

UNA APLICACION DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS EN LA VALORACION DEL ANTRACOANALISIS DE LOS MILLARES

M.^a OLIVA RODRIGUEZ-ARIZA * y JOSE ANTONIO ESQUIVEL *

RESUMEN Los datos proporcionados por el antracoanálisis de los diversos conjuntos estructurales de Los Millares durante el Cobre Pleno, se han sometido al Análisis de Correspondencias con el objetivo de encontrar y definir relaciones entre los taxones, asociaciones entre taxones y estructuras, patrones de aparición de especies, etc. Los resultados obtenidos ponen en evidencia la existencia de una selección humana de especies vegetales, atendiendo al uso al que se destinan.

Palabras clave: Antracología, Análisis de Correspondencias, Edad del Cobre.

ABSTRACT The data from an anthracological analysis of various structures belonging to Los Millares during the Middle Copper Age have been submitted to a Correspondence Analysis to identify and define the relationships between the taxa, the associations between taxa and structures, and the patterns of the appearance of species, etc. The results indicate human selection of plant species based on the use for which the plants were intended.

Key words: Anthracology, Correspondence Analysis, Copper Age.

INTRODUCCION

Los estudios antracológicos de Andalucía y el Sureste de la Península Ibérica son hasta el presente muy escasos (Schoch y Schweingruber, 1982; Grau, 1990; Rodríguez-Ariza y Vernet, en prensa), sobre todo, si consideramos el gran número de yacimientos excavados y la cantidad de carbón recuperado en ellos. Presentamos aquí un estudio sobre las posibilidades que ofrece el carbón para obtener información, no sólo a nivel paleoambiental, sino a nivel paleoetnobotánico.

El carbón vegetal está presente en la mayoría de los yacimientos arqueológicos, especialmente a partir de la sedentarización y el inicio de la agricultura, incluso en regiones de-

* Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada. Grupo de Investigación *GEPRAN*.

sérticas y subdesérticas, como es el caso del Sureste peninsular. Por tanto, dado que la principal fuente de combustión, en todas las épocas, ha sido la madera (otros combustibles son el estiércol, paja, cañas, etc.), el aprovisionamiento de plantas leñosas constituye un elemento fundamental de la economía vegetal. Por otro lado, se constata que, casi siempre, los residuos de estos árboles y arbustos, que nosotros encontramos en forma de carbón vegetal, provienen de especies disponibles en los alrededores de los asentamientos, lo que posibilita realizar inferencias sobre la vegetación del entorno.

Sin embargo, entre estas plantas leñosas se debe distinguir aquellas que son autóctonas y las alóctonas y, entre estas últimas, las que han sido introducidas (plantadas) por el hombre y aquellas que han sido importadas bajo una forma utilizable (objetos). Estas distinciones no son siempre evidentes a partir de los resultados antracológicos. En este trabajo intentamos definir las especies presentes en el entorno inmediato de Los Millares, de aquellas que fueron traídas desde distancias mayores.

I. METODOLOGIA DEL ANALISIS ANTRACOLOGICO

Los métodos de análisis en el laboratorio han sido ya descritos (Willcox, 1974; Zalucha, 1983; Smart y Hoffman, 1988; Badal, 1988, 1990; Chabal, 1990a, 1990b; Heinz, 1990; Vernet, 1990; etc.). La recuperación de macrorrestos vegetales necesita el auxilio de técnicas como la flotación y el cribado con agua (Gaillard *et al.*, 1985, Chabal, 1988; Buxó, 1990) de los sedimentos arqueológicos. En las excavaciones arqueológicas realizadas en Los Millares por el Departamento de Prehistoria de la Universidad de Granada los macrorrestos vegetales (carbón y semillas) se han recuperado de cuatro maneras diferentes:

- 1) Manualmente, en los distintos sectores durante la excavación.
- 2) Por flotación.
- 3) Por cribado con agua en columna de tamices.
- 4) Por cribado en seco.

Según las zonas y sectores de la excavación y si se trataba de niveles de habitación, derrumbe, arrastre, etc., los sedimentos recogidos se han procesado por alguno de los métodos antes descritos. En el Fortín 1, al ser un conjunto cerrado donde se han definido varias unidades de habitación, se ha procesado el 100% de los sedimentos, por medio de la flotación y el cribado con agua en columna de tamices. En el Poblado y resto de fortines se ha cribado en seco sistemáticamente, salvo los niveles de habitación que han sido procesados por flotación o columna de tamices. La cantidad de carbón recuperado en cada zona ha sido muy variable, dependiendo principalmente de factores edáficos. En Los Millares a nivel cualitativo entre 100 y 150 fragmentos analizados aparecen todas las especies, pero a nivel cuantitativo son necesarios entre 300 y 400 fragmentos para obtener una estabilidad fiable de las curvas (Rodríguez-Ariza, en preparación).

La aparición y frecuencia de un taxon en los yacimientos arqueológicos está en función de varios factores: el grado de carbonización, la recogida de muestras durante el proceso de

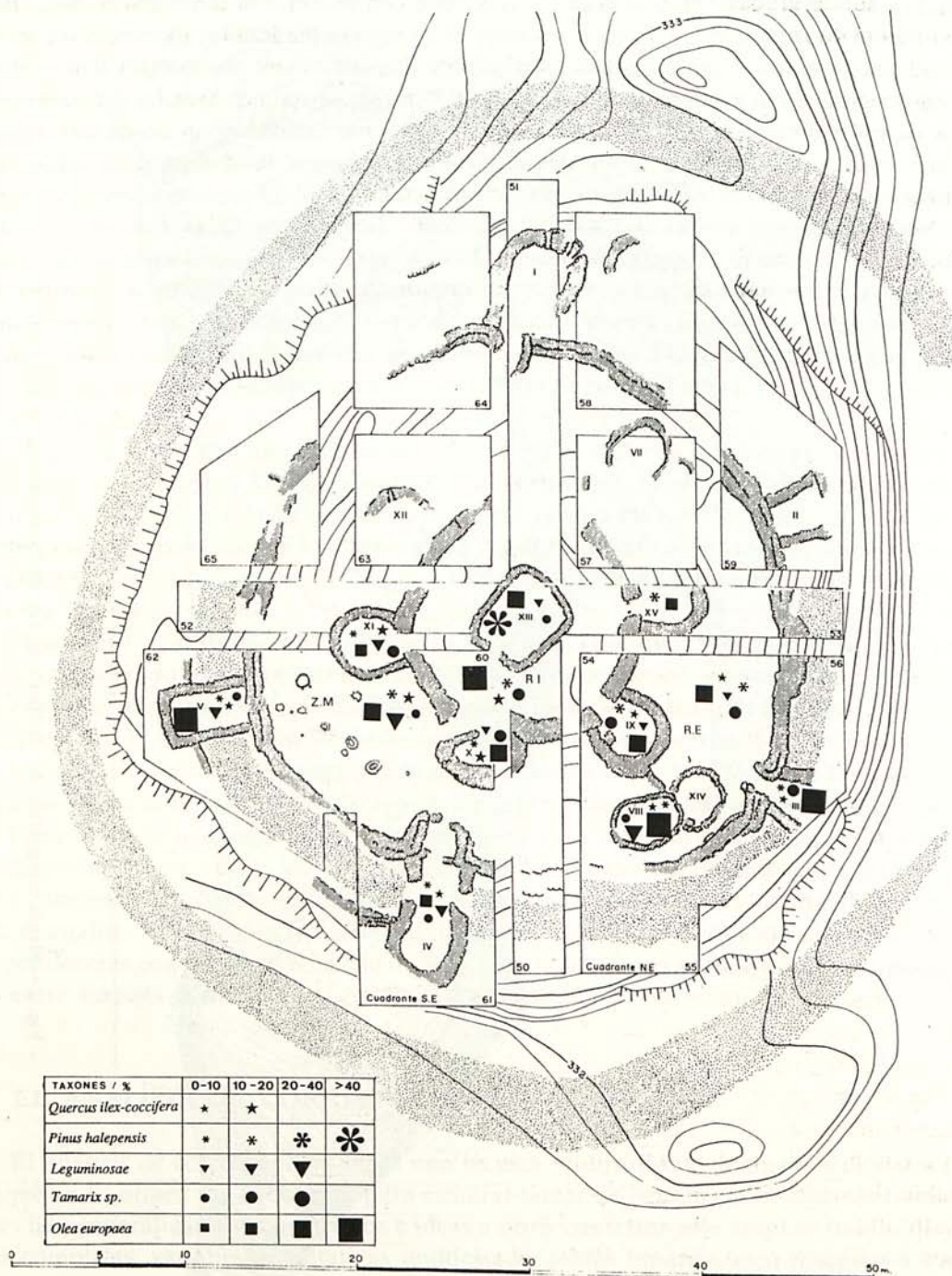


Fig. 1.—Planta topográfica del Fortín 1 de Los Los Millares con la representación porcentual de los 5 taxones mayores.



Fig. 2.—Planta topográfica del Poblado de Los Millares (Arribas *et al.*, 1985).

excavación, la selección de especies por el hombre prehistórico, la frecuencia y disponibilidad de los diferentes árboles y arbustos en la naturaleza, etc. Este último factor es evidentemente el más importante. Para reducir los problemas de representación eventuales, las frecuencias de los taxones son presentadas bajo forma de porcentajes de presencia de cada uno de ellos (frecuencia de aparición) por unidad arqueológica. En antracología la utilización de una unidad de comparación temporal varía en función de la problemática de cada asentamiento, siguiendo siempre la división establecida por el arqueólogo, aunque, a veces, problemas como la escasez de carbón hace aconsejable la utilización de una escala temporal mayor que permita el estudio antracológico. Con mucha frecuencia, la unidad de comparación temporal se establece siguiendo las divisiones establecidas en la estratigrafía entre estratos o niveles naturales. También, se ha adoptado la división en capas artificiales de 10 ó 5 cm de espesor como unidad mínima de comparación en los análisis antracológicos de numerosos yacimientos, especialmente los yacimientos en cueva (Thiébaud, 1988; Heinz, 1990; Badal, 1990; etc.).

