

CISTAS DE LA EDAD DEL BRONCE: EL ANÁLISIS DE FOSFATOS COMO EVIDENCIA DE LA INHUMACIÓN

Victor Manuel-Valdés*

RESUMEN. - Se exponen los principios generales de la conservación de los huesos enterrados y de su relación con el fósforo contenido en los sedimentos, así como el problema de las cistas funerarias del Bronce Medio en el Suroeste peninsular, que presentan en general una sorprendente ausencia de restos óseos, atribuida a ritos funerarios especiales o al carácter ácido de los suelos de la zona. Varios análisis edafológicos y de fosfatos llevados a cabo en dos cistas de la necrópolis de La Travesía (Sevilla) demuestran que en su caso se llevó a cabo una inhumación real, distinguiéndose incluso parte del ritual funerario y la forma de deposición del cadáver.

ABSTRACT. - A summary is presented of the general principles of bone conservation in different soil conditions, the dynamics of the organic input and the phosphorous content in the soils, and the problem of the Middle Bronze Age burial cists in Southwestern Iberia, whose usual absence of bones has been attributed to special funerary rites or to the acid soil conditions in the area. Several edaphological and phosphate analysis in two cists of La Travesía cemetery (Sevilla) have demonstrated the very existence of human burial, and have even allowed a glimpse of the funerary ritual and the original position of the corpse.

PALABRAS CLAVE: Edad del Bronce, Ritual funerario, Cista funeraria, Análisis de huesos, Análisis de fosfatos, Edafología, Suroeste de la Península Ibérica.

KEY WORDS: Bronze Age, Funerary ritual, Burial cist, Bone analysis, Phosphate analysis, Edaphology, Iberian Southwest.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende explicar un caso en el que los suelos pueden ocultar la respuesta acerca de fenómenos que arqueológicamente no pueden ser observados, como ocurre con la inexistencia de restos óseos en las cistas funerarias del SO peninsular. Reiteradamente se recurre para explicar dicha inexistencia a la naturaleza ácida de los suelos, pero al mismo tiempo nos encontramos que en los mismos terrenos se puede dar lo contrario o sea alguna cista con restos óseos. Evidentemente esta aparente contradicción obliga al arqueólogo a buscar explicaciones sobre la función de las cistas y los rituales de enterramiento, que en muchos casos pueden ser arriesgadas, salvo que se utilicen técnicas no arqueológicas que describan los procesos edafológicos que afectan al lugar objeto de estudio. El alcance de la investigación utilizando técnicas físico-químicas en

coordinación con los arqueólogos tiene la ventaja de incrementar cuantitativa y cualitativamente la información que a partir de dichas técnicas es factible obtener.

1.1. Las cistas del Suroeste

En los últimos años la investigación sobre la Edad del Bronce en el Suroeste se ha acentuado, de una parte por un mayor control por parte de las administraciones autonómicas y por otra por el interés en los ámbitos de investigación universitaria y administrativa, a raíz de lo cual se han comenzado estudios que amplían la información preexistente con diferentes enfoques metodológicos como el conocimiento del medio ambiental o la localización de los espacios habitacionales hoy todavía desconocidos (Hurtado 1992).

Se debe destacar en el registro arqueológico

* Departamento de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid.

que los restos de necrópolis de cistas son la fuente de información casi exclusiva sobre este periodo; estas necrópolis se han localizado en todo el Suroeste Peninsular, y dentro de nuestras fronteras fundamentalmente en la provincia de Huelva, aunque existen algunos hallazgos en las zonas limítrofes como son Sevilla y Extremadura (por ejemplo: Fernández *et al.* 1976; Basabe y Bennasar 1982; Gil Mascarell *et al.* 1986).

Como decíamos más arriba, uno de los rasgos característicos que llama la atención sobre las excavaciones de las cistas del Suroeste es la no aparición de restos óseos en una inmensa mayoría de ellas. Este tipo de observaciones ha llevado a efectuar hipótesis sobre la funcionalidad de dichos enterramientos, atribuyéndoles en algún caso carácter de cenotafios (Amo 1974), al mismo tiempo que se atribuye a las características del suelo la posible causa de tal desaparición. Para mayor confusión en algunas cistas sí aparecen restos óseos aunque no la totalidad del esqueleto (Caldas de Mochique, Beas, La Ruiza, El Berrueco, La Parrita, etc.), a veces en buen estado, aunque raramente pues lo habitual es que estén muy deteriorados. Con la confrontación de estas realidades simultáneas en su cronología, se buscan también explicaciones centradas en el ritual, considerando entonces que podría tratarse de inhumaciones parciales o secundarias, y por lo tanto con descarnación previa. (Amo 1974; Fernández *et al.* 1976).

Este tipo de evidencias y planteamientos no es particular de la Península, pues en otros países europeos también se encuentran enterramientos sin restos óseos o muy descompuestos (por ejemplo: Christie 1960; Coles 1965; Rozoy 1986), justificando dicha inexistencia por la acidez del suelo y también como en el trabajo de Rozoy (1986), por una especial circunstancia en un terreno calcáreo. En otras ocasiones se encuentran enterramientos parciales (Piggott 1972), que requieren explicaciones fundamentadas en el ritual, siempre que se puedan descartar otras posibilidades como reutilizaciones, bioturbaciones, etc. No entraremos en la discusión sobre si los hallazgos de tesoros u objetos de valor desconectados de asentamientos o necrópolis que tan abundantes son (incluyendo el Noroeste Peninsular), pudieran considerarse como posibles enterramientos carentes de una estructura edilicia en piedra, en tierras de carácter ácido.

Las discusiones y los problemas que plantea la escasa aparición de enterramientos en relación a la población existente en Europa (Atkinson 1968; Ucko 1969) en diferentes periodos culturales, han provocado explicaciones que inciden directamente en la organización social y económica de estas poblaciones

y en los ritos funerarios que pudieron practicar (Bradley 1984).

1.2. La necrópolis de La Traviesa, Sevilla

Con objeto de dilucidar si en las cistas que no presentan huesos hubo inhumación o no, tomamos como punto de partida la necrópolis llamada **La Traviesa** que se localiza en la Sierra Norte de Sevilla, en el término municipal de Almadén de la Plata (Sevilla), al este del cerro del mismo nombre, a 550 m.s.n.m. en un entorno de pendientes suaves que no sobrepasan el 25% (figura 1).

Geológicamente (Mapa Geológico Nacional, nº 919, escala 1:50.000) se sitúa en la zona de Almadén de la Plata, constituida por materiales precámbricos, cámbrico-silúricos, y sedimentos devónicos. El cerro es consecuencia de los movimientos tectónicos producidos en diferentes estadios geológicos, que producen el encajamiento entre dos fallas muy próximas encerrando estratos de pizarras y cuarcitas. Como consecuencia de los plegamientos, la estratigrafía del cerro presenta cabalgamiento sobre los terrenos situados al Sur que son consecuencia de procesos erosivos y sedimentarios anteriores. Esta región es rica en minas de metales de cobre y plata que se explotaron desde antiguo como se puede deducir de su proximidad a la "ruta de la plata".

Climáticamente (Llamazares *et al.* 1989), el área que nos interesa se encuadra en un régimen pluviométrico que distribuye 800 mm de lluvias del modo siguiente: 200 mm en otoño y primavera, y 300 mm en invierno. Las temperaturas tienen una oscilación anual de 31,9°C, siendo la temperatura media de 14,9°C, con veranos calurosos e inviernos frescos, lo que se corresponde con un clima mediterráneo húmedo. Esta climatología y los suelos existentes permiten el desarrollo de especies arbóreas como los alcornoques, encinas y quejigos, y matorrales como jara, mirto, espliego, romero y aulaga.

La necrópolis, excavada en los años 1992 y 1993 bajo la dirección de L. García Sanjuán y M.A. Vargas Durán, con el apoyo material del proyecto de investigación "Análisis y definición de los procesos culturales en el SO peninsular durante el II milenio: la Ribera de Huelva" dirigido por el Dr. V. Hurtado Pérez del Dpto. de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla, ha proporcionado veintinueve cistas, lo cual la sitúa entre las necrópolis de mayor número junto con las de El Baccerrero (35 cistas) y El Castañuelo (34 cistas) (Amo 1974 y 1975) de Andalucía Occidental, correspondientes a la segunda mitad del segundo milenio a.C., pero además es en la que mayor número de cistas intactas se han encontra-

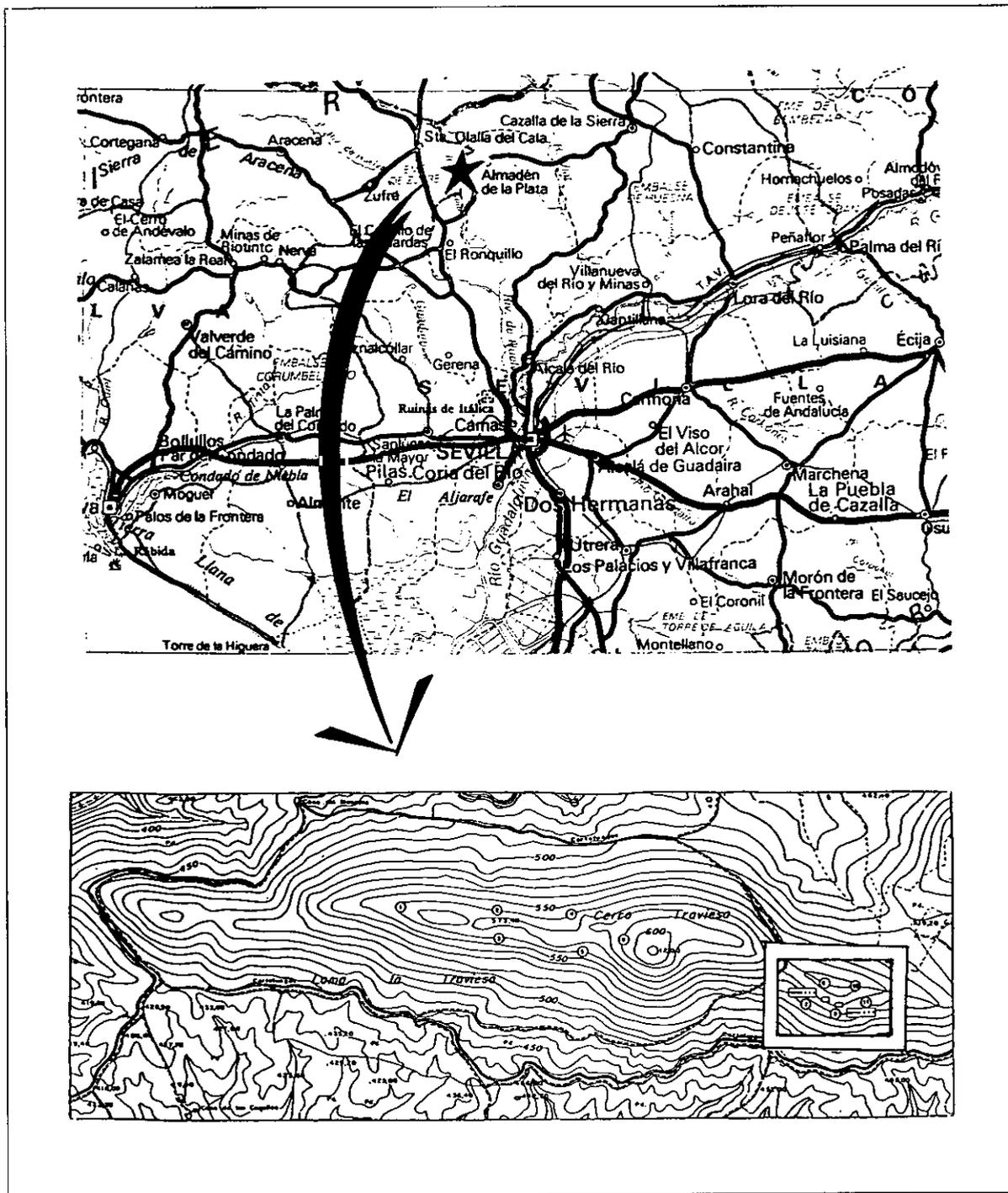


Figura 1.- Localización de la necrópolis de La Traviça, Sevilla.

do: independientemente de los destrozos que han producido las tensiones provocadas por movimientos del suelo o por la carga de las lajas de cubrición, la mitad estaba en un estado excelente. Desde este aspecto descriptivo es importante resaltar la cista 5, de dimensiones muy notables y de estructura tumular, solo comparable con enterramientos de Atalaia y

Provença en Portugal.

Los ajuares encontrados se componen de vasos con formas similares a los hallados en esta época en el SO: cuencos simples de formas curvas, exvasados, vasos de borde entrante, otros carenados, tronco-cónicos o de forma compuesta. La excepcionalidad estriba en una alabarda de bronce que se encontró en

la cista 5. Los paralelos tipológicos de estos elementos parecen confirmar la cronología del 1.500-1.100 a.C. (Bronce Pleno o Medio), y por lo tanto con paralelos en el Argar B o el Horizonte Atalía de H. Shubart (Caro 1988).

