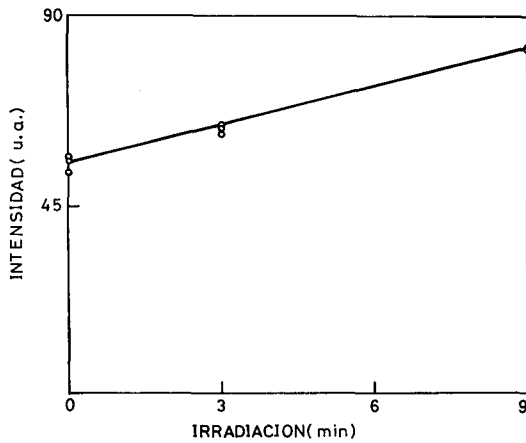


Fig.-3 a  
M1: 400-420°C

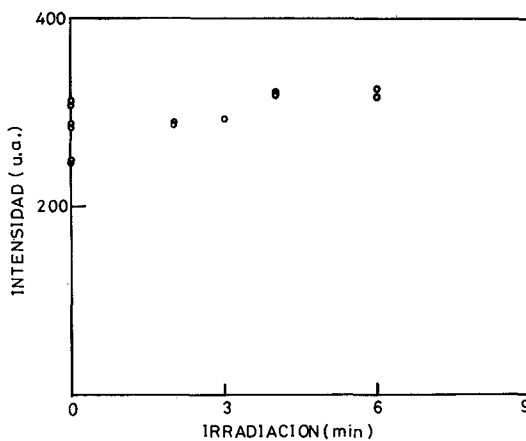


Fig.-3 b  
M6: 400-420°C

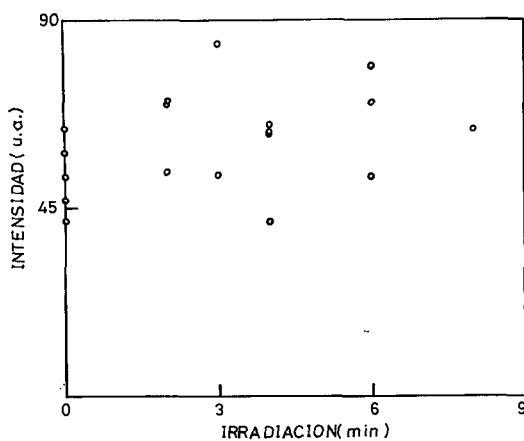


Fig.-3 c  
M8: 400-420°C

Figura 3. Crecimiento de la intensidad de termoluminiscencia con la irradiación. a) Muestra-1. b) Muestra-6. c) Muestra-8.

tamiento como dosímetro frente a la radiación no está aclarado). Se plantea, por tanto, la necesidad de un porcentaje mínimo de minerales dosimétricos, es decir de cuarzo y/o feldespato libre de fading, para que una cerámica pueda ser datada por TL.

#### Fecha y comentario arqueológico del resultado

Como ya se ha apuntado más arriba, sólo una de las ocho muestras sometidas al proceso de datación ha podido ser medida, debido a la baja temperatura de sus cocciones. En principio, se trata de un problema que es lógico que encontremos entre los primeros grupos ceramistas y que, a partir de ahora, habrá que asumir cuando pretendamos dataciones anteriores al segundo milenio. Por ello será necesario comprobar que círculos y en qué tipos de cerámicas es posible encontrar muestras válidas para este sistema de datación. A ello hay que sumar el problema añadido que han presentado las muestras procedentes del perfil A, en las que la escasa presencia de cuarzo las invalida también para la datación por TL, por lo que también este aspecto deberá ser tenido en cuenta para futuras mediciones.

Ciñéndonos a la fecha proporcionada por el fragmento decorado procedente del nivel de base: 3.032 a.C.  $\pm$  336, es necesario puntualizar dos aspectos, la fechación absoluta en sí misma, en relación al contexto cultural al que se asocia y su comparación con la fecha de C14 proporcionada por el propio yacimiento (3.700  $\pm$  80 a.C.).