No existe, por tanto, una unidad mínima temporal definida que nos permita hacer correlaciones simples entre los yacimientos. Es la cronología absoluta, especialmente para la Prehistoria Reciente con las fechas de C.14, la que facilita las correlaciones entre las distintas Secuencias regionales. En Los Millares se ha utilizado la fase cronológica como principal unidad de medida temporal, con la distinción de tres fases: Cobre Antiguo, Cobre Pleno y Cobre Reciente.

Dentro del análisis antracológico de Los Millares (Rodríguez-Ariza y Vernet, en prensa) se ha analizado una gran cantidad de carbón procedente de los diversos sectores del yacimiento que, durante el Cobre Pleno, se habita en las cuatro zonas del Poblado y en el Fortín 1 (figs. 1 y 2). La existencia de numerosos conjuntos estructurales, bien definidos, y con funcionalidades específicas dentro del Fortín 1 (Molina *et al.*, 1986), nos ha llevado a interrogarnos cómo se reflejan las diversas actividades en el análisis antracológico de Los Millares. Estos datos se han sometido a dos tipos de análisis multivariantes: en primer lugar, se estudiaron mediante un análisis de componentes principales (Rodríguez-Ariza, en preparación), ofreciendo resultados interesantes aún cuando el método no es totalmente apropiado para el análisis de tablas de frecuencia; en segundo lugar, se ha utilizado el análisis de correspondencias con el objetivo de encontrar y definir relaciones entre los taxones, asociaciones entre taxones y estructuras, patrones de aparición de especies, etc.

II. EL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS

El análisis de correspondencias es una técnica multivariante de análisis de datos que, aunque en su origen fue concebido para estudiar tablas de contingencia, diversos investigadores han generalizado sus principios e ideas a otros contextos más amplios (tablas disyuntivas completas, variables cualitativas multiestado, tablas binarias, etc.) (Escofier y Pagés, 1988). Los objetivos del análisis de correspondencias están orientados a obtener una tipología de las unidades, una tipología de las variables y a relacionar ambas tipologías, descomponiendo la ligazón entre variables (y entre unidades) en una suma de tendencias simples e

interpretables, esto es, obtener información del "sistema de asociaciones" (*sic*) existente entre los elementos pertenecientes a dos conjuntos (Greenacre, 1984).

Desde un punto de vista matemático, el análisis de correspondencias es una extensión de otros análisis multivariantes (Análisis en Componentes Principales, Multidimensional Scaling) a datos de tipo cuantitativo, aún cuando las diferencias que existen entre ellos son bastante importantes (Krzanowski, 1988).

El fundamento estadístico está basado en: sea un conjunto de datos definido mediante dos variables cualitativas **I** y **J**, y los valores k_{ij} , que cuantifican el número de veces que la categoría $i \in I$ y la categoría $j \in J$ se observan simultáneamente en el conjunto. Los datos brutos se transforman en perfiles dividiendo cada término k_{ij} de la fila i (o columna j) por su frecuencia marginal f_i (o f_j); de esta forma, cada fila (columna) de la tabla se transforma en un perfil (profile) que puede representarse en el espacio **RJ** (cada columna en el espacio **R^I**) y, utilizando el estadístico chi-cuadrado, definir una distancia entre perfiles fila (columna) según:

$$d_x(\text{línea } i, \text{ línea } l) = \sum_j \frac{1}{f_j} \left(\frac{f_{ij}}{f_i} - \frac{f_{lj}}{f_l} \right)^2$$

$$d_x(\text{columna } j, \text{ columna } k) = \sum_i \frac{1}{f_i} \left(\frac{f_{ij}}{f_j} - \frac{f_{ik}}{f_k} \right)^2$$

(Benzecri, 1973).

Puesto que las distancias así definidas poseen las propiedades de una distancia euclídea (Escofier y Pagés, 1988), confieren a **R^I** y **R^J** una estructura de espacio euclídeo. El siguiente proceso es ya de tipo geométrico y consiste en encontrar los subespacios definidos por los ejes principales que maximizan la inercia entre las nubes de puntos, es decir, la variación espacial respecto a los centroides de los perfiles fila y columna (Greenacre, 1984; Jambu y Lebeaux, 1983), obteniendo así valores propios, ejes de inercia, inercias de unidades y variables sujeto al hiperplano y a cada eje, contribución de unidades y variables sujeto al hiperplano y a cada eje, planos principales, grupos, etc. Estos resultados matemáticos, en su globalidad, deben interpretarse en función del contexto particular de que se trate para obtener conclusiones fiables y rigurosas.

III. APLICACION DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS

1. FORTIN 1

En el Fortín 1 se ha estudiado el carbón procedente de 12 zonas de excavación, que se corresponden con parte de las estructuras excavadas recientemente (Arribas *et al.*, 1979, 1981;

CUADRO 1
 FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE LOS TAXONES EN LAS DIVERSAS ESTRUCTURAS DEL
 FORTIN 1 DE LOS MILLARES

FORTIN 1	Est. Central		R. Interno		R. Externo		Z. Molinos		Bastión II		Bastión IV		Bastión V		Bastión IX		Bastión X		Bastión XI		Bastión xv		Cabaña VIII		CUMULO		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
<i>Pinus halepensis</i>	8	44,44	27	11,29	53	14,72	27	12,85	1	2,86	24	3,58	9	5,38	32	19,6	1	0,57	20	3,57	1	16,67	1	0,68	204	7,41	
<i>Pinus nigra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,11
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	-	-	-	-	1	0,28	1	0,48	-	-	85	12,68	-	-	-	-	-	-	2	0,36	-	-	-	-	89	3,23	
<i>Pinus pinaster</i>	-	-	1	0,42	9	2,5	-	-	-	-	8	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	0,65	
<i>Pinus sp.</i>	-	-	-	-	2	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,19	
<i>Juniperus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	6,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	1,52	
<i>Tetraclinis articulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,19	
<i>Quercus ilex-coccifera</i>	-	-	24	10,04	20	5,55	27	12,85	2	5,72	17	2,54	7	4,2	5	3,07	22	12,71	66	11,8	-	-	6	4,06	196	7,12	
<i>Quercus faginea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,57	-	-	-	-	-	-	1	0,04	
<i>Qlex europaea</i>	7	38,88	125	52,3	108	30	70	33,33	18	51,42	131	19,55	76	45,5	56	34,4	62	35,82	108	19,3	1	16,67	61	41,21	823	29,92	
<i>Arbutus unedo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,15	-	-	-	-	-	-	1	0,18	-	-	-	-	2	0,08	
<i>Pistacia lentiscus</i>	-	-	4	1,68	13	3,61	1	0,48	4	11,42	30	4,47	4	2,4	-	-	4	2,31	31	5,52	-	-	-	-	91	3,31	
<i>Pistacia terebinthus</i>	-	-	-	-	16	4,44	4	1,91	-	-	15	2,24	9	5,39	-	-	4	2,31	12	2,14	-	-	2	1,35	62	2,25	
<i>Pistacia sp.</i>	-	-	2	0,84	-	-	4	1,91	-	-	7	1,05	1	0,6	-	-	1	0,57	2	0,36	-	-	1	0,68	18	0,65	
<i>Cistus sp.</i>	-	-	8	3,34	10	2,77	-	-	-	-	39	5,82	1	0,6	5	3,07	3	1,79	36	6,41	-	-	5	3,37	107	3,89	
<i>Crataegus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,18	-	-	-	-	1	0,04	
<i>Daphne sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,6	-	-	-	-	-	-	1	0,18	-	-	-	-	5	0,19	
<i>Ephedra sp.</i>	-	-	-	-	3	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,11	
<i>Erica sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,18	-	-	-	-	1	0,04	
<i>Phillyrea sp.</i>	-	-	-	-	1	0,28	-	-	-	-	7	1,05	-	-	-	-	-	-	3	0,54	-	-	-	-	11	0,41	
<i>Rhamnus sp.</i>	-	-	-	-	1	0,28	-	-	-	-	5	0,75	1	0,6	-	-	-	-	2	0,36	-	-	-	-	9	0,32	
<i>Rhamnus-Phillyrea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,68	2	0,08	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	-	-	-	4	1,12	2	0,96	2	5,72	29	4,32	2	1,2	1	0,62	3	1,79	22	3,92	-	-	6	4,06	71	2,58	
Leguminosas	1	5,56	-	-	10	2,78	46	21,9	-	-	51	7,61	33	19,8	12	7,36	12	6,93	76	13,5	-	-	34	22,97	275	10	
Monocotiledóneas	-	-	3	1,28	-	-	-	-	-	-	2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,19	
<i>Alnus glutinosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	66,66	-	-	12	0,43	
<i>Fraxinus sp.</i>	-	-	1	0,42	-	-	-	-	-	-	4	0,6	-	-	-	-	-	-	6	1,08	-	-	-	-	11	0,41	
<i>Populus sp.</i>	-	-	2	0,84	2	0,56	-	-	1	2,86	35	5,22	-	-	-	-	16	9,24	47	8,37	-	-	-	-	103	3,74	
<i>Salix sp.</i>	-	-	4	1,68	28	7,77	1	0,48	-	-	23	3,44	6	3,6	6	3,68	4	2,31	8	1,43	-	-	-	-	80	2,9	
<i>Salix-Populus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,86	2	0,3	-	-	1	0,62	1	0,57	-	-	-	-	-	-	5	0,19	
<i>Tamarix sp.</i>	1	5,56	32	13,38	60	16,66	11	5,23	5	14,28	66	9,85	10	5,98	31	19	21	12,12	81	14,4	-	-	5	3,37	323	11,74	
<i>Vicum sp.</i>	-	-	-	-	1	0,28	6	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	0,26	
Indeterminadas	-	-	-	-	1	0,28	2	0,96	-	-	6	0,9	2	1,2	4	2,45	2	1,15	6	1,08	-	-	1	0,68	24	0,87	
Indeterminables	1	5,56	6	2,51	17	4,72	8	3,81	1	2,86	28	4,17	6	3,59	7	4,29	8	4,62	29	5,16	-	-	25	16,89	136	4,94	
TOTAL CARBONES	18	100	239	100	360	100	210	100	35	100	670	100	167	100	164	100	173	100	561	100	6	100	148	100	2750	100	
Nº DE CARBONES	4		12		18		12		8		25		12		10		15		20		3		10		32		

Arribas *et al.*, 1983; Arribas *et al.*, 1985; Molina *et al.*, 1986; Molina, 1989), entre las que se encuentran los Bastiones III, IV, V, IX, X, XI y XV, la Cabaña VIII, la Estructura Central, el Recinto Interno y la zona al aire libre comprendida entre los dos anillos de murallas, que se ha dividido para su análisis en Recinto Externo y Zona Molinos (cuadro 1; fig. 1).