En cuanto a los datos que conocemos sobre el ritual de enterramiento se reducen a la posible orientación del cadáver en la cista 5, única en la que se encontraron restos óseos que aproximadamente suponen unos 90 gramos en total (comunicación verbal del osteólogo D. Juan M. Guijo), entre ellos algún fragmento del cráneo, y a la aparición de semillas carbonizadas que suponemos se encontrarían en uno de los dos vasos hallados en esta cista, que fueron aplastados por una de las lajas de cubrición (García y Vargas 1994).

Como decíamos más arriba, la inexistencia de restos óseos en las restantes cistas nos lleva a tratar de dilucidar si realmente la acidez del terreno es capaz de disolver los huesos sin dejar rastro, así como a confirmar la realización de inhumación. Por otra parte, la aparición de restos óseos en una cista tan próxima debe ser también explicada utilizando determinaciones analíticas adecuadas. Conseguir este objetivo de forma suficientemente clara podría ser indicativo de lo que de modo genérico acontecería en otras cistas del SO peninsular que se encuadran en terrenos de características semejantes.

La determinación analítica del fósforo como elemento residual procedente de los huesos será, por su elevada insolubilidad y persistencia a lo largo del tiempo, la base de nuestro trabajo.

2. EL FÓSFORO COMO MÉTODO ANALÍTICO EN LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA

La primera aplicación de la determinación del contenido en fósforo de los suelos como un indicador de la acción antrópica se debe a Arrhenius (1929), quién relacionó la escasa solubilidad de los compuestos del fósforo en el suelo con la aportación que el hombre y los animales hacen al mismo; como consecuencia la localización de las zonas que el hombre ha ocupado se facilita con la determinación de la concentración diferencial del fósforo respecto del entorno. A partir de este descubrimiento comenzará la aplicación y expansión de un nuevo método de prospección que puede ser, entre los que aporta la edafoquímica, el que da una información más precisa. Esta técnica se ha beneficiado de los estudios que muchos científicos vinculados al ámbito de la agronomía y la arqueología han desarrollado en estos úl-

timos años, tanto en los principios edafoquímicos que rigen el comportamiento del fósforo en los suelos, de enorme importancia en la agricultura, como en las aplicaciones a la arqueología.

2.1. Los huesos como fuente de fósforo en los suelos

El descubrimiento de huesos en un yacimiento arqueológico puede permitir la consecución de muy diversos datos respecto de la cronología del yacimiento y especialmente referidas a la propia naturaleza del individuo, su forma de vida, etc. (Cornwall 1968; Brothwell 1987; Price 1989). Sin embargo para nuestros objetivos lo fundamental es saber en qué circunstancias se conserva el hueso y qué tipo de transformaciones podemos esperar.

La composición química de los huesos consta de un 69% de materia inorgánica, 22% de orgánica y 9% de agua (Triffitt 1980). En la parte mineral o inorgánica el compuesto predominante es la Hidroxiapatita: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, en segundo lugar los carbonatos que pueden superar el 5% y el resto son elementos como cloro, flúor, sodio, magnesio, etc. que dependen en parte de la dieta del individuo (Pate y Hutton 1988; Newsely 1989).

De todos es conocida la preservación que a veces se observa de los esqueletos e incluso de cuerpos completos que se encuentran enterrados. Las circunstancias que resultan favorables para su conservación son muy variadas, tanto en ambientes muy secos (Egipto), muy fríos (Círculo Polar, Alpes), o anaeróbicos. En otras ocasiones, también es posible la descomposición de los huesos en un medio ácido y anaeróbico como son las turbas sin que se produzca la descomposición del resto de materia orgánica (Dinamarca, Polonia) (Cornwall 1968; Child 1995).

De lo comentado se desprende que la posibilidad de conservación de los huesos en los suelos es función de varios factores:

- *Temperatura.*
- *Humedad del medio.*
- *Características físicas de la matriz en la que se encuentra: tamaño de grano, volumen de los poros, solubilidad.*
- *Valor del pH de dicha matriz envolvente.*
- *Presión física que soporta.*
- *Microorganismos* (Pate y Hutton 1988; Newsely 1989; Child 1995).

Cuando un organismo muere se inician en él una serie de reacciones que difieren según las variables arriba enunciadas, siendo la descomposición

de la materia orgánica consecuencia de la bacteria *Clostridium histolyticum* (Rottländer 1976), que la transforma en aminoácidos, dióxido de carbono, amoníaco y agua. En los huesos esta transformación permite liberar los poros de materia y posteriormente producirse la penetración de sustancias desde el exterior disueltas en agua como el hierro o el calcio que modifican la composición química de la hidroxiapatita, especialmente por sustitución de calcio cuando el medio es calizo, y por lo tanto con pH básico o alcalino que se intercambia por el grupo hidróxido o el fosfato, a veces sin alterar la estructura cristalina de modo que esta sustitución da lugar a formas cristalinicas iguales o muy semejantes a la que inicialmente presentaba el hueso, pero con proporciones diferentes en la relación P:Ca, o rompiendo el hueso cuando se trata de suelos calizos. En otros casos puede producirse la adición de carbonatos, silicatos, aluminio, hierro y otros, según qué elemento se encuentre en el medio ambiente del hueso, por recristalización y sustitución hetero-ionica; de este modo tenemos muchos compuestos derivados como son: la vivianita (sustitución de calcio por hierro), krandalita (sustitución de calcio por aluminio), taranakita (sustitución de calcio por potasio y aluminio), dallita (inclusión de carbonato), etc. (Newesely 1989; Weiner *et al.* 1993; Child 1995). Estas sustituciones pueden conducir a la desmineralización del hueso, destruyéndose si la sustitución provoca tensiones en la estructura ósea o si la sales formadas son solubles, o en caso contrario conducir a su fosilización. En medio ácido se produce la sustitución de iones hidróxido y calcio por iones hidrógeno dando lugar a diferentes compuestos del fósforo, fundamentalmente ortofosfatos, que a su vez se unen a elementos del medio como el aluminio y el hierro (Lindsay 1979), dando lugar a la destrucción del hueso. (Ver Gordon y Buikstra 1981 para un estudio de la correlación que existe entre esta magnitud y la conservación de los huesos con perspectivas predictivas respecto a la posibilidad de encontrarlos en un yacimiento.)

Otra posibilidad de descomposición de los huesos proviene de la microflora del medio. La existencia de un tipo u otro de microorganismo está condicionada por el pH del suelo y por las condiciones anaeróbicas o aeróbicas del medio. Los microorganismos como hongos y bacterias penetran en los espacios naturales de los huesos para alimentarse de las proteínas, depositando aminoácidos y ácidos grasos provenientes de su metabolismo y desprendiendo dióxido de carbono de su respiración, que en combinación con agua produce ácido carbónico. Estos productos tienen capacidad para solubilizar a fosfatos de calcio como la hidroxiapatita y por lo tanto condu-

cen a la desmineralización del hueso (Mehta y Bhide 1970; Grupe y Piepenbrink 1989).

2.2. Dinámica del fósforo en los suelos

Este elemento químico aparece en la naturaleza como mineral apatito, fundamentalmente en las formaciones asociadas a rocas eruptivas, y en mayor cantidad como rocas sedimentarias fosfatadas originados por la acumulación de restos de esqueletos y de excrementos de animales vertebrados (Meléndez y Fuster 1980). Además de esta fuente geológica, los seres vivos cierran un ciclo con el suelo al necesitar de él para su desarrollo, y cuando mueren de nuevo vuelve al suelo, de ahí que el hombre al precisar para su supervivencia de otros seres vivos está utilizando el fósforo indirectamente y creando zonas con mayor concentración como consecuencia de la acumulación de residuos de vegetales, de huesos, etc., o por actividades agropecuarias que provocan concentraciones de ganado o fertilizaciones artificiales de los suelos. En el medio ambiente las condiciones son muy variables y la génesis de formas moleculares es todavía en gran medida desconocida, especialmente en lo que se refiere a compuestos orgánicos. Todos estos compuestos se forman a partir de la acción de animales y plantas por aportación al suelo de desechos y organismos muertos, en forma orgánica o mineral ricos en este elemento. A partir de estos restos la microfauna del suelo sintetiza otras formas de fósforo orgánico (Anderson 1980). Una parte pequeña de este fósforo se solubiliza en agua formando soluciones diluidas, y por lo tanto resulta disponible para el crecimiento de las plantas que al absorberlo por medio de las raíces cierran parte del ciclo; este fósforo soluble se encuentra en el suelo en equilibrio con el fósforo lábil, caracterizado por su débil unión a las formas cristalinicas y coloidales de otros compuestos del suelo.

El fósforo mineral que proviene de los seres vivos generalmente es disgregado por las condiciones del medio y al pasar al subsuelo se une a distintos compuestos o forma otros, dando lugar al llamado fósforo mineral secundario, como la variscita (aluminio unido al fósforo), estrengita (hierro unido al fósforo), o hidroxiapatita (calcio unido al fósforo) (Smeck 1985), que son las formas más abundantes. Estos compuestos tienen solubilidades diferentes en función del pH; cuando éste se encuentra en torno a la neutralidad los diferentes fosfatos tienen solubilidades muy semejantes dependiendo de factores como la presencia y actividad de los cationes de la fase sólida que puede estar constituida por gibsita, aluminosilicatos, oxi-hidróxidos de hierro, carbonato de calcio, calcio intercambiable, y posiblemente también

por la presencia de sales solubles (Hsu y Jackson 1960). Por lo tanto en este intervalo de pH los compuestos que podemos encontrar son combinaciones del fósforo con cualquiera de estos elementos, pero cuando el pH adquiere un valor más ácido (menor de 5), los compuestos que forma son con el hierro y el aluminio (estregita y variscita), típicos de suelos muy lavados como los de climas húmedos. Por encima del pH igual a ocho (básico), se forman compuestos con calcio (hidroxiapatita), forma más propia de los climas mediterráneos.

De cualquier modo el fósforo secundario mineralizado es muy poco soluble, por lo que la cantidad que pasa a la disolución del suelo es pequeña, y solo si en dicha disolución disminuye la concentración de estos minerales puede disolverse algo para restablecer el equilibrio; esto significa que si la disolución del suelo se empobrece en iones fosfato, algo de aquel fósforo primario o secundario puede pasar a dicha disolución, pero escasamente, por lo que generalmente el fósforo permanece insolubilizado. Los fosfatos también pueden quedar retenidos por enlaces químicos a la superficie de óxidos de aluminio o de hierro poco solubles, y tras la deposición de más óxidos sobre la misma superficie el fósforo queda ocluido, permaneciendo encapsulado por otros minerales (Eidt 1977), forma que es mucho más difícilmente solubilizable que las anteriores. Esta transformación completa desde el fósforo primario al ocluido requiere un periodo de tiempo que puede llegar a ser de cientos de años (Smeck 1985) y tal transformación ocurre generalmente de forma pausada y constante, lo cual permite su utilización como método de cronología relativa (Eidt 1977).

El fósforo orgánico tiene un ciclo de transformaciones más rápido. Una porción de éste es absorbido por las plantas para transformarlo en biomasa. Los microorganismos descomponen dicha biomasa dando lugar a materia orgánica y P orgánico, el cual en parte es mineralizado, por lo tanto forma compuestos solubles y también compuestos insolubles; los compuestos solubles pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas, cerrando de este modo el ciclo. Como vemos, el punto final de las transformaciones del fósforo en el suelo es la formación de fósforo ocluido y de fósforo orgánico estable (Smeck 1985).

También parte del fósforo soluble se pierde por lavado en el interior de los suelos, produciéndose desplazamientos en profundidad o laterales, y por lo tanto podemos encontrarnos con perfiles de eluviación y de iluviación. El movimiento del P, como el de cualquier otro elemento en disolución presente en los suelos, sigue la dirección del flujo del agua (Smeck y

Runge 1972). Este fenómeno es tanto más ostensible cuanto mayor sea la antigüedad del suelo objeto de estudio y aunque el tipo de suelo influye en la retención de los iones, es necesario tenerlo en cuenta cuando se estudia un perfil desde el punto de vista arqueológico porque puede llevarnos a conclusiones erróneas, por ejemplo, a considerar un nivel de ocupación en cierta cota cuando pudo estar en otra superior. En caso de que el suelo sea arenoso la ausencia de elementos como hierro y aluminio e incluso de calcio hace más difícil la reacción del fósforo con el suelo y por lo tanto el lavado del mismo será mayor (Bakkevig 1980). De todas formas la enorme insolubilidad del P frente a cualquier otro elemento hace que los citados desplazamientos sean relativamente pequeños, y por supuesto dependientes del tiempo transcurrido y la meteorología.