Como antes comentábamos, la ausencia de otras dataciones absolutas para el Neolítico de la Meseta, nos impide correlacionar esta fecha con otros yacimientos de ambiente similar, sin embargo, algunas de las fechas comentadas, obtenidas sobre conjuntos megalíticos de la Meseta norte, nos llevan a momentos relativamente sincrónicos, lo que equivale a aceptar el inicio del megalitismo dentro de los compases finales del Neolítico meseteño, tal como ocurre en otros círculos culturales de la Europa occidental. No obstante, existe una dificultad importante a la hora de relacionar los ajuares funerarios megalíticos con los domésticos, ya que nos encontramos ante materiales de función y significado distinto, aunque parece lógico que algunas de las técnicas empleadas en la elaboración de determinados útiles, como los líticos, pudieran coincidir, circunstancia que no se da. Este hecho dificulta totalmente esta correlación cultural, pudiendo pensarse, como ya se apunta, en grupos de tradi-



ciones culturales diferentes, dándose la paradoja entonces de que no conocemos enterramientos correspondientes a los hábitats en cueva y que desconocemos, igualmente, los asentamientos de los constructores de megalitos. En el supuesto de que ambas manifestaciones pertenecieran a los mismos grupos, resulta evidente que sus ajuares no sólo responden a funciones diferentes, sino que se realizan con un criterio técnico también distinto, lo que no deja de ser chocante.

No menos problemas plantea la contrastación de esta fecha con la obtenida en el mismo yacimiento por C14, pues aunque no hay referencias claras de las condiciones y características de la muestra sobre la que se hizo la datación, se menciona su procedencia de un nivel neolítico, a 4 metros de profundidad. Ello hace pensar que nos encontremos también ante una fecha correspondiente a los niveles inferiores que, teóricamente, debería ser coincidente con la obtenida ahora.

Desde el punto de vista arqueológico, si ambas mediciones son correctas, no queda otra explicación que la de suponer que nos encontramos ante ocupaciones esporádicas del yacimiento que dejan restos muy exiguos permitiendo que asentamientos bastante distantes en el tiempo, tengan suelos de ocupación a niveles muy similares, sin embargo existe la objeción de que los materiales neolíticos obtenidos en la primera campaña, en la que se realizó la datación por C14 son muy similares a los que se han recuperado en los recientes trabajos. Otras explicaciones posibles habría que buscarlas en posibles mediciones erróneas en uno u otro proceso o, simplemente, en un hipotético desajuste entre ambos métodos, problemática que sólo futuras investigaciones podrán certificar o desmentir.

## Conclusiones

a) La diversidad de materiales utilizados y las distintas temperaturas alcanzadas en las cerámicas, hacen pensar que hay una diferenciación en la tecnología cerámica utilizada en cada caso. Esto supondría, por tanto, que diferentes usos se relacionan con diferentes técnicas, distintos materiales y temperaturas de cocción. El hecho de que la muestra M1 sea una cerámica decorada, al contrario de las demás que son pie-

zas destinadas al uso doméstico, corrobora esta afirmación.

b) Por lo que respecta a la datación por TL de muestras futuras de este yacimiento u otros similares, se hace necesario que para que dichas muestras sean factibles de datación por esta técnica, cumplan dos requisitos: una proporción suficientemente alta de cuarzo en la cerámica y una temperatura de cocción de al menos 500°C; aunque estas dos condiciones se cumplen de forma casi sistemática en las cerámicas arqueológicas de épocas más modernas, a la hora de datar yacimientos neolíticos es posible que nos encontremos con muestras que, como las estudiadas en este trabajo, no sean aptas para datación por no haber sido producidas con una tecnología cerámica lo suficientemente evolucionada.

c) La datación absoluta por TL del nivel base del yacimiento Cueva de la Vaquera da como resultado la siguiente fecha:  $3.032 \pm 336$  A.C.

## Bibliografía

- AITKEN, M.J. 1985. *Thermoluminescence Dating*. Academic Press.
- ARRIBAS, J.G., CALDERÓN, T., y BLASCO, C. 1969. «Datación absoluta por termoluminiscencia: un ejemplo de aplicación arqueológica». *Trabajos de Prehistoria* 46, pp. 231-246.
- BENÍTEZ, P., ARIBAS, J.G., CALDERÓN, T., y JIMÉNEZ BALLESTA, R. 1989. «Determinación del contenido de potasio en suelos por dosimetría beta». *Actas de la II Reunión del Cuaternario*. Septiembre 1989.
- JONES, R.E. 1987. *Greek and Cypriot pottery*. Ed. The British School Altheus.
- KEATTCH, I., DOLLIMORE. 1975. *An introduction to thermogravimetry*. Heyden London.
- POPE, M.I., JUDD, M.D. 1977. «Optical processes in semiconductors». Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs New Jersey.
- MCKENZIE, R.L. 1971. «Differential Thermal Analysis». (vol. I-II) Academic Press London-New York.
- MEJHDAL, V. 1980. «Further work on ceramic objects from Gløzel». *Archaeometry* 22, pp. 197-203.
- ZIMMERMAN, D.W. 1971. «Thermoluminescence dating using fine grains from pottery». *Archaeometry* 13, pp. 29-52.