El análisis se ha realizado considerando 4 factores, por lo que el ajuste se lleva a cabo con respecto a un hiperplano de 4 dimensiones.

Los factores que aparecen en el análisis y que poseen una cierta importancia son los 3 primeros, con una inercia total de 73.7% (39.7%, 20.5% y 13.5%, respectivamente) (cuadro 2c); de esta forma, hay que estudiar la representación en dichos 3 factores. Si se considera el hiperplano de 4 dimensiones, la inercia total asociada a los 4 factores es 81.6%.

a) Factor 1

Este factor, que acarrea el 39.7% de la inercia total, está determinado en cuanto a las *estructuras*, fundamentalmente, por el Bastión IV que representa el 62% de la inercia del eje (cuadro 2a), y se caracteriza porque aparecen en él casi todos los taxones (25 determinados de 32 del conjunto del Fortín 1) y en proporciones importantes pero parejas entre sí, es decir, no hay grandes diferencias entre las frecuencias mayores y menores. En el extremo opuesto está la Estructura Central, en el que aparecen muy pocos taxones y con valores pequeños (fig. 3). Por tanto, en cuanto a las diversas estructuras, el factor 1 muestra un gradiente que mide la proporción de taxones que aparecen en cada zona referida a la cantidad existente en cada una de ellas: desde el Bastión IV (BIV), que contiene casi todos los taxones y en cantidades importantes hasta la Estructura Central (EC), que contiene muy pocas. Este gradiente determina, de alguna forma, la utilización de las distintas zonas en función de la variedad de taxones que aparecen en el yacimiento. Así, el Bastión IV por la cantidad de taxones y su proporción indicaría una zona de uso "colectivo", donde se quema leña de todo tipo o se depositan carbones procedentes de varios fuegos; esto estaría en relación con ser una de las entradas al Fortín y haberse detectado restos de actividad metalúrgica, aunque ésta influirá en la presencia, como más tarde veremos, de taxones originales dentro del conjunto de estructuras analizadas.

Los Bastiones XI y X (BXI y BX) muestran esta misma característica pero de una forma menos acusada, y están más especializados en unos taxones determinados: encina/coscoja (QIC), acebuche (OLE), lentisco (PIL), cornicabra (PIT), *Pistacia* sp. (PIS), leguminosas (LEG), álamo (POS), sauce (SAS), Taray (TAS) e Indeterminables (IDB) que aparecen en proporción media, y no contienen otros: pino salgareño (PNI), pino marítimo (PPT), *Pinus* sp. (PSP), enebros (JSP), tuya (TEA), belcho (EPS), *Rhamnus-Phillyrea* (RPS), monocotiledóneas (MON), aliso (ALG) y muérdago (VCS). El primer grupo está constituido por las especies más características de las formaciones vegetales del piso termomediterráneo, que se podrían desarrollar en el entorno más inmediato del Fortín 1, junto con álamos y sauces que provendrían de la rambla de Huéchar. Sin embargo, el segundo grupo presenta especies que podríamos considerar "raras" o "escasas" en un área próxima. Es, por tanto, este segundo grupo el que marca la diferencia con el Bastión IV, en el que sí están casi todas ellas repre-

CUADRO 2

ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS DEL FORTIN 1. A) CONTRIBUCION DE LAS ESTRUCTURAS. B) VECTORES PROPIOS. C) VARIANZA/VALORES PROPIOS.

a) Contribuciones de las variables

n.º	var.	QLT	WEIG	INR	1 »F	COR	CTR	2 »F	COR	CTR	3 »F	COR	CTR
1	EC	512	7	28	697	213	16	-766	258	35	304	41	13
2	RI	473	88	87	425	335	70	-263	128	52	-65	8	10
3	RE	762	132	113	292	184	50	-483	503	250	-186	75	60
4	ZM	702	77	107	472	294	75	213	61	32	513	347	245
5	BIII	83	13	27	180	30	4	-23	1	4	-239	52	15
6	BIV	1000	245	279	-768	951	621	-131	28	38	112	21	42
7	BV	547	62	48	335	265	32	120	34	11	324	247	82
8	BIX	589	60	74	447	299	53	-439	289	96	-12	1	6
9	BX	446	61	48	176	72	10	302	211	48	-265	163	56
10	BXI	909	206	111	-12	1	2	408	566	277	-317	342	251
11	C8	623	54	83	263	83	18	458	252	94	489	287	159

b) Vectores propios

Vectores	1	2	3
Var. 1 EC	-0.081	0.122	-0.186
Var. 2 RI	-0.296	0.270	-0.232
Var. 3 RE	-0.363	0.227	-0.525
Var. 4 ZM	-0.277	0.281	0.177
Var. 5 BIII	-0.113	0.044	-0.008
Var. 6 BIV	-0.495	-0.817	-0.195
Var. 7 BV	-0.247	0.178	0.088
Var. 8 BIX	-0.244	0.234	-0.321
Var. 9 BX	-0.246	0.093	0.222
Var. 10 BXI	-0.453	-0.012	0.553
Var. 11 C8	-0.232	0.131	0.318

c) Varianza/valores propios

	1	2	3
Valores propios	0.216	0.112	0.074
% Varianza	39.715	20.469	13.516
% Varianza acumulada	39.715	60.185	73.701

sentadas. La semejanza entre el Bastión XI y X está referida, numéricamente, a proporción de taxones. El uso "colectivo" señalado para el Bastión IV está representado por una zona de almacenamiento y grandes hogares en el Bastión XI, e indicios de actividad metalúrgica en el Bastión X.

El gradiente continúa decreciendo hasta llegar al Recinto Interno (RI), Recinto Externo (RE) y Bastión IX (BIX), en los que predominan el pino carrasco (PHA), encina/coscoja

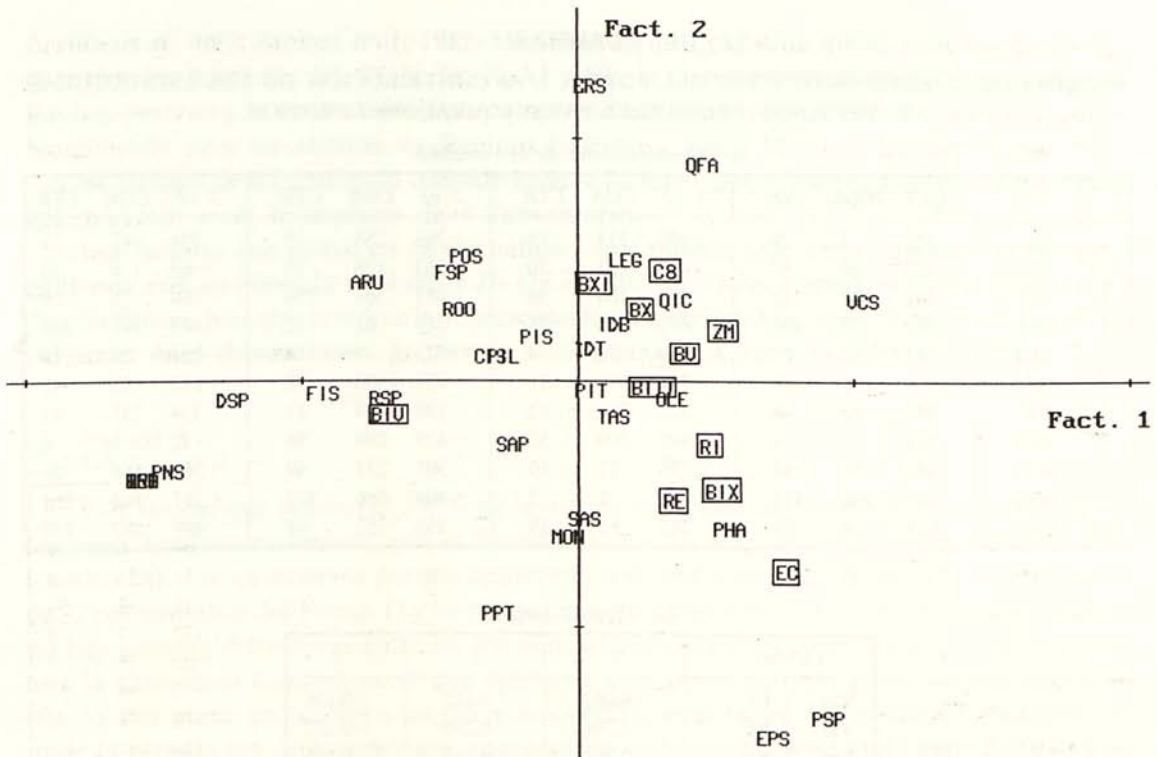


Fig. 3.—Análisis de correspondencias del Fortín 1. Factores 1 y 2.

(QIC), acebuche (OLE), jaras (CIS), sauce (SAS), taray (TAS) e indeterminables (IDB), mientras que el número de especies que casi no aparecen es bastante grande (con 12, 18 y 12 taxones determinados, respectivamente, frente a los 32 del conjunto del Fortín). Es de destacar la fuerte presencia del pino carrasco en posible relación con su utilización como postes en el Bastión IX y Recinto Interno, y la existencia de varios troncos de esta especie que podrían formar parte de pequeñas estructuras al aire libre como secaderos o sostén de vasijas. El resto de especies son las más usuales del entorno.

Por último, la Estructura Central es la que contiene menor número de taxones en relación con el escaso número de fragmentos de carbón recuperado, estando los cuatro taxones determinados (pino carrasco, acebuche, leguminosas y taray) entre los cinco más representados en el conjunto del Fortín (los anteriores más la encina/coscoja), por lo que se confirma la relativa abundancia de éstos en el entorno (fig. 1).