En conclusión y de forma resumida, vemos que la evolución de las diferentes formas del fósforo en los suelos a lo largo del tiempo continúa con las transformaciones antes indicadas, además de producirse una pequeña pérdida por lavado que no se detiene mientras existen las formas primarias y secundarias. Simultáneamente la proporción de formas ocluidas se incrementa a partir de las anteriores, de tal manera que según Walker y Syers (1976), en los suelos estudiados por ellos, son necesarios aproximadamente unos 22.000 años para que desaparezcan las formas primarias y secundarias. El fósforo orgánico pasa a formas también insolubles como decíamos más arriba, y por lo tanto un suelo lavado sin aportaciones exteriores de elementos que contengan fósforo, terminará por tener solo la forma ocluida y la forma orgánica insoluble.

3. ANÁLISIS DE LAS CISTAS DE LA TRAVIESA

3.1. Antecedentes y objetivos

En arqueología se han efectuado diversos trabajos de adecuación de las técnicas analíticas del fósforo a esta disciplina (por ejemplo: Murphy y Riley 1962; Schwarz 1967; Eidt 1973 y 1977; Hassan 1981; Guillerault y Bazile 1987), y de comparación de métodos (Bakkevig 1981; Moreno y Ruiz-Gálvez 1989), que proporcionan diferentes resultados y utilidades, de acuerdo con la metodología empleada.

En cuanto a los precedentes en la investigación de fósforo y otros elementos provenientes de inhumaciones en suelos ácidos, podemos comenzar por Solecki (1951), citado por Sjöberg (1976: 452), que analizó muestras de un túmulo en West Virginia, en

donde no se observaban restos óseos, y ante la elevada concentración de fósforo interpretó que este provenía de la existencia de algún enterramiento. Bakkevig (1980) cita a M. Nunez (1975), quién investigó algunas siluetas que aparecen con cierta frecuencia en el norte de Europa para averiguar si se correspondían con inhumaciones.

Keeley y otros (1977) realizaron el estudio del contenido en fósforo y otros elementos químicos en una silueta proporcionada por el enterramiento hace quinientos años de un sajón en Mucking (Essex), a 60 cm de profundidad. Las muestras fueron tomadas sobre la misma silueta en lo que fueron diferentes partes del organismo y en la tierra próxima al mismo, investigando qué elemento podía ser más significativo como indicador de la descomposición de los huesos, concluyendo que es el Manganeseo porque se da un enriquecimiento del mismo en la silueta, sin que se produzcan variaciones en los otros elementos investigados: fósforo y cobre.

Keeley (1979 y 1981) realizó la investigación de las concentraciones de fósforo en dos enterramientos de un cementerio sajón en Spong Hill (Norfolk) en los cuales no existían restos óseos. En el trabajo se tomaron muestras a lo largo de un perfil central y a diferentes profundidades, y los resultados confirmaron una elevada concentración de fósforo en uno de los enterramientos, aunque no encontró correspondencia con el nivel de deposición esperado. En el segundo caso los resultados no fueron satisfactorios por problemas analíticos y de muestreo.

En nuestro caso, aparte de intentar demostrar si ciertamente se utilizaron estas cistas como enterramientos, eligiendo un procedimiento analítico adecuado podemos alcanzar otras respuestas de interés; situar el nivel de deposición del inhumado; conocer si se trata de una inhumación parcial o simple, dando respuesta a las sugerencias de Amo (1974); definir la orientación del esqueleto para conocer las costumbres rituales; estimar la correlación cronológica de ambos enterramientos, como comprobación de la teoría antes citada de Eidt (1977); y determinar la diagénesis que pueda explicar la descomposición de los huesos.

3.2. Elección de las cistas y muestreo

Para efectuar nuestro estudio se han elegido las cistas número 5 y 20, la primera por su porte jerárquico y la segunda por su similitud con cualquiera de las demás. La suerte nos ha proporcionado la sorpresa de que en la 5 se encontraran algunos restos óseos, por lo que el estudio añadió la posibilidad de explicar como en dos puntos a solo quince metros de

distancia puede darse una conservación diferente.

Para lograr los objetivos mencionados más arriba se requiere de un número de muestras que represente la variabilidad espacial: por una parte la casi totalidad de la superficie del interior de las cistas y por otra que estratifiquen el volumen de las mismas en horizontes paralelos adecuados a las demandas de la investigación. Debido a las grandes dimensiones que deparó la cista 5 (320 x 120 cm) y a la capacidad física y económica de que disponíamos, se establecieron unas dimensiones de tamaño de malla y situación que consideramos de acuerdo con nuestros objetivos. Para hacer una estimación de las dimensiones del esqueleto de un individuo de talla media inhumado en posición fetal, que es la posición que se ha observado cuando se han encontrado restos óseos en las cistas del SO peninsular, comparamos sus dimensiones con las de un individuo de talla media. Dichas dimensiones son variables no solo por el tamaño del individuo sino por las variaciones que en longitud pueden producirse según se deposite el cadáver y por las características del lugar en que se construya la cista: relieve del terreno, dureza del suelo y disponibilidad de materiales constructivos. Observamos que el tamaño medio de las cistas del suroeste peninsular es de 115 x 67 cm (García y Vargas 1993), existiendo una gran variabilidad, con grandes cistas como la número 5 y otras de dimensiones muy reducidas como la número 6, de 95 x 54 cm, ambas en La Travesía. Nuestras determinaciones con un individuo de 165 cm de altura en posición fetal proporcionan una longitud máxima de 90 cm y una anchura también máxima de 60 cm, lo cual no significa que estas dimensiones máximas se den simultáneamente, pero que se adecuan bien a las dimensiones de las cistas en general. En función de estas estimaciones el muestreo se establece del siguiente modo: para la cista número 5 se ha centrado una malla rectangular con unas dimensiones de 120 x 80 cm dividida en celdas de cuarenta por veinte centímetros (Figura 2).

Aunque la malla no cubre la totalidad de la superficie de la cista, creemos que de acuerdo con las dimensiones discutidas en el párrafo anterior puede garantizarse en gran medida la consecución de los objetivos previstos, ya que aumentar el número de muestras nos resultó inviable por los motivos anteriormente esbozados, y aumentar la longitud de la malla sin modificar el número de muestras con objeto de cubrir la totalidad de la superficie redundaría en la obtención de datos probablemente desconectados para el establecimiento de la posición y la orientación de la inhumación. Esta malla se repitió estratigráficamente en cinco horizontes artificiales de diez centímetros de altura, con un total de cien muestras

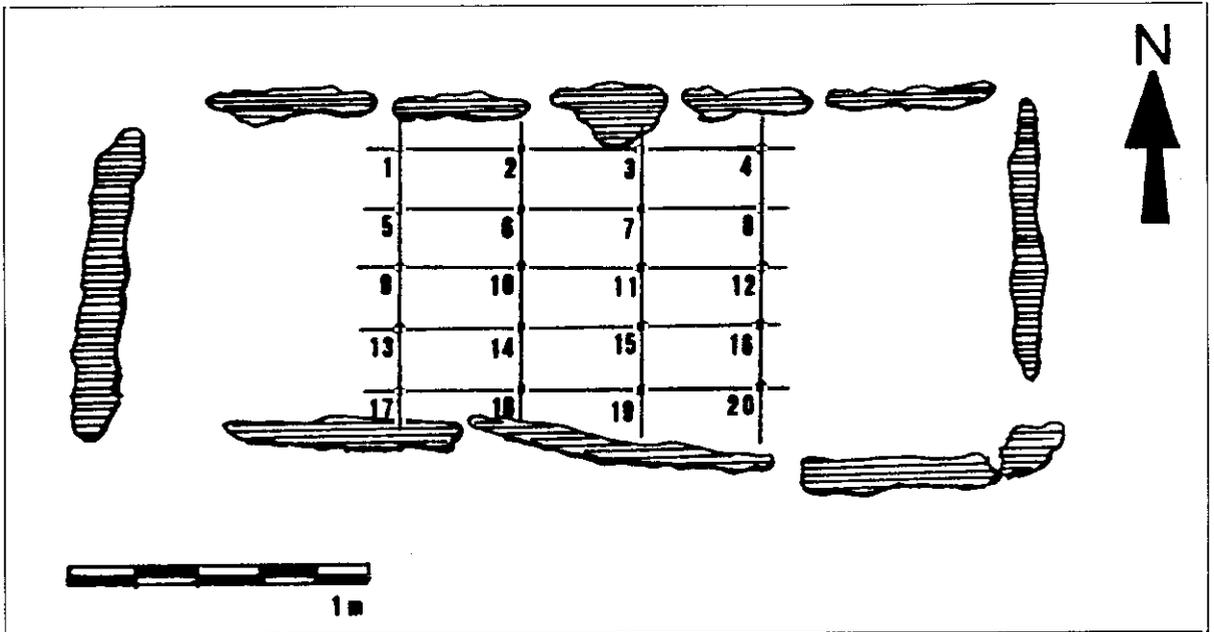


Figura 2.- Croquis del muestreo de la cista 5.

recogidas en esta cista.

Indudablemente la inclusión de fragmentos óseos en las muestras puede desfigurar los resultados analíticos dando concentraciones excesivas, por lo que durante el tamizado se tuvo cuidado de que no se incorporasen dichos fragmentos, aunque cabe la posibilidad de que algunos microfragmentos pudieran contaminar alguna muestra.

Para la número 20, cuyas dimensiones interiores son de 80 x 70 cm, establecimos una malla con unas dimensiones de 60 x 50 cm, en dirección perpendicular a la cara más larga, dividida en celdas de veinte por veinticinco centímetros (Figura 3). La estratigrafía repite la malla superficial en cinco hori-

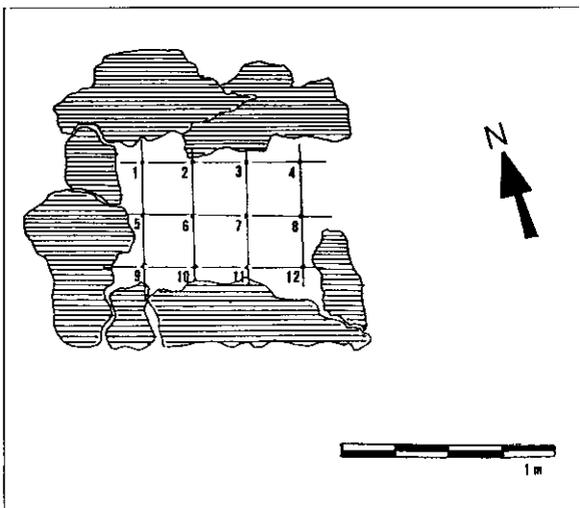


Figura 3.- Croquis del muestreo de la cista 20.

zontes artificiales por cada diez centímetros de profundidad. Esto proporciona un número de muestras a analizar igual a sesenta. En todos los casos la masa de las muestras recogidas fue de unos 300 gramos.

Con objeto de conocer los valores de las mismas variables edafológicas que proporcionan las muestras de las cistas, se tomaron 5 muestras del suelo del entorno con estratigrafía de diez centímetros en la proximidad de ambas cistas. En este caso las muestras tienen una masa de un kilogramo aproximadamente.

3.3. Técnica analítica empleada

Las muestras fueron secadas al aire y posteriormente tamizadas para separar la fracción de tierra menor de dos milímetros, determinándose la masa de las dos fracciones obtenidas.

Con la fracción fina o tierra se procedió a efectuar las determinaciones analíticas siguientes:

3.3.1. Valor del pH en agua y en KCl 1N, en suspensión en proporción 1:2,5, medidos a las veinticuatro horas potenciométricamente.

3.3.2. Conductividad eléctrica de las suspensiones anteriores.

3.3.3. Textura por el método del densímetro (Bouyoucos), referida a las normas de la I.S.S.S.

3.3.4. Materia orgánica, por el procedimiento de Walkley-Black.

3.3.5. Fraccionamiento del fósforo inorgánico, por medio del cual se pueden conocer la concentra-

ciones de las formas de fósforo más importantes que existen en nuestras muestras: fósforo unido a aluminio y hierro (P-Al, P-Fe), fósforo ocluido y fósforo unido a calcio (P-Ca). Este método proporciona un resultado equivalente al contenido total de fósforo inorgánico. Aunque debe existir una cierta cantidad de fósforo en forma orgánica, para nuestros propósitos es suficiente con el conocimiento de la forma inorgánica. Con todo, en la materia orgánica se contiene el fósforo orgánico del individuo inhumado y el de origen natural, y podría ser interesante su determinación por cuanto quizás sirviera para saber si hubo descarnación previa a la inhumación, y si todo este fósforo ha sido mineralizado por acción biológica.

El método analítico elegido para este fraccionamiento del fósforo es el que se recoge en *Methods of Soil Analysis* (1982), descrito por Olsen y Sommers, (pp. 403-430), muy semejante al que describe Eidt (1977). Este método de extracción por fraccionamiento implica los siguientes pasos:

1º.- Tamizado con tamiz de 1 mm y pesada de 1,00 gramo.

2º.- Extracción de los compuestos de fósforo unidos al aluminio y al hierro, con cloruro de sodio: NaCl 1M y hidróxido de sodio: NaOH 0,1N.