El factor 1, en cuanto a los *taxones*, muestra la asociación existente entre estos y las áreas definidas, en un gradiente que comienza con taxones que aparecen en muy pocas zonas (solamente en una o dos) para, siguiendo el gradiente de éstas, continuar con aquellos que aparecen en un número mayor de estructuras y finalizar con los que están en casi todas ellas (cuadro 3). Se pueden distinguir los siguientes grupos:

1.—El taxón más significativo (muy bien representado) en cuanto a su aparición en muy pocas zonas y que contribuye al eje con mayor inercia (34%) es el *Pinus nigra-sylvestris* (PNS), que aparece fuertemente en el Bastión IV y poquísimo en Recinto Externo, Zona Molinos y Bastión XI (cuadro 3). Junto a él forman grupo el pino salgareño (PNI), enebros (JSP) y tuya (TEA), que aparecen en exclusiva en el Bastión IV aunque con porcentajes pequeños, y el *Rhamnus-Phillyrea* (RPS), y torvisco (DSP) que aparece además en otra de las zonas. Estos taxones están muy bien representados en dicho eje, pero aportan bastante menos inercia al mismo; dentro de éstos, el que aporta mayor inercia es el enebro con 18%, al ser el que aparece en mayor cantidad de todos ellos.

2.—Las siguientes zonas del gradiente están determinadas por taxones tales como la-

CUADRO 3

ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS DEL FORTIN 1. CONTRIBUCIONES DE LOS TAXONES

n.º	el.	QLT	WEIG	INR	1 »F	COR	CTR	2 »F	COR	CTR	3 »F	COR	CTR
1	PHA	782	75	102	471	300	73	-594	475	208	64	6	9
2	PNI	991	2	7	-1650	884	15	-393	51	5	413	56	8
3	PNS	992	33	163	-1558	890	341	-357	47	36	382	54	58
4	PPT	606	7	22	-369	79	6	-941	509	49	-172	17	8
5	PSP	424	2	21	827	110	8	-1367	299	31	-300	15	7
6	JSP	991	16	87	-1650	884	182	-393	51	22	413	56	35
7	TEA	991	2	11	-1650	884	24	-393	51	6	413	56	9
8	QIC	700	72	46	278	222	26	343	340	70	-218	138	43
9	QFA	125	1	11	378	10	2	903	53	6	-976	62	9
10	OLE	607	301	78	265	498	93	-65	30	14	105	78	42
11	ARU	822	1	2	-838	567	4	414	139	5	-378	116	7
12	PIL	683	34	25	-347	299	19	105	28	7	-378	356	58
13	PIT	8	23	18	-30	3	2	-36	4	4	-12	1	6
14	PIS	601	7	8	-225	82	4	184	55	6	536	463	27
15	CIS	740	40	23	-395	493	28	105	35	7	-258	212	35
16	CRS	739	1	3	-26	1	2	1221	385	8	-1168	353	11
17	DSP	981	2	7	-1325	972	16	-70	3	4	97	6	6
18	EPS	449	2	14	627	60	4	-1446	317	22	-684	71	11
19	ERS	739	1	3	-26	1	2	1221	385	8	-1168	353	11
20	FIS	944	5	8	-1000	928	19	-48	3	4	-118	13	6
21	RSP	758	4	5	-773	750	11	-68	6	4	27	1	6
22	RPS	991	1	3	-1650	884	6	-393	51	4	413	56	6
23	ROO	832	26	21	-510	612	31	298	210	22	-59	9	7
24	LEG	853	101	88	100	22	6	505	540	204	371	291	159
25	MON	110	2	13	-112	4	2	-629	105	10	20	1	6
26	FSP	689	5	9	-531	260	7	452	189	10	-509	239	17
27	POS	920	38	63	-480	256	39	520	301	83	-571	362	142
28	SAS	604	30	31	-54	6	3	-555	535	74	-188	62	17
29	SAP	53	2	14	-315	25	3	-253	16	5	-215	12	6
30	TAS	901	119	29	56	25	4	-142	154	23	-308	722	130
31	VCS	386	3	41	959	106	12	341	14	6	1521	266	71
32	IDT	59	9	7	-33	3	2	143	53	5	26	2	6
33	IDB	257	50	33	54	9	3	238	159	26	177	89	23

biérnago (FIS), madroño (ARU), y espinos (RSP), que siguen el gradiente pero aportan poco a la inercia del eje (puesto que en los bastiones en los que aparecen lo hacen con frecuencia escasa).

3.—El gradiente continúa a lo largo de las monocotiledóneas (MON), *Pistacia* sp. (PIS), sauce (SAS), indeterminadas (IDT), y cornicabra (PIT), que conforman la transición hacia los taxones que aparecen en mayor número de zonas y que, debido a su escasa frecuencia de aparición, están escasamente representadas en el eje y aportan poca inercia al mismo.

4.—El final del gradiente está constituido por los indeterminables, encina/coscoja, taray, leguminosas, acebuche y pino carrasco, que constituyen taxones que aparecen en casi todas las zonas del yacimiento y en cantidades de cierta importancia (las de mayor frecuencia son el acebuche y el pino carrasco, que son los mejor representados y aportan mayor inercia al eje de los taxones de este grupo). Un detalle importante, ya comentado anteriormente, es que el pino carrasco destaca por su asociación con el Recinto Interno, Recinto Externo, Bastión IX y Estructura Central (fig. 3).

b) Factor 2

Este factor, que acarrea el 20.5% de la inercia total (cuadro 2c), está determinado en cuanto a las *estructuras*, fundamentalmente, por el Recinto Externo y Bastión XI, que están muy bien representados y aportan la mayor parte de la inercia al eje (25% y 27.7%, respectivamente) (cuadro 2a); dichas zonas aparecen en los lugares más opuestos del eje, esto es, el gradiente ocurrirá desde el Bastión XI hasta el Recinto Externo, o viceversa (fig. 3). Una vez eliminado el efecto del factor 1, estas zonas muestran una polarización que va desde el Bastión XI, Bastión X y Cabaña VIII (C8), muy abundantes y en similares proporciones en encina/coscoja, leguminosas e indeterminables, hasta el otro extremo, constituido por: Recinto Externo, Estructura Central y Bastión IX, muy abundantes y en similares proporciones en pino carrasco y taray fundamentalmente. En la zona intermedia aparece el Bastión V (abundante en acebuche, leguminosas y taray) y el Bastión IV, que tiene gran abundancia de casi todos los taxones, destacando sobre todo en acebuche. De esta forma, la gradación de zonas con respecto al factor 2 (una vez eliminado el efecto del factor 1) es de la forma:

C8 - BXI - BX - ZM - BV - BIII - BIV - RI - BIX - RE - EC

De ellos, están escasamente representados y contribuyen poco a la inercia del eje las zonas, por orden decreciente, Bastión III, Bastión IV, Bastión V y Zona Molinos (con pocas especies, salvo el Bastión IV).

En cuanto a los *taxones*, el factor 2 muestra una bipolarización entre el pino carrasco (bien representado y con gran contribución a la inercia del eje) junto al pino marítimo y el sauce (bien representados pero con contribución escasa) frente a leguminosas (bien representada y con buena contribución a la inercia) y encina/coscoja (bien representada pero con escasa inercia) (cuadro 3; fig. 3). Ambos grupos de especies aparecen en zonas muy distintas

CUADRO 4

TAXONES DETERMINADOS EN EL ANTRACOANALISIS DE LOS MILLARES CON EL NOMBRE CIENTIFICO, NOMBRE VULGAR Y ABREVIATURA UTILIZADOS EN EL TEXTO

TAXONES-Nombre científico	Nombre vulgar	Abreviatura
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	PHA
<i>Pinus nigra</i>	Pino salgareño	PNI
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	Pino salgareño/silvestre	PNS
<i>Pinus pinaster</i>	Pino marítimo	PPT
<i>Pinus sp.</i>	Pinos	PSP
<i>Juniperus sp.</i>	Enebros	JSP
<i>Tetraclinis articulata</i>	Tuya	TEA
<i>Quercus ilex-coccifera</i>	Encina/coscoja	QIC
<i>Quercus faginea</i>	Quejigo	QFA
<i>Quercus suber</i>	Alcornoque	QSU
<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	Acebuche	OLE
<i>Arbutus unedo</i>	Madroño	ARU
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco	PIL
<i>Pistacia terebinthus</i>	Cornicabra	PIT
<i>Pistacia sp.</i>		PIS
<i>Cistus sp.</i>	Jaras	CIS
<i>Crataegus sp. (monogyna)</i>	Majuelo, espino blanco	CRS
<i>Daphne sp. (gnidium)</i>	Torvisco	DSP
<i>Ephedra sp.</i>	Belchos	EPS
<i>Erica sp.</i>	Brezos	ERS
<i>Lycium intricatum</i>	Cambronera	LYI
<i>Phillyrea sp.</i>	Labiérnagos	FIS
<i>Rhamnus sp.</i>	Espinos	RSP
<i>Rhamnus-Phillyrea</i>		RPS
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	ROO
<i>Leguminosae</i>	Leguminosas	LEG
<i>Monocotiledoneae</i>	Monocotiledóneas	MON
<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso	ALG
<i>Fraxinus sp.</i>	Fresnos	FSP
<i>Populus sp.</i>	Alamos	POS
<i>Salix sp.</i>	Sauces	SAS
<i>Salix-Populus</i>		SAP
<i>Sambucus sp.</i>	Sauces	SBS
<i>Tamarix sp.</i>	Tarayes	TAS
<i>Viscum sp.</i>	Muérdagos	VCS
Indeterminados	(Frag. no clasificados)	IDT
Indeterminables	(Frag. en mal estado)	IDB

del Fortín, y donde aparecen las de un grupo no aparecen las del otro; así se definen los dos grupos de estructuras anteriormente señalados. El primer grupo, formado por los Bastiones XI, X y Cabaña VIII y con una importante presencia de encina/coscoja y leguminosas, está caracterizado por existir en todos ellos hogares, utilizados con fines específicos como la metalurgia o el calentamiento de sílex. Por contra, el segundo grupo formado por el Recinto Externo, Bastión IX y Estructura Central refleja la madera empleada en la construcción, como ya ha sido señalado al analizar el factor 1. Por tanto, este factor nos señala las especies que tuvieron una función, casi exclusiva, para el alimento de los hogares, presumiblemente por sus cualidades caloríficas, frente a las utilizadas en la construcción, probablemente por contar con troncos y ramas más o menos rectos.

c) Plano de los factores 1 y 2

Dentro del hiperplano de dimensión 4, este plano es el de mayor importancia (acarrea el 60,2% de la inercia total) (cuadro 2c) y, por tanto, los resultados que muestra son muy significativos (ver cuadro 4 para equivalencia entre abreviaturas, taxones y nombre vulgar).

El plano de los factores 1 y 2 (fig. 3) presenta, respecto a los *taxones*, una nube en forma de triángulo, indicando que una tendencia general se divide posteriormente en dos partes diferenciadas y opuestas, destacando la diversidad de tendencias que existen. En primer lugar aparecen los taxones de los dos primeros grupos definidos en el factor 1, y que aparecen principalmente en el Bastión IV.

Posteriormente esta tendencia se subdivide en dos ramas, que muestran tanto la asociación de las especies a estructuras determinadas como las distintas frecuencias de aparición y que han sido definidas por el factor 2.

Por otro lado, son de destacar los taxones definidos en el grupo 4 del factor 1 como el acebuche, las leguminosas, el taray y los indeterminables, con gran frecuencia de aparición en todas las zonas, aunque muestran tendencia hacia uno u otro grupo en función de la frecuencia que poseen en los bastiones característicos.

Respecto a las *estructuras* del Fortín 1, el plano 1-2 (fig. 3) muestra un efecto Guttman: destaca una curva a la que se ajustan las zonas. Esta curva muestra un gradiente de "tamaño" (indicando la frecuencia de aparición de taxones), que comienza en el Bastión IV y finaliza en la Estructura Central, de forma que moviéndose de izquierda a derecha y siguiendo la curva, las zonas contienen menos especies y/o en menor cantidad.

d) Factor 3

Este factor, que acarrea el 13,5% de la inercia total (cuadro 2c), está determinado en cuanto a las *estructuras* (cuadro 2a; figs. 4a y 4b) por una bipolarización entre:

- 1.—Zona Molinos, Cabaña VIII y Bastión V, por un lado, y

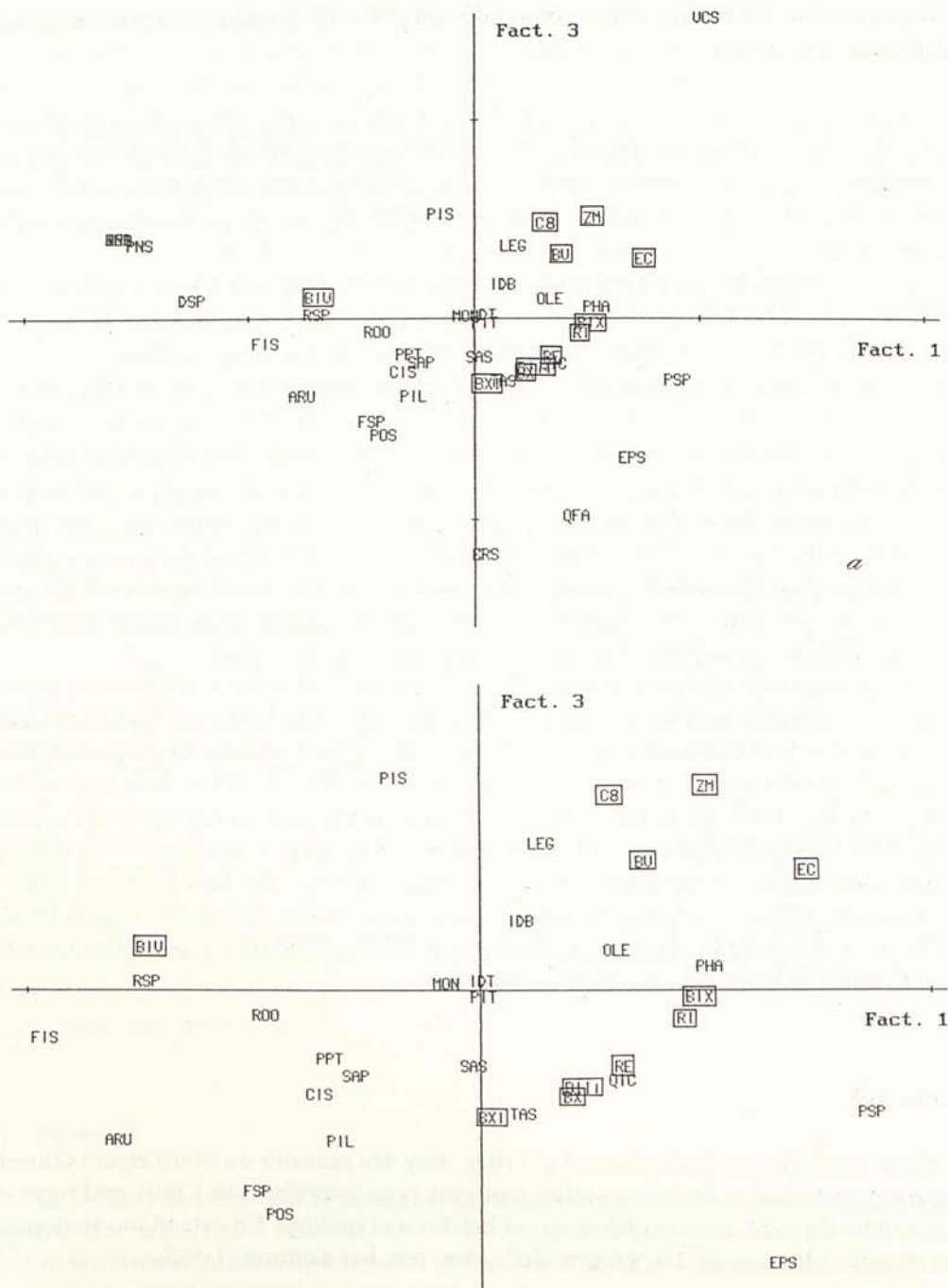


Fig. 4.—Análisis de correspondencias del Fortín 1. a) Factores 1 y 3. b) Ampliación factores 1 y 3.

2.—Bastión XI por el otro, junto a los Bastiones X y III (aunque con bastante menor grado de representación).

Estos dos grupos muestran gran contribución al eje que define al factor y están bastante bien representadas en el mismo. De esta forma, el eje correspondiente al factor 3 es un factor dicotómico que destaca los taxones en función de su proporción en el Bastión XI contrapuesto a Zona Molinos y Cabaña VIII y Bastión V, es decir, contraponen dichos grupos de zonas.

Los taxones muestran un gradiente en función de su asociación a las estructuras anteriormente mencionadas (cuadro 3; figs. 4a y 4b), es decir, varía desde taxones con escasa representación en el Bastión XI y máxima en Zona Molinos, Cabaña VIII y Bastión V (en proporción al resto de las zonas) como *Pistacia* sp. y leguminosas (en menor medida), hasta el extremo opuesto con especies como el taray y, en menor grado, el álamo, con un comportamiento a la inversa en los dos grupos de estructuras. Estos taxones contribuyen en gran medida al eje y están muy bien representados, destacando el taray como el que mejor define el eje, y el mejor representado. Por tanto, este eje parece ser una contraposición entre taray y álamo, por un lado, y *Pistacia* sp. y leguminosas por otro. Estos dos grupos tienen requerimientos hídricos muy específicos, pudiendo definirse al primero como vegetación de ribera, es decir, que vive cerca de cursos de agua, mientras que el segundo pertenece al grupo de la vegetación climática, o dependiente del clima general de la región.

Otros taxones también contribuyen al factor 3, aunque están bastante peor representados (posiblemente sean especies asociadas a las anteriores). Así el Fresno y los brezos (como caso límite, ya que solamente aparece en el bastión XI) están asociadas al grupo del taray y álamo, caracterizadas por su gran frecuencia relativa en Bastión XI y nula presencia en Zona Molinos, Bastión V y Cabaña VIII; en el otro extremo junto a leguminosas y *Pistacia* sp. surge el muérdago (VCS) (que contribuye bastante al eje pero está pobremente representado) como caso límite (únicamente aparece en Zona Molinos y Recinto Externo). Estas especies asociadas vienen a reafirmar la idea de que se oponen dos zonas de recogida de leña, por un lado, la ribera de la Rambla de Húechar y del Río Andarax y, por otro, las zonas como pendientes y llanadas cercanas al Fortín.

e) Plano 1-3

El plano formado por los factores 1 y 3 (figs. 4a y 4b) muestra un claro efecto Guttman respecto a los taxones, si se obvian aquellos con muy poca contribución y muy mal representados en ambos factores, como el *Pinus* sp., el belcho o el quejigo. En este plano se destacan de forma clara, algunos de los grupos definidos por los factores 1 y 3:

— *Pinus nigra-sylvestris*, pino salgareño, enebro, tuya y *Rhamnus-Phyllirea*. Estos taxones destacan por su aparición en el Bastión IV y por tener su hábitat principal en alturas por encima del emplazamiento de Los Millares, lo cual indicaría la traída de éstos desde la Sierra

de Gádor, posiblemente para su utilización en la fundición del mineral de cobre.

— El grupo formado por el pino marítimo, *Salix-populus* y jaras destaca por aparecer en pocas estructuras (en el caso de los dos primeros), o bien, en pequeña proporción en casi todas ellas (jaras).

— Los fresnos y álamos representan a la vegetación que crece junto a los cursos de agua, y que se definía en el factor 3 por su relativa importancia en el Bastión XI.

— El grupo de las monocotiledóneas, indeterminadas y cornicabra se definía en el factor 1, y representa los taxones que aparecen en un número medio de estructuras, lo que puede indicar la relativa presencia de estas especies en los alrededores del yacimiento.