3º.- Extracción con citrato de sodio dihidrato 0,3M: $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y bicarbonato de sodio 1M: NaHCO_3 , de los compuestos del fósforo que hayan podido quedar formando carbonatos en la extracción anterior.

4º.- Extracción de los compuestos ocluidos, con citrato de sodio dihidrato 0,3M: $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mas ditionito de sodio dihidrato: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

5º.- Extracción de los compuestos de fósforo unidos al calcio con HCl 1N.

Después de las sucesivas extracciones de las diferentes formas de fósforo, se determinan las concentraciones respectivas colorimétricamente por reducción del complejo de fosfomolibdato con ácido ascórbico de acuerdo con las recomendaciones efectuadas por Olsen y Sommers (1982).

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Valores del pH

Se determinó el pH de 54 muestras procedentes de ambas cistas y del suelo no alterado, de los cuales se han presentado en la tabla 1 los valores medios como muestra representativa, sin que existan desviaciones sustanciales entre los correspondientes a cada cista. Destaca la diferencia que existe entre las

tres áreas analizadas: los sedimentos de la cista 5 presentan el valor de pH más elevado, en segundo lugar los de la cista 20 y por último las del suelo no alterado. Esto pone en evidencia algunos aspectos importantes:

4.1.1. El valor del pH demuestra la enorme acidez del suelo del entorno (sin casi superar el valor 4), lo que indica la muy probable presencia de iones aluminio. El pH de la cista 20 no llega en ningún caso a 6, también ácido, por lo que se encuentra como el anterior muy desaturado de bases y es una buena circunstancia para que precipite o se insolubilice el fósforo. (Lindsay 1979). En la cista 5 el valor de pH oscila de ligeramente ácido a neutro e incluso algo básico, lo cual implica la solubilidad de las sales como el fosfato, y en consecuencia se encuentra más saturado en sales.

4.1.2. Que el valor de pH sea mayor en los sedimentos de las cistas que en el suelo no alterado es consecuencia directa de la aportación de materia orgánica e inorgánica procedente del individuo y quizás de las aportaciones debidas al ritual de enterramiento. La oxidación de la materia orgánica e inorgánica llega hasta la formación de sales de solubilidad variable, que incrementan la saturación del complejo de cambio y como consecuencia aumentan el pH del sedimento.

4.1.3. La diferencia de pH observado entre las dos cistas es suficiente para justificar el hallazgo de restos óseos en la número 5. En la investigación que Greenlee y Dunnell (1992) realizaron sobre los procesos postdeposicionales en torno a restos óseos, encontraron una situación semejante en la que el aumento del pH respecto del entorno es consecuencia de un enterramiento y de su ajuar.

4.1.4. La disminución del valor del pH en disolución de KCl 1N, nos confirma el efecto de la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo para la cista 20 debido al desplazamiento que realiza el catión K^+ de otros cationes ácidos como el H^+ . También indica que en los suelos de la cista 5 existe un gran cantidad de cationes intercambiables a pesar de la proximidad del pH a la neutralidad.

4.2. Conductividad eléctrica

Los valores de la C.E. se recogen en la tabla 2 y son en conjunto muy bajos, pero demuestran la mayor cantidad de elementos solubles en la cista 5 respecto del suelo natural o la cista 20, en consonancia con lo comentado para los datos de pH. En conjunto los datos son poco significativos por su escasa cuantía.

4.3. Textura

Los análisis mecánicos granulométricos proporcionan los datos que se recogen en la tabla 4. La textura, de acuerdo con la clasificación internacional (I.S.S.S.), es Arcillosa-Gruesa para los sedimentos de la cista 20 y para los diferentes horizontes del suelo natural, pero en los sedimentos de la cista 5 es en casi todos los niveles Arcillosa-Fina, disminuyendo la proporción de arcilla en el cuarto nivel con lo que su textura pasa a ser Arcillosa-Gruesa. A su vez los datos de elementos gruesos para la cista 20 en ese mismo nivel se incrementan respecto a los demás, lo que debe ser relacionado con el nivel de deposición del inhumado y la secuencia de sedimentación en el lugar.

Por otra parte la textura arcillosa implica una buena retención de agua y una infiltración menor que otras calidades de sedimentos o suelos. La retención está también relacionada de modo secundario con la densidad del suelo, que más adelante veremos que es muy elevada y que como consecuencia la porosidad del mismo es escasa y por lo tanto la retención de agua debe ser muy alta; en otras palabras los sedimentos actúan como una capa impermeable que dará lugar a encharcamientos cuando se produzcan precipitaciones.

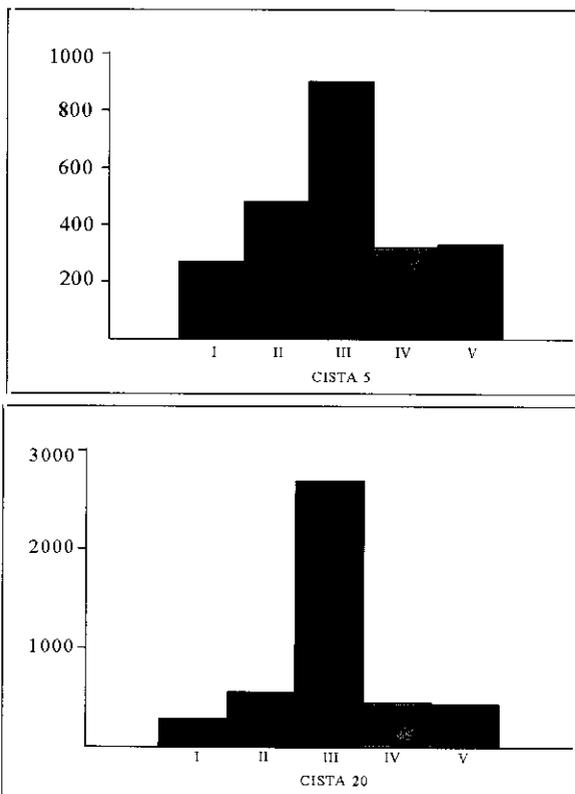


Figura 4.- Concentraciones de P (ppm), por niveles.

4.4. Materia orgánica

A este respecto contamos con el dato de que en la cista 5 las tierras entre los niveles II y III presentaban una coloración oscura que junto con las semillas carbonizadas dan la impresión de una posible combustión por fuego de materia vegetal sobre la superficie de deposición del cuerpo. En la cista 20 también se han encontrado restos de semillas o pequeñas motas de carbón, pero sin que las tierras tuvieran el color oscuro de la cista 5.

Cuantitativamente los contenidos en materia orgánica son muy bajos en el suelo natural (tabla 3), mientras que en las cistas el contenido oscila entre valores muy bajos y relativamente bajos, siendo mayores los de la cista 5. El valor del pH es limitante en cuanto a la presencia de microorganismos que produzcan la humificación de la materia orgánica y por lo tanto es mayor la relación C/N. Al mismo tiempo es muy probable que desde el momento de la construcción de las cistas el medio interno pasara por etapas de inundación que impidieran a su vez la existencia de bacterias aerobias y de otros organismos que necesitan del oxígeno para sobrevivir, pero no la de los anaeróbicos (Child 1995). La descomposición de la materia orgánica es lenta cuando falta oxígeno o cuando las condiciones son muy ácidas (Stein 1992), y ambas situaciones se producen en nuestro caso, de ahí que encontremos semillas y materia orgánica humificada.

4.5. Fraccionamiento del fósforo

Este análisis proporciona los datos que fundamentalmente buscamos. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas 5 a 7. Los trabajos de laboratorio se llevaron a cabo haciendo en primer lugar una tanda de análisis que informan de qué niveles son los que contienen mayor concentración de fósforo. El resultado sirve para la puesta a punto del proceso analítico, conocer la fiabilidad del procedimiento y especialmente identificar los niveles de máxima concentración de fósforo y por lo tanto su correspondencia con el nivel de deposición del cadáver, y para limitar el número de muestras a analizar efectuando solo los necesarios para alcanzar nuestros fines. Para ello se seleccionaron algunas muestras que completaban todos los niveles de ambas cistas en el área de estudio. Los resultados se representan en la Figura 4.

A la vista de los mismos se puede observar en principio que el nivel III es en ambas cistas el correspondiente con el nivel de deposición. También se confirma lo estimado a partir del valor del pH, pues

en la cista 5 se observa que existe un lavado en profundidad del P, mientras que en la cista 20 no parece observarse lavado alguno, como en principio se puede prever de acuerdo con el valor del pH, y sí una fuerte concentración en el nivel tercero.

A partir de estos datos iniciales centramos los análisis en los niveles III, IV y V de la cista 5, y en el III de la cista 20.

4.5.1. Cista 5: La valoración de los datos obtenidos se hace en conjunto en función de las concentraciones encontradas para las distintas fracciones y el total de cada muestra, determinando después el valor medio por nivel.

En primer lugar resalta la dispersión de los valores hallados en cualquiera de las fracciones en relación a la superficie, lo cual responde a la realidad pues las concentraciones de P deben corresponderse con el lugar de deposición del inhumado y de las ofrendas en caso de que estas fueran una fuente importante de fósforo, además las distintas partes del esqueleto también aportan una concentración diferente de acuerdo con la masa ósea respectiva.

En segundo lugar la concentración de la fracción P-Ca es en todos los casos la mayor, e indudablemente esto responde de una parte a la aportación de hidroxiapatita que todavía no está descompuesta en su totalidad y que en tamaños que alcanzan hasta milésimas de milímetro se encuentra en los sedimentos probablemente en forma dispersa, destacando en este sentido la muestra 6 del tercer nivel, y la 15 del cuarto.

Por otra parte el valor de pH es favorable para la disolución de los fosfatos de aluminio y hierro mientras que el de calcio se encuentra en un margen de pH favorable para la precipitación o en otras palabras, es menos soluble (Lindsay 1979). En este caso debemos considerar una situación adicional ya comentada más arriba y que pudimos comprobar personalmente: las cistas tienen una fuerte estanqueidad por escaso drenaje y a consecuencia de ello las aguas deben mantenerse durante bastante tiempo, dándose entonces condiciones anaeróbicas y por lo tanto reductoras que afectan al hierro en su estado de oxidación que pasa de +III a +II, y esto a su vez influye en el tipo de compuesto del fósforo que se puede formar. Según Lindsay (1979), cuando un suelo se inunda aumenta la solubilidad de los fosfatos de Al y Fe debido a la tendencia que se produce hacia pH más neutros que los inicialmente característicos del suelo, dando lugar a vivianita $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ (molécula en la que el Fe tiene estado de oxidación +II), forma insoluble y por lo tanto una de las que debe adoptar inicialmente el fósforo procedente de los huesos, mien-

tras que el aluminio formará variscita, $AlPO_4 \cdot 2H_2O$. Como decíamos más arriba, en esta cista se ha producido un cambio en el valor del pH por aportación de sales, a consecuencia de lo cual este pH ha aumentado con el paso del tiempo y las formas de fósforo que teóricamente debían ser las predominantes, esto es las de P-Al y P-Fe, disminuyen en favor de la forma P-Ca, fundamentalmente como hidroxiapatita, que es el compuesto más insoluble en este rango de pH, aunque puede constituir otros compuestos con proporciones diferentes de calcio y agua dependiendo de si las condiciones son reductoras como ocurría con el hierro y el aluminio.

Como conclusión nos encontramos con un medio que mantiene un equilibrio muy dinámico en el que diferentes compuestos de fósforo se alternan como consecuencia de las cambiantes condiciones de estancamiento/sequedad, lo cual conducirá a una movilidad del fósforo que no solo conduce a su lavado hacia niveles inferiores sino que se darán translocaciones laterales y movimientos ascendentes por capilaridad y difusión.

Cuantitativamente observamos que las proporciones de las tres fracciones expresadas en tanto por ciento de los niveles III y IV (ver tabla 5), son bastante similares. Destaca en el nivel tercero un porcentaje algo mayor de la fracción IV (P-Ca), que se corresponde con la mayor concentración de partículas de hidroxiapatita y de compuestos del fósforo que se unen con el calcio. En el nivel V (tabla 5), sin embargo, se observa cómo la fracción IV ha reducido su valor de acuerdo con lo que era de esperar, se trata de un horizonte donde el fósforo proviene del lavado y por lo tanto la fracción más soluble para este pH es la del Fe-P y Al-P, que están presentes en un porcentaje más elevado. También destaca el valor del porcentaje de fósforo ocluido.

Los valores de las concentraciones totales de fósforo se representan gráficamente por medio de mapas de isolíneas (utilizando el programa informático Golden), con objeto de tener una visión espacial de la distribución de este elemento en cada nivel (Figura 5). Estas figuras se han modificado en dos puntos: en el nivel III, el punto 6 (2.709 ppm) que como decíamos más arriba presenta un valor muy alto y desfigura en altura el mapa. Dado que nuestro interés radica en la distribución superficial hemos reducido en el mapa este pico a un valor de 2.000 con lo que no pierde su relevancia y se logra nuestro objetivo. De igual modo hemos procedido con el punto 15 (1.560 ppm) del nivel IV, reduciéndolo a 1.000. Del análisis de estos mapas se advierte lo que expresamos a continuación.