En cuanto a las *estructuras*, destacan 3 grupos claros (figs. 4a y 4b). La zona BIV es un elemento aislado del resto, y los otros grupos están constituidos por BXI, BX, RE y BIII, por un lado, opuesto al grupo formado por C8, BV, EC y ZM por el otro. Aislados del resto de los grupos, pero intermedio entre estos últimos, están BIX y RI, más conectados con RE que con ninguna otra zona.

2. EL POBLADO

En el poblado se han distinguido durante el Cobre Pleno cuatro grandes zonas para el análisis, que se corresponden con las cuatro líneas de muralla (fig. 2; cuadro 5). El escaso número de carbón recuperado en muchas de las estructuras excavadas de cada una de estas zonas, imposibilita la contrastación fiable de resultados a una escala menor. Por tanto, el análisis de correspondencias sólo nos servirá para observar tendencias generales en la aparición y uso de las especies leñosas en función, principal aunque no exclusivamente, de un factor espacial, que en algunos casos puede ser interpretado desde un punto de vista funcional.

La aparición de taxones en el poblado está determinada por las zonas de análisis del mismo: Zona I (ZI), Zona II (ZII), Zona III (ZIII) y Zona IV (ZIV) (fig. 2; cuadro 5). El análisis se ha llevado a cabo considerando 3 factores (n.º máximo al disponer de 4 variables). De esta forma, el ajuste se realizará respecto a un hiperplano tridimensional, lo que proporciona 3 factores que acarrearán una varianza de 47.6%, 28.1% y 24.2%, respectivamente (cuadro 6c); claramente, el primer factor es el más importante ya que su inercia es casi el doble que la de cada uno de los demás.

a) Factor 1

El factor 1 acarrea casi la mitad de la inercia total (47.6%) y, por tanto, posee bastante importancia, tanto por sí mismo como en conjunción con el resto de los factores (cuadro 6c). Está determinado, fundamentalmente, por la Zona III, que representa el 63.3% de la inercia del eje (del resto de las zonas, únicamente la Zona IV tiene significación con el 27.9% de la inercia); además, el factor 1 acarrea el 33.4% de la inercia total del conjunto de datos (cuadro 6a).

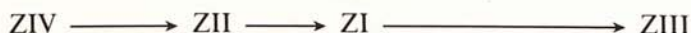
La Zona III se caracteriza porque se contrapone a la Zona IV (figs. 5 y 6) en cuanto a

CUADRO 5

FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE LOS TAXONES EN LAS DIVERSAS ZONAS DEL POBLADO DE LOS MILLARES DURANTE EL COBRE PLENO

LM. COBRE PLENO	Zona I		Zona II		Zona III		Zona IV	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Pinus halepensis</i>	8	1,05	26	3	3	1,28	-	-
<i>Pinus nigra</i>	5	0,66	10	1,16	12	5,08	-	-
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	-	-	5	0,58	5	2,12	6	2,2
<i>Pinus pinaster</i>	-	-	-	-	1	0,42	-	-
<i>Pinus sp.</i>	-	-	3	0,35	-	-	1	0,37
<i>Juniperus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,37
<i>Quercus ilex-coccifera</i>	12	1,57	39	4,51	9	3,81	5	1,84
<i>Quercus faginea</i>	3	0,4	62	7,17	-	-	1	0,37
<i>Quercus suber</i>	-	-	1	0,12	-	-	-	-
<i>Olea europaea</i>	162	21,28	177	20,48	109	46,19	54	19,9
<i>Cf. Arbutus unedo</i>	4	0,53	10	1,16	1	0,42	-	-
<i>Pistacia lentiscus</i>	56	7,35	36	4,16	9	3,81	3	1,1
<i>Pistacia terebinthus</i>	43	5,65	27	3,12	12	5,02	11	4,04
<i>Pistacia sp.</i>	12	1,57	2	0,24	-	-	1	0,37
<i>Cf. Pistacia sp.</i>	-	-	-	-	5	2,12	-	-
<i>Cistus sp.</i>	13	1,71	8	0,92	-	-	-	-
<i>Daphne sp.</i>	1	0,14	-	-	-	-	-	-
<i>Ephedra sp.</i>	4	0,53	-	-	-	-	-	-
<i>Erica sp.</i>	5	0,66	2	0,24	1	0,42	-	-
<i>Lycium intricatum</i>	-	-	2	0,24	-	-	1	0,37
<i>Phillyrea sp.</i>	1	0,14	-	-	2	0,86	-	-
<i>Rhamnus sp.</i>	2	0,28	5	0,58	-	-	5	1,84
<i>Rhamnus-Phillyrea</i>	1	0,14	-	-	-	-	2	0,74
<i>Rosmarinus officinalis</i>	35	4,59	7	0,82	1	0,42	3	1,1
Leguminosas	62	8,14	37	4,28	4	1,7	10	3,67
<i>Alnus glutinosa</i>	-	-	55	6,36	-	-	17	6,25
<i>Fraxinus sp.</i>	26	3,41	1	0,12	1	0,42	8	2,94
<i>Populus sp.</i>	93	12,22	136	15,74	16	6,78	26	9,55
<i>Salix sp.</i>	30	3,94	17	1,96	20	8,57	2	0,74
<i>Salix-Populus</i>	3	0,4	1	0,12	-	-	-	-
<i>Sambucus sp.</i>	-	-	5	0,58	-	-	-	-
<i>Tamarix sp.</i>	112	14,71	152	17,59	18	7,63	79	29,1
Indeterminadas	30	3,94	2	0,24	-	-	2	0,74
Indeterminables	38	4,99	36	4,16	7	2,97	33	12,1
TOTAL CARBONES	761	100	864	100	236	100	272	100
Nº DE CARBONES	23		25		18		20	

frecuencia de aparición, es decir, excepto especies que no aparecen en ninguna de ellas (alcornoque —QSU—, jaras —CIS—, torvisco —DSP—, belcho —EPS—, *Salix-populus* —SAP— y saúco —SBS—), las especies muy frecuentes en la Zona III son muy poco frecuentes en la IV, y viceversa. La Zona II y, en menor medida, la Zona I se relacionan con la Zona IV. Esta situación determinada un gradiente que muestra oposición entre dos grupos de zonas en el poblado:



Los resultados del análisis indican entonces la existencia de dos zonas destacadas y opuestas en el poblado, en base a la importancia en ellas de los siguientes taxones:

Zona III	Zona IV	Zona II	Zona I
<i>Pinus nigra</i>	<i>Tamarix</i>	<i>Arbutus unedo</i>	Indeterminadas
<i>Olea europaea</i>	Indeterminables	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Phyllirea</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Quercus ilex-coccifera</i>	<i>Fraxinus</i>
<i>Pistacia</i>	<i>Rhamnus</i>	<i>Quercus faginea</i>	<i>Cistus</i>
<i>Salix</i>	<i>Rhamnus-Phyllirea</i>	<i>Quercus suber</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Pinus pinaster</i>		<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Erica</i>
		<i>Lycium intricatum</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>
		<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
		<i>Tamarix</i>	<i>Salix-Populus</i>
			<i>Daphne</i>
			<i>Ephedra</i>

El contraste entre la Zona III y Zona IV se establece en términos de proporción con respecto a la aparición de dichas especies en el resto de los recintos o zonas. En la Zona III vemos como todos los taxones (salvo el sauce) pertenecen a la vegetación climácica, destacando especialmente el acebuche y el pino salgareño, con porcentajes por encima del doble que en el resto de zonas. En esta zona destaca la importancia del Recinto Y, construcción rectangular de grandes dimensiones que en el nivel de ocupación presenta claras evidencias de su utilización para la producción metalúrgica, con la aparición de gran número de crisoles, gotas de cobre y escorias del mismo metal, con 127 fragmentos de carbón de los 236 analizados en esta zona (cuadro 8). Los porcentajes que presentan en el Recinto Y estas dos especies están por encima de los de la Zona III (cuadro 5); por contra el labiérnago y el pino marítimo no aparecen y la *Pistacia* sp. y el sauce presentan porcentajes inferiores. Por tanto, se puede deducir que el comportamiento singular, tanto del acebuche como del pino salgareño, en la Zona III se debe posiblemente a su utilización como material energético en la fundición del metal. Hay que señalar que el segundo también se encontraba entre el grupo de taxones que singularizaban el Bastión IV del Fortín 1, con indicios de metalurgia.

En la Zona IV destacan especialmente el taray, indeterminables (o carbones en mal estado) y el aliso, es decir, especies ligadas a la ripisilva. Si tenemos en cuenta la cercanía de

esta zona tanto al Río Andarax como a la Rambla de Huéchar, se puede pensar que la leña proviene de estas zonas y, por tanto, en la Zona IV se refleja una recogida de leña indiscriminada entre las especies presentes en el entorno más inmediato, frente a una recogida especializada y a mayor distancia del Poblado reflejada en la Zona III.

Las Zona II y Zona I muestran una proporción de taxones más semejante a la Zona IV (fig. 5). En la Zona II, junto a la importancia de las especies de ribera (aliso, taray y saúco),

CUADRO 6

ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS DEL POBLADO. A) CONTRIBUCION DE LAS ZONAS.
B) VECTORES PROPIOS. C) VARIANZA/VALORES PROPIOS.

a) Contribuciones de las variables

n.º	var.	QLT	WEIG	INR	1 »F	COR	CTR	2 »F	COR	CTR	3 »F	COR	CTR
1	ZI	1002	251	209	14	1	2	552	939	618	140	61	51
2	ZII	1002	251	210	-248	188	72	-314	304	203	407	509	399
3	ZIII	1002	251	334	687	912	540	-169	56	62	-132	34	46
4	ZIV	1002	250	248	-455	537	237	-68	13	13	-418	452	417

b) Vectores propios

Vectores	1	2	3
Var. 1 ZI	-0.500	0.016	0.835
Var. 2 ZII	-0.500	-0.288	-0.476
Var. 3 ZIII	-0.500	0.799	-0.256
Var. 4 ZIV	-0.499	-0.528	-0.103

c) Varianza/valores propios

	1	2	3
Valores propios	0.185	0.109	0.094
% Varianza	47.616	28.136	24.248
% Varianza acumulada	47.616	75.752	100

aparecen una serie de especies con requerimientos hídricos importantes como son el quejigo, el alcornoque y el madroño, lo cual podría indicar que en los alrededores de Los Millares estas últimas se refugiaron en zonas fluviales y, por tanto, aparecen en asociación con las primeras, indicando una zona de recogida de leña explotada por los habitantes de esta Zona II. Los taxones de la Zona I (salvo fresnos y *Salix-Populus*) representan las especies arbustivas (lentisco y cornicabra) y del matorral fruticoso (romero, leguminosas, jaras, torvisco y belcho) características del lentiscar. También destacan los fragmentos Indeterminados de carbón que, en la mayoría de los casos, corresponden a pequeñas ramitas, probablemente de especies de este mismo ambiente. Por tanto, la Zona I parece indicar una zona de recogida de leña dominada por las formaciones leñosas del piso termomediterráneo, y, por su cercanía, probablemente desarrollada en el área de la necrópolis o sus inmediaciones.