En el nivel III la distribución del fósforo cu-

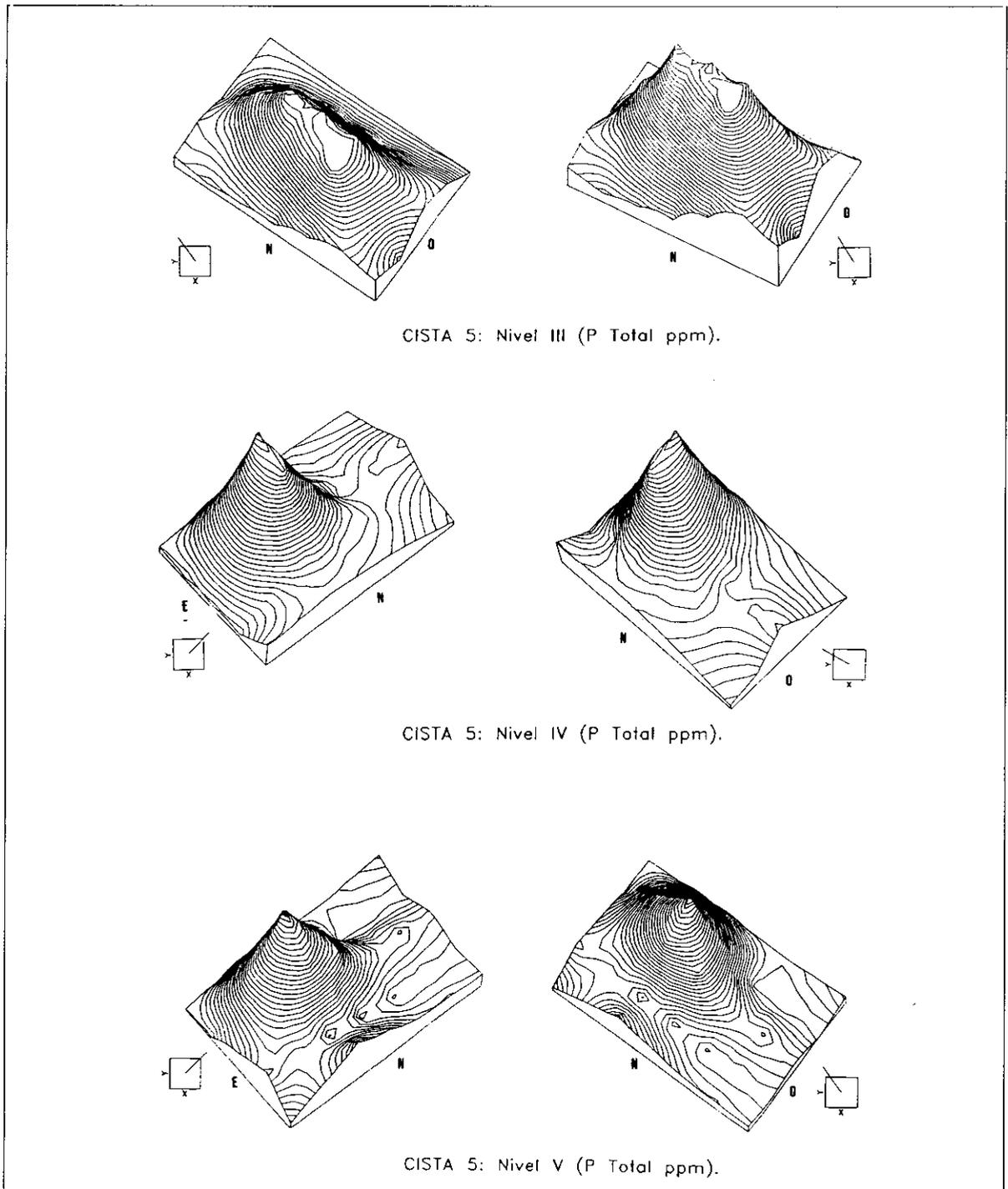


Figura 5.- Cista 5: Niveles III, IV y V (P total ppm).

bre casi la totalidad del área estudiada mostrando la mayor concentración en la mitad Norte y prolongándose hacia el este y el oeste, por lo que podría inferirse una orientación del cadáver de este a oeste. Considerando que las proporciones de P deben ser proporcionales a la masa ósea, existen dos zonas que destacan especialmente, cualquiera de las cuales po-

dría corresponder a la cabeza. Para tener certeza sobre su posición sería necesario haber efectuado un muestreo más intenso. La deposición del vaso cerámico que se observa en la figura 6 se muestra coherente con la posible zona de deposición del cuerpo.

En el nivel IV las concentraciones son bastante reducidas y la figura nos muestra los puntos

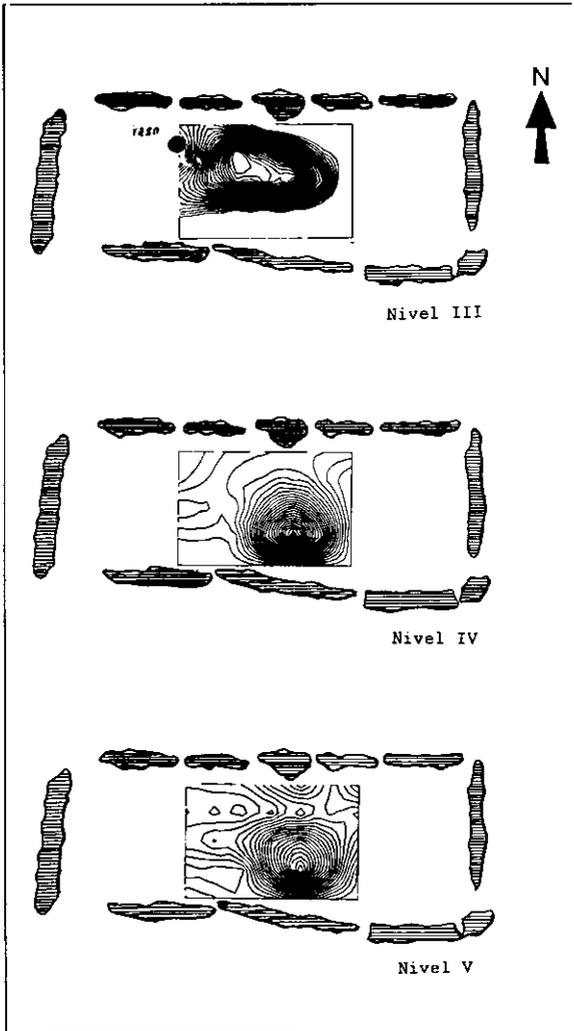


Figura 6.- Cista 5: Distribución superficial por niveles de la concentración P.

más destacables situados en el tercio Este del área estudiada, norte y oeste. Esta distribución desplaza algo la posición del cuerpo hacia la mitad este de la cista. La misma conclusión podemos hacer a la vista del mapa del nivel V (Figuras 5 y 6).

4.5.2. Cista 20: En esta cista solo se ha analizado un nivel, el III, debido a la evidente mayor concentración que presenta en el análisis inicial comentado más arriba y que mostró claramente la localización del nivel de deposición.

En este caso los valores analíticos que se muestran en la tabla 6, son concordantes con lo esperado a raíz del valor de pH obtenido. La forma más insoluble de fósforo es la que une el hierro y el aluminio con este elemento en forma de strengita y variscita respectivamente, lo cual está en perfecta correspondencia con los resultados que muestran más de un 60% para los mismos, mientras que la unión

con el calcio está más reducida. En esta cista no aparecieron restos óseos visibles y la posibilidad de que existan partículas de hidroxiapatita es por lo tanto menor que en la cista 5. Por otra parte nos encontramos de nuevo con los fenómenos debidos a la estancamiento, dándose condiciones anaeróbicas y por lo tanto reductoras que movilizan al hierro aumentando su solubilidad.

Otra diferencia que se advierte en los sedimentos de esta cista es la presencia de magnetita (Fe_2O_3) que es producto de la precipitación del hierro en medios reductores. En dicho proceso de transformación se produce cierta solubilización del fósforo que inicialmente está unido al hierro formando vivianita o strengita, o compuestos amorfos del hierro (Lindsay y Moreno 1960), extraíbles con el método aplicado. Evidentemente cuando las condiciones reductoras desaparecen se seca el suelo y el oxígeno que penetra a través de los poros transforma las condiciones en oxidantes con lo que el proceso se invierte y el fósforo precipita de nuevo como vivianita, strengita, compuestos amorfos del hierro, o hidroxiapatita si se combina con calcio (Lindsay 1979). Por lo tanto es muy posible que aunque no haya sido detectado por nosotros, en esta cista de nuevo se haya producido algo de lavado del fósforo, con lo que la cantidad total detectada puede que no se corresponda con la total de un esqueleto.

La representación del mapa de isolíneas para el nivel analizado (Figura 7) muestra una topografía amesetada, desplazada hacia el noreste de la cista con algunos niveles algo más pronunciados en el

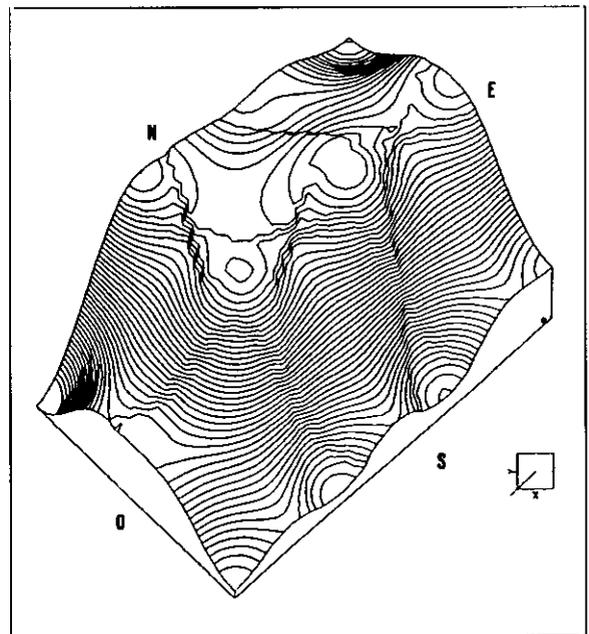


Figura 7.- Cista 20: Nivel III (P Total).

centro de la misma, y niveles muy bajos al sur y al oeste. Por lo tanto existe una localización del espacio de deposición y una orientación también evidente este-oeste. En el mapa se observa también que existe una clara continuidad de los niveles elevados de P hacia el este, y si tenemos en cuenta que desde los puntos de muestreo más orientales hasta la cara interna más próxima de la cista no hay más de veinte centímetros, no es de esperar que se puedan producir modificaciones sustanciales en los valores determinados. Del mismo modo se puede ver que hacia el norte quedan unos quince centímetros y que existe una tendencia a disminuir la concentración de P, excepto en el punto 2. A la vista de esta distribución seleccionamos los valores máximos y hacemos el correspondiente mapa de isóneas (Figura 8) sobre el que se puede hipotetizar sobre la disposición del cadáver. La cabeza debe situarse al este por ser un punto de alta concentración y bastante aislado. Más al oeste tenemos los puntos 2 y 6 que se corresponden de nuevo con valores elevados, la distancia entre ellos es de veinticinco centímetros aunque su correspondencia con el esqueleto es más amplia por lo comentado más arriba sobre los límites de la cuadrícula analizada, y por el área de distribución que muestra el mapa, por ello es bastante probable que este espacio pueda coincidir con la zona coxígea del esqueleto de donde parten los fémures en dirección a la cabeza cuando existe posición fetal, definiendo un espacio aproximadamente triangular como el que puede superponerse a nuestro mapa. Es posible que esto no sea así en caso de que se haya introducido algún imponderable relativo al sondeo o a la elección de la muestra analizada, pero en mi opinión los resultados son bastante fiables y por lo tanto es bastante verosímil esta hipótesis que además se puede sustentar por la posición en que se encontró el único vaso que formaba el ajuar.

5. ESTIMACIONES CRONOLÓGICAS EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE FÓSFORO OCLUIDO

La verificación de los trabajos de Eidt (1977), también aplicados por Lillios (1992), por los que se puede dar valor cronológico relativo a la cantidad de fósforo ocluido, se han considerado en este trabajo con el único objetivo de confirmar la más que probable coetaneidad de las cistas estudiadas. Los resultados se contabilizan en las tablas respectivas. Para que se diera una cronología paralela en ambas cistas es preciso según la teoría de Eidt (1977), que las proporciones que se obtienen al dividir el porcentaje de la fracción III por el porcentaje de la suma de las

fracciones I y II fueran similares.

Comparamos los niveles de deposición de ambas cistas y observamos que para la cista 5 el coeficiente de oclusión es 1,37, mientras que en la cista 20 es 0,21, lo cual proporciona una gran diferencia entre las dos cistas. Tampoco existe relación con el ocluido por el suelo natural (tabla 7) que está en torno al 0,70. A la vista de estos resultados nos encontramos con que no se puede establecer ninguna correlación cronológica, pues los resultados parecen decir que la cantidad de fósforo ocluido es muy elevada en la cista 5 mientras que resulta escasa en la 20 y media en el suelo natural, confiriendo mayor antigüedad a la cista 5 que al propio suelo natural, lo que solo sería posible con un coeficiente de erosión muy elevado.

Para lo anterior únicamente hay dos explicaciones; en primer lugar que la diferencia de pH sea suficiente para modificar la cantidad ocluida en los compuestos de hierro, lo que como explicábamos en el apartado correspondiente es posible por los equilibrios químicos que se están produciendo con las variaciones que provocan las alternancias de períodos húmedos (reductores) y secos (oxidantes), que afectan especialmente al hierro, cuyas combinaciones con otros elementos proporcionan las estructuras en las que se ocluye el fósforo. En segundo lugar cabría la posibilidad de algún error operativo, pero las escasas desviaciones que se observan entre los resultados y la coherencia con los datos que proporciona el pH parecen descartarlo.

Por todo lo anterior se observa que la determinación cronológica requiere de unas características de los suelos muy similares para que los resultados permitan una comparación con resultados óptimos.

6. CONCLUSIONES

6.1. Método analítico

La utilización del método analítico de fraccionamiento nos ha permitido definir cuales han sido las circunstancias edafocímicas que concurren en la formación de los sedimentos de las cistas, deduciendo los compuestos más abundantes tras la desmineralización ósea y qué factores son los que pueden incidir en la formación y pérdida de compuestos del fósforo. La utilización de un método directo de determinación total (por ejemplo la fusión con carbonato sódico), no permite conocer cuales son las formas que adopta el fósforo y por lo tanto careceríamos de datos sobre la solubilización de ciertos compuestos formados en la diagénesis de los huesos, importante para la comparación de los procesos edáficos de una cista

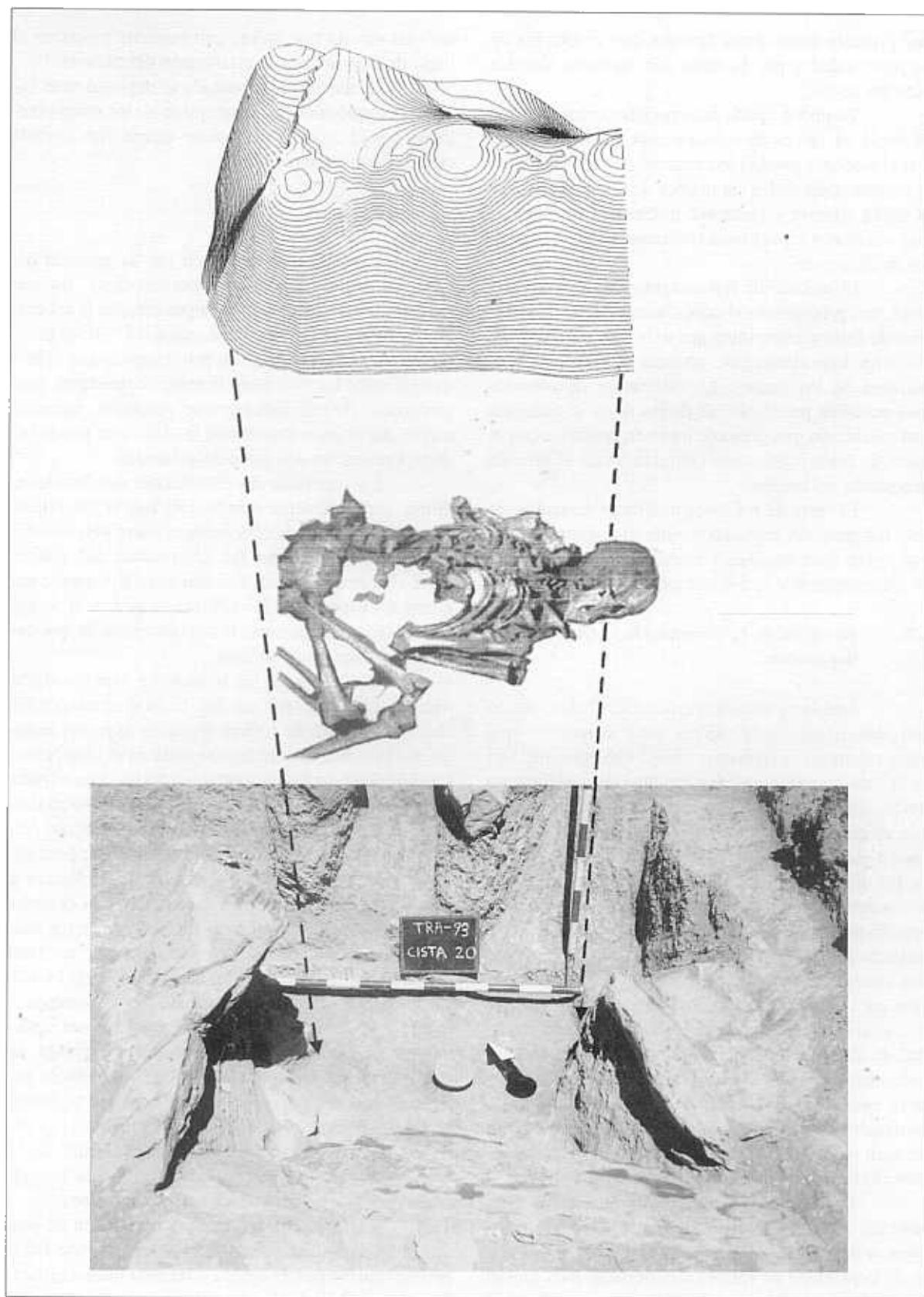


Figura 8.- Cista 20: hipótesis sobre la correspondencia de las concentraciones de P con la disposición de la inhumación.

que presenta restos óseos frente a otra construida en su proximidad y por lo tanto con un suelo idéntico pero sin restos.

Tampoco habría sido posible comprobar que es inútil, al menos en nuestro caso, intentar demostrar el evidente paralelismo cronológico por medio de la comparación de las cantidades de fósforo ocluido y la unida a hierro y aluminio, a causa de las diferencias existentes en las características de los sedimentos de cada cista.

El método de fraccionamiento, al igual que otros, nos proporciona el conocimiento de la cantidad total de fósforo inorgánico que existe en los sedimentos, muy importante para conocer la dispersión superficial de los huesos. La utilización de métodos más sencillos puede ofrecer dudas si no se consigue una extracción que presente un buen contraste con el nivel de fósforo del suelo colindante con el área de deposición del cuerpo.

El resto de los datos analíticos sustentan no solo los procesos explicados, sino que aportan datos que sirven para establecer hipótesis respecto del rito de enterramiento y la diferenciación social.

6.2. Realidad de la inhumación y nivel de deposición

Los datos de concentración de fósforo son lo suficientemente clarificadores para demostrar que hubo inhumación en ambas cistas. Creemos que esta es la más importante de las conclusiones, del mismo modo que consideramos que es muy difícil pensar que en otras no haya ocurrido igual, pues la comparación de los procesos edafocímicos desarrollados en las dos situaciones analizadas (un caso en el que se conservan algunos huesos y otro en el que no aparece el más mínimo resto), dan un valor predictivo respecto de lo que puede haber ocurrido en otros casos, aunque esperamos continuar nuestra investigación para comprobar si lo aquí observado es general. Es cierto que no se ha conseguido encontrar la cantidad de fósforo equivalente a la masa total ósea de un individuo en ninguna de las dos cistas, pero los procesos edafocímicos descritos explican las causas de su diagénesis y la pérdida por lavado y translocación de gran parte del fósforo, además de poner de manifiesto la dificultad para la recuperación del mismo.

Este mismo razonamiento nos sirve para sostener que debió efectuarse una inhumación completa, aspecto este que parece quedar patente a la vista de la cantidad de fósforo determinada para ambas cistas. Es destacable la cista 20, donde no se halló el más mínimo fragmento óseo, además de por la cantidad de fósforo recuperado por la distribución superfi-

cial del mismo que define con bastante precisión el lugar de deposición y la orientación del cadáver.

El cuerpo del inhumado se depositó en el nivel III de ambas cistas: el conjunto de los datos obtenidos por el análisis de fósforo refleja con rotunda claridad esta aseveración.

6.3. El ritual

Cista 5: Podemos decir que la posición del cadáver muestra una orientación este-oeste, sin que hayamos conseguido definir la posición de la cabeza. La distribución de la concentración del fósforo parece definir una posición fetal, pero creemos que habría que extender hacia el oeste la toma de muestras, para comprobar definitivamente este resultado, especialmente por el gran tamaño de la cista, que puede inducir a pensar en una posición extendida.

La superficie de distribución del fósforo es difusa, probablemente debido a su mayor solubilización (ver apartado de conclusiones sobre pH), que facilita la dispersión de los compuestos del fósforo entre el sedimento. Esta difusión es relativamente pequeña en los niveles IV y V (Figuras 5 y 6), y por ello nos inclinamos hacia la consideración de que debió existir una posición fetal.

Las zonas de los límites del área estudiada muestran valores que pueden hacerse corresponder con otras fuentes de fósforo o quizás se pueda deducir que la columna vertebral se sitúa en el lado Norte. La dificultad de la interpretación viene determinada en primer lugar por la solubilidad del fósforo en esta cista. En el caso de que las ofrendas se hicieran con animales, podríamos tener una interferencia para los resultados, ya que éstos son una fuente de fósforo y por lo tanto si se colocaron en contacto con el cadáver y si la cantidad de hueso aportado por estos animales fuera importante, obtendríamos por un lado una cantidad total de fósforo superior a la real y por otro una distribución no coherente con la correspondiente a la de una determinada deposición del cadáver, o distorsionante de la misma. Sin embargo, la masa de hueso impropio del individuo inhumado debería pertenecer a un gran animal para que se notara o afectara a los resultados de forma evidente. (Los estudios llevados a cabo por D. J.M. Guijo Mauri, de la Universidad de Sevilla, no han identificado ningún fragmento que no pertenezca a un ser humano).

Cista 20: La forma de la deposición en esta cista fue una inhumación completa en posición fetal, probablemente con la cabeza orientada hacia el este y la columna vertebral apoyada en la cara norte. El desplazamiento que muestra la concentración de fósforo en superficie, el área que define y la situación

del único vaso cerámico que se encontró, señalado en la figura 8, hacen pensar en esta disposición del cuerpo en el interior de la cista. El considerar que debió tratarse de un inhumación completa lo justificamos por el hecho de que las concentraciones de fósforo totales en la cista son muy elevados y por la difusión superficial que presenta en el nivel más rico, difusión que difícilmente presentaría si se tratase de una inhumación parcial.

Desde un punto de vista comparativo, el aumento del valor del pH en los sedimentos de la cista 5 respecto a los de la cista 20, y respecto de los del suelo del entorno, debe de ser consecuencia no solo de la deposición del cuerpo, cuestión esta que consideramos indudable para ambas cistas, sino que es muy posible que un mayor número de ofrendas orgánicas diera como consecuencia que se generase un enriquecimiento en sales y en consecuencia un aumento de pH en la cista 5, que se justificaría por el papel indudable de jerarca que debió poseer el inhu-

mado, lo cual concuerda con el porte estructural casi megalítico del enterramiento y con el excepcional ajuar encontrado en su interior. Esta conclusión es fundamental por cuanto establece un aspecto de diferenciación social añadido a la riqueza del ajuar.

Agradecimientos:

Los consejos y ayudas de D. José María Gascó Montes, catedrático de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, han sido imprescindibles para hacer posible esta investigación, así como la colaboración de los profesores y profesoras del Departamento de Edafología de la citada escuela. También agradecemos a D. Gregorio Ochoa, Director de dicho Departamento, el permiso para poder realizar los análisis que han sido imprescindibles para desarrollar este trabajo. Del mismo modo, los consejos, críticas a mi trabajo y las ayudas en las gestiones para lograr el desarrollo práctico del mismo por parte de D. Víctor M. Fernández Martínez, profesor del Departamento de Prehistoria de la U.C.M, han sido fundamentales, así como la confianza en mi trabajo de D. Leonardo García Sanjuán, codirector de las excavaciones de la necrópolis de La Traviesa y becario del Dpto. de Prehistoria y Arqueología, de la Universidad de Sevilla.

TABLAS

CISTA 5			CISTA 20			SUELO NATURAL		
Nivel	pH (H ₂ O)	pH (KCl1N)	Nivel	pH (H ₂ O)	pH (KCl1N)	Nivel (cm)	pH (H ₂ O)	pH (KCl1N)
I	6,92	5,72	I	5,39	4,03	10	3,83	3,68
II	6,88	5,72	II	5,67	4,19	20	4,05	3,45
III	7,20	5,93	III	5,58	4,06	30	3,79	3,52
IV	7,19	5,99	IV	5,45	4,03	40	3,85	3,48
V	7,37	6,11	V	5,31	3,80	50	3,90	3,48

Tabla 1: Valor medio del pH de las tierras de las cistas y del suelo natural.