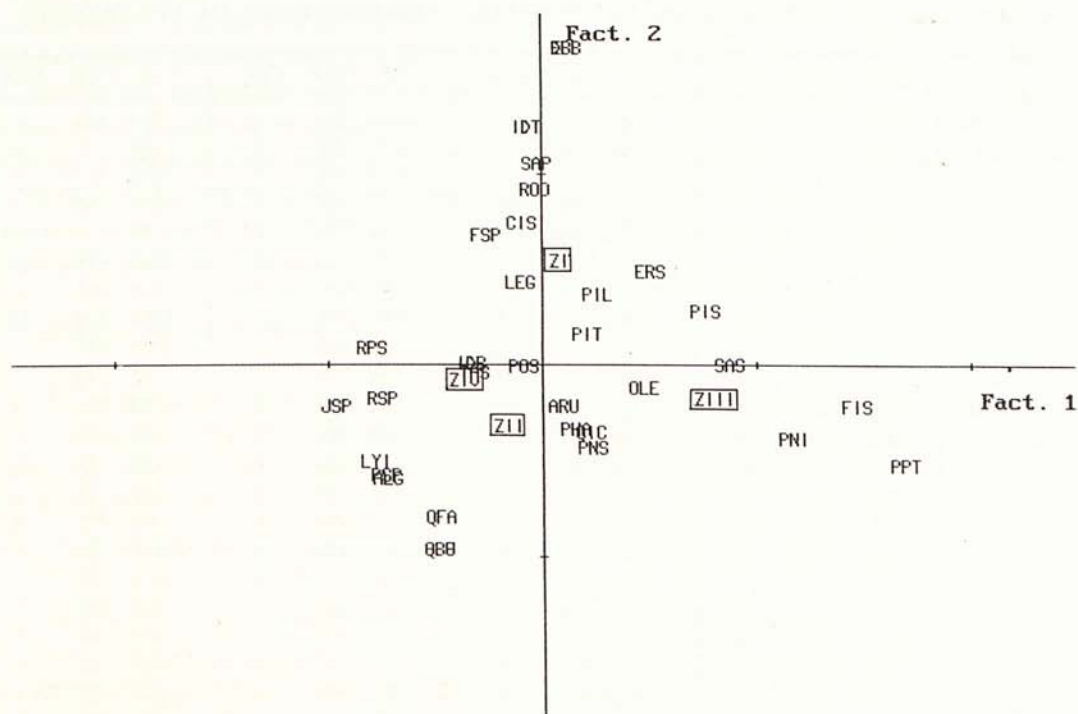


Fig. 5.—Análisis de correspondencias del Poblado. Factores 1 y 2.

b) Factor 2

Este factor acarrea el 28.1% de la inercia total del conjunto de datos (casi la misma cantidad que el factor 3, con el 24.2%) (cuadro 6c) y determina una nueva bipolarización (una vez eliminada la oposición que determina el factor 1). En este caso la Zona I se opone a la Zona IV, Zona III y Zona II (fig. 5), destacando, casi exclusivamente, la Zona I, tanto por su contribución al eje (68%) como por su buena representación en el mismo (de las otras zonas destaca la II que aporta el 22.7% de la inercia); de esta forma, el factor 2 divide al conjunto de datos en dos conjuntos opuestos: la Zona I con las especies asociadas y el resto de zonas (ZII, ZIII, y ZIV).

El factor 2 destaca los taxones en los que domina bastante la Zona I, y que se corresponden con los apuntados en el factor 1: leguminosas, lentisco (*Pistacia lentiscus*), brezos (*Erica* sp.), fresnos (*Fraxinus* sp.), Indeterminadas, *Salix-Populus*, jaras (*Cistus* sp.), romero (*Rosmarinus officinalis*) y cornicabra (*Pistacia terebinthus*), incluso con especies exclusivas de esta zona como son el torvisco (*Daphne* sp.) y el belcho (*Ephedra* sp.). Dentro de estos taxones los Indeterminados y los romeros son los que más destacan respecto al resto, con un 18% y un 14% de la inercia del eje (cuadro 7), respectivamente, y están muy bien representados en

CUADRO 7

ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS DEL POBLADO. CONTRIBUCIONES DE LOS TAXONES

n.º	el.	QLT	WEIG	INR	1 »F	COR	CTR	2 »F	COR	CTR	3 »F	COR	CTR
1	PHA	1002	14	23	66	7	0	-330	167	2	734	827	7
2	PNI	1002	18	59	1082	890	17	-378	109	3	-49	2	0
3	PNS	1002	13	20	147	36	1	-427	298	2	-639	667	5
4	PPT	1002	2	9	1596	851	3	-512	88	1	-429	62	1
5	PSP	1002	2	5	-823	676	1	-568	322	1	-54	3	0
6	JSP	1002	1	8	-1058	372	1	-206	15	0	-1360	615	2
7	QIC	1002	30	14	136	101	1	-341	638	3	219	263	2
8	QFA	1002	20	117	-567	142	6	-784	271	11	1158	589	24
9	QSU	1002	1	3	-575	111	1	-951	302	1	1327	588	1
10	OLE	1002	270	118	386	881	34	-109	70	3	-92	50	2
11	ARU	1002	6	9	9	1	0	-206	69	1	759	932	3
12	PIL	1002	42	31	168	98	1	374	481	5	350	423	5
13	PIT	1002	45	6	121	315	1	171	628	2	-52	59	1
14	PIS	1002	11	16	676	837	5	286	150	1	-87	15	1
15	CIS	1002	7	20	-180	28	1	-753	481	4	761	492	4
16	DSP	1002	1	3	32	1	0	1669	930	1	457	70	1
17	EPS	1002	2	11	32	1	0	1669	930	4	457	70	1
18	ERS	1002	4	5	419	329	1	499	465	1	333	208	1
19	LYI	1002	2	5	-868	689	1	-499	228	1	-303	84	1
20	FIS	1002	3	14	1377	934	4	-207	22	1	-305	46	1
21	RSP	1002	7	19	-841	649	4	-172	28	1	-594	325	3
22	RPS	1002	3	11	-885	404	2	92	5	0	-1071	592	3
23	ROO	1002	18	42	-118	16	1	929	934	14	218	52	1
24	LEG	1002	45	32	-189	131	2	444	715	8	207	156	2
25	ALG	1002	32	82	-815	663	18	-582	338	10	-5	1	0
26	FSP	1002	18	33	-348	168	2	690	657	8	-357	176	2
27	POS	1002	111	26	-179	361	3	0	1	0	239	640	6
28	SAS	1002	39	60	782	1000	20	11	1	0	-18	1	0
29	SAP	1002	2	6	-108	8	0	1065	719	2	658	275	1
30	SBS	1002	2	12	-575	111	1	-951	302	2	1327	588	3
31	TAS	1002	173	90	-409	828	25	-30	5	1	-184	169	6
32	IDT	1002	13	53	-161	16	1	1260	954	18	226	31	1
33	IDB	1002	61	55	-426	518	10	14	1	0	-411	483	10

el gradiente. Este continúa con taxones que están bien representados en el eje, pero con menor aportación a la inercia del mismo debido a que aparecen en casi todas las zonas en bastante proporción, aunque domina un poco la presencia en la Zona I (fresnos, *Salix-Populus*, cornicabra, leguminosas, fresnos y lentisco). El gradiente continúa invirtiendo la proporción de los taxones en la Zona I respecto al resto. Estos taxones no muestran tendencias claras ya que se reparten entre la Zona II, Zona III y Zona IV y están bien representados en el eje debido a su oposición a la Zona I, pero mantienen escasa aportación a la inercia del mismo, como es el caso de la encina y el alcornoque (el primero por aparecer en todas las zonas en proporciones parecidas y el segundo por su aparición puntual en la Zona II); sin embargo, destacan el Aliso (*Alnus glutinosa*) y el quejigo (*Quercus faginea*) por su

mayor contribución a la inercia (10% y 11%, respectivamente) (cuadro 7), apareciendo en asociación en la Zona II y ayudando, principalmente el primero, a contraponer las Zona II y Zona IV con las Zona I y Zona III. Por tanto, se agrupan las zonas en función de la utilización de los grupos de vegetación que se han explotado, que indican, probablemente, zonas diferenciadas de recogida de leña. Así, la Zona II y Zona IV tienen mayor representación de la ripisilva y de especies mesófilas, refugiadas en los fondos de valle y en áreas con humedad edáfica importante; sin embargo, el segundo grupo representa la vegetación climática que se desarrollaría en el entorno de Los Millares y que forma parte de las formaciones vegetales termomediterráneas.

c) Planos de los factores

En el espacio tridimensional, el plano 1-2 (fig. 5) aporta una inercia del 75.8% (cuadro 6c) y el plano 1-3 (figs. 6a y 6b) lleva consigo un 71.8% de la inercia total. Por tanto, los resultados que origina son bastante significativos aunque la información proporcionada es repetitiva respecto a lo visto en los factores 1 y 2.