CISTA 5		CISTA 20		SUELO NATURAL	
Nivel	C.E.(S/cm ²)	Nivel	C.E.(S/cm ²)	Nivel	C.E.(S/cm ²)
I	67	I	27	10	39
II	69	II	20	20	44
III	68	III	22	30	49
IV	79	IV	40	40	53
V	58	V	35	50	59

Tabla 2: Valor medio de las conductividades eléctricas (S/cm²).

CISTA 5		CISTA 20		SUELO NATURAL	
Nivel	M.O.%	Nivel	M.O.%	Nivel(cm)	M.O.%
I	0,86	I	0,72	10	0,02
II	1,14	II	0,43	20	0,04
III	0,86	III	0,4	30	0,1
IV	0,75	IV	0,08	40	0,1
V	0,63	V	0,04	50	0,09

Tabla 3: Valor medio de la materia orgánica.

SUELO NATURAL					
Nivel(cm)	% A.G.	% A.F.	% Limos	%Arcilla	TEXTURA
10	26,36	20,42	17,7	35,52	Arcillosa-Gruesa
20	22,26	19,22	17,36	41,16	Arcillosa-Gruesa
30	29,6	19,6	8,84	41,96	Arcillosa-Gruesa
40	31,06	19,46	10,74	38,74	Arcillosa-Gruesa
50	32,9	18,54	11,25	37,31	Arcillosa-Gruesa

CISTA 5					
Nivel	% A.G.	% A.F.	% Limos	%Arcilla	TEXTURA
I	9,52	30,84	11,26	48,38	Arcillosa-Gruesa
II	11,52	28,84	14,46	45,18	Arcillosa-Fina
III	9,4	30,96	13,86	45,78	Arcillosa-Fina
IV	24,22	26,3	13,96	35,52	Arcillosa-Gruesa
V	15,62	25,38	11,42	47,58	Arcillosa-Fina

CISTA 20					
Nivel	% A.G.	% A.F.	% Limos	%Arcilla	TEXTURA
I	17,16	24,8	28,14	29,9	Arcillosa-Gruesa
II	19,1	26,08	22,02	32,8	Arcillosa-Gruesa
III	20,48	27,92	16,08	35,52	Arcillosa-Gruesa
IV	35,76	19,06	15,08	30,1	Arcillosa-Gruesa
V	35,38	18,64	15,88	30,1	Arcillosa-Gruesa

Tabla 4: Texturas según I.S.S.S.

NIVEL I										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
4	54,3	21,24	82,8	74,7	233,04	75,54	32,42	35,53	32,05	1,1
7	53,5	44,5	91,6	87	276,6	98	35,43	33,12	31,45	0,93
14	48,4	42,84	101,7	185,3	378,24	91,24	24,12	26,89	48,99	1,11
15	44,1	31,4	81,3	155	311,8	75,5	24,21	26,07	49,71	1,08
19	23	11,4	36,4	42,8	113,6	34,4	30,28	32,04	37,68	1,06
Ttl	223,3	151,38	393,8	544,8	1.313,2	374,68	146,46	153,65	199,88	5,28
Media	44,66	30,28	78,76	108,96	262,64		29,29	30,73	39,98	1,06

NIVEL II										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
3	126,4	26,6	122,5	175,8	451,3	153	33,9	27,14	38,95	0,8
4	117	12,6	70,3	203	402,9	129,6	32,17	17,45	50,38	0,54
6	103	16,27	85,1	201	405,37	119,27	29,42	20,99	49,58	0,71
8	108	28,3	102,4	320	558,7	136,3	24,4	18,33	57,28	0,75
15	111	18,3	129,5	321,6	745,1	294	39,46	17,38	43,16	0,44
Ttl	565,4	266,77	509,8	1.221	2.563,3	832,17	159,35	101,29	239,35	3,24
Media	113,08	53,35	101,96	244,2	512,66		31,87	20,26	47,87	0,65

NIVEL III										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
1	92,7	62,4	220,5	229	604,6	155,1	25,65	36,47	37,88	1,42
2	77,1	41	120,2	784	1.022,3	118,1	11,55	11,76	76,69	1,02
3	124,2	61	174,1	107,5	466,8	185,2	39,67	37,3	23,03	0,94
4	133	16,75	158	66,6	374,35	149,75	40	42,21	17,79	1,06
5	87,3	68,75	235	97,5	488,55	156,05	31,94	48,1	19,96	1,51
6	43,5	154,5	169,9	2.341,5	2.709,4	198	7,31	6,27	86,42	0,86
7	46,4	41	140	972,5	1.199,9	87,4	7,28	11,67	81,05	1,6
8	30,8	15,8	105,9	125,6	278,1	46,6	16,76	38,08	45,16	2,27
9	81,2	96,7	334,4	508	1.020,3	177,9	17,44	32,77	49,79	1,88
10	126,6	69,58	159,16	1.468,5	1.823,8	196,18	10,76	8,73	80,52	0,81
11	98,6	51,42	127,66	1.668,5	1.946,1	150,02	7,71	6,56	85,74	0,85
12	72	35,5	170	69	346,5	107,5	31,02	49,06	19,91	1,58
13	83,2	68,12	214	478,4	843,72	151,32	17,93	25,36	56,7	1,41
14	51,4	17,5	73,4	555,5	697,8	68,9	9,87	10,52	79,61	1,07
15	62,4	25	164,8	449	701,2	87,4	12,46	23,5	64,03	1,89
16	65,8	25,8	151,34	84,5	327,44	91,6	27,97	46,22	25,81	1,65
17	103	19	92,6	65,7	280,3	122	43,52	33,04	23,44	0,76
18	64,5	17,2	120,2	45,75	247,65	81,7	32,99	48,54	18,47	1,47
19	54,3	12,5	121,6	47,25	235,65	66,8	28,35	51,6	20,05	1,82
20	72	14,6	132,8	54,5	273,9	86,6	31,62	48,48	19,9	1,53
Ttl	1.570	914,12	3.185	10.218	15.888	2.484	451,8	616,24	931,95	27,4
Media	78,5	45,71	159,25	510,9	794,4		22,59	30,81	46,6	1,37

Tabla 5: Muestras analizadas para fraccionamiento de P (ppm), de los niveles I, II y III de la cista 5.

NIVEL IV										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
1	21,8	11	64,5	41,1	138,4	32,8	23,7	46,6	29,7	1,97
2	31,3	6,2	72,2	163	272,7	37,5	13,75	26,48	59,77	1,93
3	122,5	8,75	99,75	90,12	321,12	131,25	40,87	31,06	28,06	0,76
4	117,2	16,87	81,9	66,9	282,87	134,07	47,4	28,95	23,65	0,61
5	36,4	12,75	58,5	67,5	175,15	49,15	28,06	33,4	38,54	1,19
6	53,6	16,87	68,29	190,6	329,36	70,47	21,4	20,73	57,87	0,97
7	36,4	11,7	84	268,85	400,95	48,1	12	20,95	67,05	1,75
8	34,3	9,45	56,54	31	131,29	43,75	33,32	43,07	23,61	1,29
9	91,4	15,7	75,4	161,25	343,75	107,1	31,16	21,93	46,91	0,7
10	48,85	14,58	78,46	126,7	268,59	63,43	23,62	29,21	47,17	1,24
11	65,6	20,36	107,6	723	916,56	85,96	9,38	11,74	78,88	1,25
12	17,8	16,25	62,15	39,25	135,45	34,05	25,14	45,88	28,98	1,83
13	23,4	8,52	54,2	122,5	208,62	31,92	15,3	25,98	58,72	1,7
14	43,45	9,65	52,65	121,25	227	53,1	23,39	23,19	53,41	0,99
15	163	28,12	126,35	1.243	1.560,4	191,12	12,25	8,1	79,66	0,66
16	16,8	12,7	60,23	35,2	124,93	29,5	23,61	48,21	28,18	2,04
17	24,7	12,26	48,06	20,9	105,92	36,96	34,89	45,37	19,73	1,3
18	18,3	10,74	58,57	67,4	155,01	29,04	18,73	37,78	43,48	2,02
19	21,6	23,7	85,33	56,2	186,83	45,3	24,25	45,67	30,08	1,88
20	37,8	8,26	62,3	41,35	149,71	46,06	30,77	41,61	27,62	1,35
Ttl	1.026	274,43	1.456,9	3.677	6.434	1.300	492,99	635,91	871,07	27,43
Media	51,3	13,72	72,85	183,85	321,7		24,65	31,8	43,55	1,37

NIVEL V										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
1	78,7	28	123	36,5	266,2	106,7	40,08	46,21	13,71	1,15
2	61,5	24,2	122,6	86,2	294,5	85,7	29,1	41,63	29,27	1,43
3	165,5	58,5	225,5	48,5	498	224	44,98	45,28	9,74	1,01
4	28,5	31,2	116,8	35,2	211,7	59,7	28,2	55,17	16,63	1,96
5	46,3	18,75	126,5	35,1	226,65	65,05	28,7	55,81	15,49	1,94
6	25,6	18,8	131	40,6	216	44,4	20,56	60,65	18,8	2,95
7	25,8	32,8	155	82,4	296	58,6	19,8	52,36	27,84	2,64
8	72,4	25,5	248,4	48,8	395,1	97,9	24,78	62,87	12,35	2,54
9	55,6	31,4	133,4	68,4	288,8	87	30,12	46,19	23,68	1,53
10	55,85	21,5	148,8	126,7	352,85	77,35	21,92	42,17	35,91	1,92
11	85,4	32,36	198,5	358	674,26	117,76	17,47	29,44	53,1	1,69
12	34,1	16,25	178,5	66,2	295,05	50,35	17,06	60,5	22,44	3,55
13	19,4	10,3	85,6	63,4	178,7	29,7	16,62	47,9	35,48	2,88
14	27,6	8,45	81,5	73,8	191,35	36,05	18,84	42,59	38,57	2,26
15	95	42,2	251,4	486	874,6	137,2	15,69	28,74	55,57	1,83
16	18,4	10,4	85,5	68,4	182,7	28,8	15,76	46,8	37,44	2,97
17	26,8	10,2	156,6	73,4	267	37	13,86	58,65	27,49	4,23
18	19,2	11,3	85,6	87,4	203,5	30,5	14,99	42,06	42,95	2,81
19	22,4	21,7	95,4	92,2	231,7	44,1	19,03	41,17	39,79	2,16
20	18,8	8,07	81,5	59	167,37	26,87	16,05	48,69	35,25	3,03
Ttl	982,85	461,88	2.831,1	2.036	6.312	1.444	453,61	954,88	591,5	46,48
Media	49,14	23,09	141,56	101,8	315,6		22,68	47,74	29,58	2,32

Tabla 5 (cont.): Muestras analizadas para fraccionamiento de P (ppm), de los niveles IV y V de la cista 5.

NIVEL I										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
1	42,5	10,4	62,6	62,5	178	52,9	29,72	35,17	35,11	1,18
2	218,5	16,3	131,4	112,5	478,7	234,8	49,05	27,45	23,5	0,56
7	76,8	12,4	45,1	96,5	230,8	89,2	38,65	19,54	41,81	0,51
12	62,4	7,6	92,4	54,23	216,63	70	32,31	42,65	25,03	1,32
Ttl	400,2	46,7	331,5	325,73	1.104,1	446,9	149,73	124,81	125,45	3,57
Media	100,05	11,68	82,88	81,43	276,03		37,43	31,2	31,36	0,89

NIVEL II										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
2	340,8	39,7	151,8	92,8	625,1	380,5	60,87	24,28	14,85	0,4
3	280,5	26,2	122,5	85	514,2	306,7	59,65	23,82	16,53	0,4
8	346,6	39,4	152	100,4	638,4	386	60,46	23,81	15,73	0,39
9	162,8	52,5	83	56,3	354,6	215,3	60,72	23,41	15,88	0,39
Ttl	1.130	157,8	509,3	334,5	2.132,3	1.288	241,7	95,32	62,99	1,58
Media	282,5	39,45	127,33	83,63	533,08		60,43	23,83	15,75	0,4

NIVEL III										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
1	280,2	24,74	100,8	31,4	437,14	304,9	69,76	23,06	7,18	0,33
2	2.830,7	258,4	392	1.625	5.106,1	3.089	60,5	7,68	31,82	0,13
3	1.966,4	194,4	336,7	1.890	4.387,5	2.161	49,25	7,67	43,08	0,16
4	2.120	46,4	161,3	960	3.287,7	2.166	65,89	4,91	29,2	0,07
5	1.807,4	15,8	286,4	130	2.239,6	1.823	81,41	12,79	5,8	0,16
6	1.868,4	190,2	518	2.335	4.931,6	2.058,6	41,74	10,5	47,35	0,25
7	3.016	231,8	516,4	1.548,7	5.312,9	3.248	61,13	9,72	29,15	0,16
8	1.671,6	211,4	617,4	2.677,5	5.177,9	1.883,0	36,37	11,92	51,71	0,33
9	425,4	42,6	90,74	123,8	682,54	468	68,57	13,29	18,14	0,19
10	508,3	12,56	205,8	84,25	810,91	520,8	64,23	25,38	10,39	0,4
11	616,6	27,45	74,6	258,5	977,15	644	65,91	7,63	26,45	0,12
12	1.480	20,6	302,8	332,5	2.135,9	1.501	70,26	14,18	15,57	0,2
Ttl	18.591	1.276,3	3.602,9	11.996	35.486	19.866	735,02	148,73	315,84	2,5
Media	1.549	106,36	300,24	999,67	2.957,2		61,25	12,39	26,32	0,21

Tabla 6: Muestras analizadas para fraccionamiento de P (ppm), de los niveles I, II y III de la cista 20.

NIVEL IV										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
3	293,3	25,7	102,5	109,6	531,1	319	60,06	19,3	20,64	0,32
4	334,5	18,2	102,5	135	590,2	352,7	59,76	17,37	22,87	0,29
8	298,3	18,9	113,5	155,7	586,4	317,2	54,09	19,36	26,55	0,36
9	87,8	12,5	33	66,3	199,6	100,3	50,25	16,53	33,22	0,33
Ttl	1.013	75,3	351,5	466,6	1.907,3	1.089	224,16	72,56	103,28	1,3
Media	253,25	18,83	87,88	116,65	476,83		56,04	18,14	25,82	0,33

NIVEL V										
	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
2	374	11,5	121,1	94,56	601,16	385,5	64,13	20,14	15,73	0,31
7	344,5	8,75	116,9	88,5	558,65	353,25	63,23	20,93	15,84	0,33
5	98,5	7,8	28,5	54,7	189,5	106,3	56,1	15,04	28,87	0,27
12	345	9,5	96,6	81,3	532,4	354,5	66,59	18,14	15,27	0,27
Ttl	1.162	37,55	363,1	319,06	1.881,7	1.199	250,05	74,25	75,71	1,18
Media	290,5	9,39	90,78	79,77	470,43		62,51	18,56	18,93	0,3

Tabla 6 (cont.): Muestras analizadas para fraccionamiento de P (ppm), de los niveles IV y V de la cista 20.

	I	II	III	IV	Total	I+II	%I+II	%III	%IV	III/I+II
1	36,5	56,24	91,7	27,5	211,94	92,74	43,76	43,27	12,98	0,99
2	52,9	104	101,5	23,75	282,15	156,9	55,61	35,97	8,42	0,65
3	52,6	63,74	75,6	21,25	213,19	116,34	54,57	35,46	9,97	0,65
4	55	61,24	86,8	26,25	229,29	116,24	50,7	37,86	11,45	0,75
5	46,5	60,35	86,4	23,3	216,55	106,85	49,34	39,9	10,76	0,81

Tabla 7: Fraccionamiento de P (ppm) suelo natural.

BIBLIOGRAFÍA

- AMO, M. DEL (1974): Enterramientos en cista de la provincia de Huelva. *Huelva: Prehistoria y Antigüedad* (Almagro Basch, M., ed.) Madrid: 109-182.
- AMO, M. DEL (1975): Nuevas aportaciones para el estudio de la Edad del Bronce en el SW Peninsular: los enterramientos en cista de la provincia de Huelva. *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología*, Zaragoza.
- ANDERSON, G. (1980): Assessing Organic Phosphorus in Soils. *The Role of Phosphorus in Agriculture* (Khasawneh, F.E.; Sample, E.C. y Kamprath, E. J., eds.): 411-431.
- ARRHENTUS, O. (1929): Die Phosphatfrage. *Zeitschrift für Pflanzenernahrung, Düngung und Bodenkunde*, 14: 185-194.
- ATKINSON, R.J.C. (1968): Old Mortality: Some Aspects of Burial and Population in Neolithic England. *Studies in Ancient Europe* (J.M. Coles y D.D.A. Simpson, eds.). Leicester.
- BAKKEVIG, S. (1980): Phosphate Analysis in Archaeology - Problems and Recent Progress. *Norwegian Archaeological Review*, 13 (2): 73-100.
- BAKKEVIG, S. (1981): Results obtained in the Field by the Use of Phosphate Spot Test in Norway, and the Cost and Utility Compared to other Methods. *Revue d'Archéométrie*, 5: 81-88.
- BASABE, J.M.; BENNASAR, I. (1982): Restos humanos

- de los yacimientos de Chichina y Valencina de la Concepción, Sevilla. *Homenaje a Concepción Fernández Chicarro*. Madrid : 69-72.
- BRADLEY, R.J. (1984): *The social foundations of the prehistoric Britain: themes and variations in the archaeology of power*. Longman Archaeology Series, London.
- BROTHWELL, D.R. (1987): *Desenterrando huesos: la excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano*. F.C.E., México.
- CARO, A. (1988): Consideraciones sobre el Bronce Antiguo y Pleno en el Bajo Guadalquivir. *Tartessos* (Aubet Semmler, M.E., ed.). Sabadell: 85-120.
- CHILD, A.M. (1995): Microbial Taphonomy of Archaeological Bone. *Studies in Conservation*, 40: 19-30.
- CHRISTIE, P.M. (1960): A Bronze Age Barrow at Liskey, Perranzabuloe, Cornwall. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 26: 76-98.
- COLES, J.M. (1965): The Excavation of a Neolithic Round Barrow at Pinacree, Perthshire, Scotland. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 31: 34-47.
- CORNWALL, J.W. (1968): *Bones for the archaeologist*. London.
- EIDT, R.C. (1973): A Rapid Chemical Field Test for Archaeological Site Surveying. *American Antiquity*, 38: 206.
- EIDT, R.C. (1977): Detection and Examination of Anthrosols by Phosphate Analysis. *Science*, 197 (4311): 1327-1333.
- FERNÁNDEZ, F.; RUIZ, D.M.; SANCHA, S.F. (1976): Los enterramientos en cista del cortijo de Chichina (San Lucar La Mayor, Sevilla). *Trabajos de Prehistoria*, 33: 351-386.
- GARCÍA, L.; VARGAS, M.A. (1993): *Informe de la intervención arqueológica de urgencia en el yacimiento de La Traviesa, (Almadén de la Plata, Sevilla)*. (Inédito).
- GARCÍA, L.; VARGAS, M.A. (1994): *Informe de la segunda intervención arqueológica de urgencia en el yacimiento de La Traviesa (Almadén de la Plata, Sevilla)*. (Inédito).
- GIL MASCARELL, M.; DÍAZ, A.; ENRÍQUEZ, J.J. (1986): Enterramientos en cista de la edad del Bronce en la Baja Extremadura. *Saguntum*, 20: 9-43.
- GREENLEE, D.M.; DUNNELL, R.C. (1992): Understanding Post-depositional Processes Through Electron Microbeam Analysis of Archaeological Bone from SE Missouri. *Materials Research Society Symp. Proc.*, 267: 883-888.
- GRUPE, G.; PIEPENBRINK, H. (1989): Impact of microbial activity on trace element concentrations in excavated bones. *Applied Geochemistry*, 4: 293-298.
- GUILLERAULT, P.; BAZILE, F. (1987): Le dosage des phosphates en archéologie: la méthode potentiométrique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 84 (3): 73-74.
- HASSAN, F.A. (1981): Rapid Quantitative Determination of Phosphate in Archaeological Sediments. *Journal of Field Archaeology*, 8: 384-387.
- HSU, P.H.; JAKSON, M.L. (1960): Inorganic Phosphate Transformations by Chemical Weathering in Soils as Influenced by pH. *Soil Science*, 90: 16-23.
- HURTADO, V. (1992): Análisis y definición de los procesos culturales del II milenio a.C. en el Suroeste peninsular. *Investigaciones arqueológicas en Andalucía 1985-1992. Proyectos* (Campos, J. y Nocete, F., eds.) Junta de Andalucía, Huelva.
- KEELEY, H.C.M. (1979): Spong Hill, Norfolk. Report on Trace element. Analysis of soil samples from two graves. *Ancient Monuments Laboratory Report*. Nº 2902.
- KEELEY, H.C.M. (1981): Recent Work Using Soil Phosphorus Analysis in Archaeological Prospection. *Revue d'Archéométrie*, 5: 89-95.
- KEELEY, H.C.M.; HUDSON, G.E.; EVANS, J. (1977): Trace Element Contents of Human Bone in Various States of Preservation. *Journal of Archaeological Science*, 4: 19-24.
- LILLIOS, K.T. (1992): Phosphate Fractionation of Soils at Agroal, Portugal. *American Antiquity*, 57 (3): 495-506.
- LINDSAY, W.L. (1979): *Chemical equilibria in soils*. John Wiley & Sons, Inc.
- LINDSAY, W.L.; MORENO, E.C. (1960): Phosphate Phase Equilibria in Soils. *Soil Science Society Proceedings*, 24: 177-182.
- LLAMAZARES, A.; ARRIBA, A.; DE LA PLAZA, C. (1989): *Caracterización agroclimática de la provincia de Sevilla*. Dirección General de la Producción Agraria. (M.A.P.A.)
- Mapa Geológico de España (1974): Hoja Almadén de la Plata nº 919. Escala 1:50.000. Instituto Geológico y Minero de España.
- MELÉNDEZ, B.; FUSTER, J.M. (1980): *Geología*. Paraninfo, Madrid.
- MEHTA, Y.R.; BHIDE, V.P. (1970): Solubilization of Tricalcium Phosphate by some Soil Fungi. *Indian Journal Exp. Biol.*, 8: 228-229.
- MORENO, F.; RUIZ-GÁLVEZ, M.L. (1989): Método de análisis de fosfatos. *Revista de Arqueología*, 94: 39-48.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. (1962): A Modified Single Solution Method for the Determination of Phospho-

- te in Natural Waters. *Analytica Chimica Acta*, 27: 31-36.
- NEWESELY, H. (1989): Fossil bone apatite. *Applied Geochemistry*, 4: 233-245.
- OLSEN, S.R.; SOMMERS, L.E. (1982): Phosphorus. *Methods of Soils Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. (A.L. Page, ed.). American Society of Agronomy & Soil Science of America, Inc.: 403-430.
- PATE, F.D.; HUTTON, J.T. (1988): The Use of Soil Chemistry Data to Address Post-mortem Diagenesis in Bone Mineral. *Journal of Archaeological Science*, 15: 729-739.
- PIGGOT, S. (1972): Excavation of the Dalladies long barrow, Fettercairn, Kincardineshire. *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, 104: 23-47.
- PRICE, T.P. (1989): *The chemistry of prehistoric human bone*. Cambridge University Press, London.
- ROTLÄNDER, R.C.A. (1976): Variation in the Chemical Composition of Bone as an Indicator of Climatic Change. *Journal of Archaeological Science*, 3: 83-88.
- ROZOY, J.G. (1986): Quelques problématiques des nécropoles de l'Age du Fer dans le Nord de la France. *Colloque de Toulouse d'Anthropologie Physique et Archéologie*, 1982: 255-280.
- SCHWARZ, G.T. (1967): A Simplified Chemical Test for Archaeological fieldwork. *Archaeometry*, 10: 57-63.
- SMECK, N.E.; RUNGE, E.C.A. (1972): Factors influencing profile development exhibited by some hydromorphic soils in Illinois. *Pseudogley and gley. Transactions of Comm. V and VI of Int. Soc. Soil Science*. Verlag Chemie Gmb H, Weinheim/Bergstr., W. Germany.
- SMECK, N.E. (1985): Phosphorus Dynamics in Soils and Landscapes. *Geoderma*, 36: 185-199.
- SJÖBERG, A. (1976): Phosphate Analysis of Anthropogenic Soils. *Journal Field of Archaeology*, 3: 447-454.
- STEIN, J.K. (1992): Organic Matter in Archaeological Contexts. *Soils in archaeology: landscape evolution and human occupation*. (Vance T. Holliday, ed.). Smithsonian Institution Press, Washington and London: 193-216.
- SOLECKI, R.S. (1951): Notes on Soil Analysis and Archaeology. *American Antiquity*, 16(3): 254-256.
- TRIFFIT, J.T. (1980): The organic matrix of bone tissue. *Fundamental and clinical bone physiology*. (M.R. Urist, ed.). Philadelphia: 45-82.
- UCKO, P.J. (1969): Ethnography and Archaeological Interpretation of Funerary Remains. *World Archaeology*, 1 (2): 262-280.
- WALKER, T.W.; SYERS, J.K. (1976): The fate of phosphorus during pedogenesis. *Geoderma*, 15: 1-19.
- WEINER, S.; GOLDBERG, P.; BAR-YOSEF, O. (1993): Bone Preservation in Kebara Cave, Israel, using On-Site Fourier Transform Infrared Spectrometry. *Journal of Archaeological Science*, 20: 613-627.