IV. VALORACION DE LA UTILIZACION DE LA VEGETACION

Antes de pasar a realizar una valoración global de la información aportada por el análisis de correspondencias hemos de resaltar limitaciones de varia índole. En primer lugar, aquellas referidas a la representación del registro arqueológico y que señalan la parcialidad del espacio excavado; en segundo lugar, el reflejo solamente de los últimos patrones de conducta en las distribuciones estructurales y de materiales y, por último, el papel de las transformaciones post-deposicionales en la distribución de materiales (Molina *et al.*, 1986). También, la existencia de distintos métodos de recuperación de los ecofactos de su matriz sedimentaria (bien sea a través de la criba o la flotación) ha impedido, en algunas zonas, la obtención de una muestra mayor de carbón, imposibilitando una contrastación fiable de resultados, especialmente en el Poblado. Por otro lado, las diferencias entre el tamaño de las muestras de las estructuras del Fortín I creemos que reflejan las diversas conductas realizadas en las mismas, y la ausencia o presencia de carbón es bastante significativa.

El análisis de correspondencias pone en evidencia la existencia de una selección humana de especies vegetales, atendiendo al uso al que se destinan. Este uso diferencial se refleja en:

— La individualización del Bastión IV en el Fortín I y de la Zona III en el Poblado se refleja en la aparición de una serie de taxones originales y una distribución porcentual singular respecto al resto de estructuras debida, fundamentalmente, a su utilización en el proceso metalúrgico.

— Una contraposición de estructuras en base a la utilización de especies con fines concretos. La encina/coscoja y leguminosas se destacan en los Bastiones XI y X y Cabaña VIII del Fortín I como material energético o leña para los hogares, frente al pino carrasco y taray utilizados como elementos de construcción y que tienen una fuerte presencia en el Recinto Externo, Estructura Central y Bastión IX.

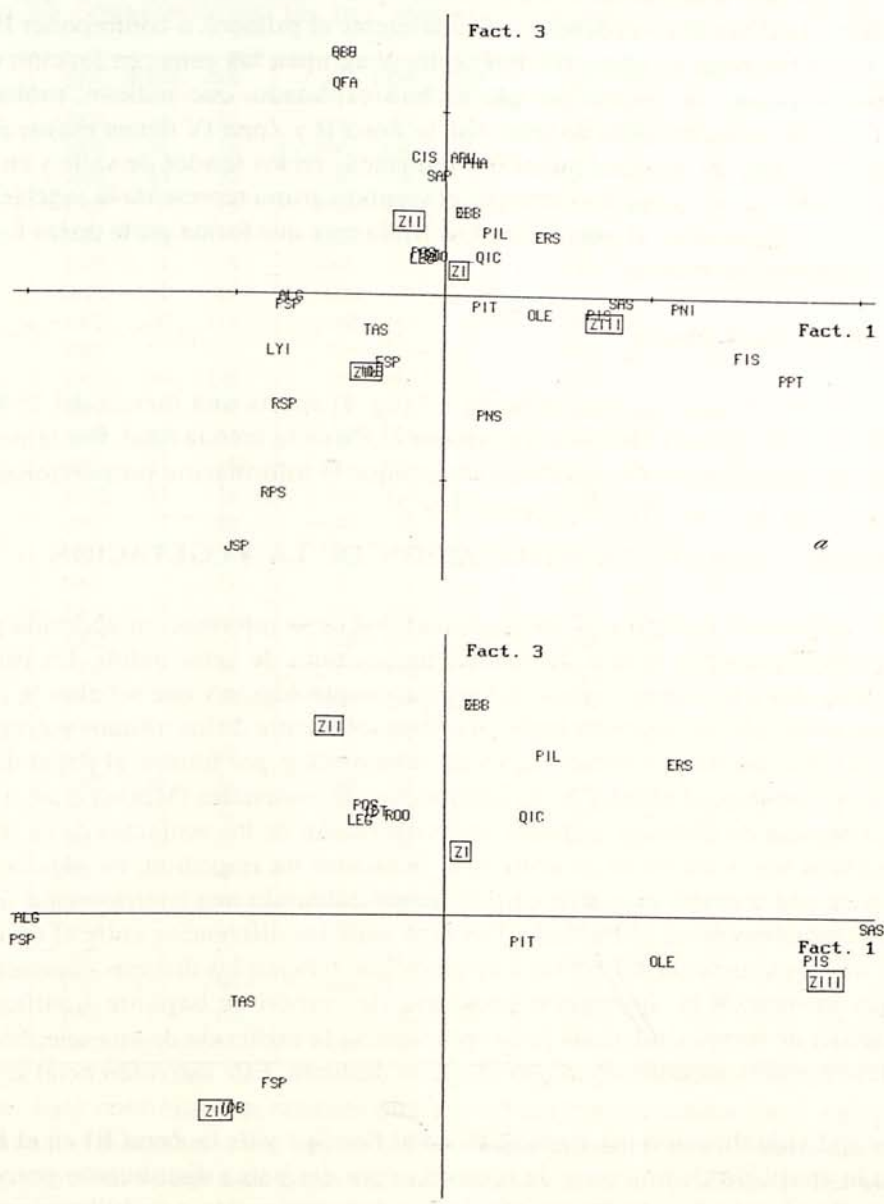


Fig. 6.—Análisis de correspondencias del Poblado. a) Factores 1 y 3. b) Ampliación factores 1 y 3.

— Contraposición de zonas de recogida de la leña (zona de la ripisilva y zona de la vegetación climácica alrededor del asentamiento) en base a la quema de ésta con fines concretos. Así, la ripisilva parece que se utiliza para la metalurgia (Bastión X) y en hogares no domésticos (Bastión XI), por lo cual la recogida de leña podía ser esporádica y, por tanto, lleva-

da a cabo a mayor distancia que la leña utilizada para uso cotidiano. También, estas maderas presentan una fácil combustión, lo que permite avivar el fuego rápidamente. Por contra, en general, las especies de la vegetación climácica (con máxima representación en ambientes domésticos como Bastión V y Cabaña VIII) suelen tener maderas duras y de más difícil combustibilidad, que permiten el mantenimiento de los fuegos domésticos, caracterizados en las sociedades primitivas por estar continuamente encendidos debido a la dificultad de su obtención. Además, hay que añadir que este tipo de vegetación se desarrollaría en los alrededores inmediatos del Fortín I y su recogida se realizaría en áreas más o menos cercanas.

CUADRO 8

FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE LOS TAXONES DEL RECINTO Y (ZONA III) DEL POBLADO DE LOS MILLARES

ZONA III-RECINTO Y		
TAXONES	Nº	%
<i>Pinus nigra</i>	7	5,51
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	2	1,58
<i>Quercus ilex-coccifera</i>	6	4,72
<i>Olea europaea</i>	63	49,6
<i>Cf. Arbutus unedo</i>	1	0,78
<i>Pistacia lentiscus</i>	7	5,52
<i>Pistacia terebinthus</i>	9	7,08
<i>Cf. Pistacia sp.</i>	2	1,58
<i>Erica sp.</i>	1	0,78
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1	0,78
Leguminosas	4	3,16
<i>Fraxinus sp.</i>	1	0,78
<i>Populus sp.</i>	7	5,52
<i>Salix sp.</i>	3	2,37
<i>Tamarix sp.</i>	6	4,72
Indeterminables	7	5,52
TOTAL CARBONES	127	100
Nº DE TAXONES	15	

El análisis de correspondencias también pone en evidencia factores espaciales de cercanía o lejanía a las áreas de recogida de la leña y que, salvo el caso de la Zona III del Poblado y los casos apuntados del Fortín I, no podemos asociarlos a una funcionalidad concreta. En el Poblado, la fuerte representación de la ripisilva en la Zona IV supone que en esta zona se ha empleado la vegetación del Río Andarax y la Rambla de Huéchar. Por contra, en

la Zona I, son las especies del matorral subserial (principalmente romero) las que se destacan, indicando, posiblemente, que el área de recogida de la leña de los habitantes de esta zona se situaba en la meseta y laderas al sur del asentamiento.

V. CONCLUSIONES

Este trabajo ha sido proyectado para conocer el potencial inferencial del carbón vegetal recuperado y documentado en el registro arqueológico de Los Millares, a través del análisis antracológico del mismo. Como labor previa a la utilización del método estadístico aquí empleado, se han evaluado las posibilidades de análisis en cada una de las zonas del yacimiento para adaptarlas a tales objetivos. Destaca fundamentalmente el valor del carbón vegetal como ítem arqueológico capaz de dar una información, no sólo paleoecológica sino también paleoetnobotánica. La contrastación de resultados antracológicos con el resto de ítems del registro arqueológico es necesaria para obtener una valoración conductual de los pobladores de la zona respecto al conjunto de la vegetación representada en cada una de las áreas analizadas y, así, poder realizar una correcta interpretación a nivel paleoecológico. De forma paralela, ayuda a aislar y diferenciar las diversos espacios conductuales.

Puesto que la unidad de medida más usual utilizada en antracología se fundamenta en el estudio del número de carbones que aparecen en el área de investigación (Chabal, 1990), el análisis de correspondencias se muestra como una herramienta eficaz que permite discernir tendencias en la distribución de carbones, patrones de agrupación, elementos destacados, etc. Estos resultados suministran datos importantes, que adquieren gran importancia al realizar la interpretación de los mismos en el contexto en el que se ha llevado a cabo la recogida de datos.

En el área de Los Millares se define una vegetación en mosaico, que señala varios biotopos en los alrededores del asentamiento: montaña, bosque y maquia mediterránea, y bosque galería o ripisilva. Estos se verán reflejados, o no, y en el primer caso en mayor o menor proporción en cada una de las zonas analizadas, dependiendo de factores espaciales de cercanía o lejanía a las distintas zonas de vegetación y en función de su utilización en actividades específicas (metalurgia, construcción, calentamiento, etc.).

Consideramos, en definitiva, que la valoración paleoecológica de los resultados antracológicos no se puede inferir sin tener en cuenta las propias evidencias arqueológicas de su utilización. El avanzar en esta dirección exige, cada vez más, el diseño de programas de recuperación más elaborados, en los que se contemple al carbón vegetal (al igual que otros ecofactos) como un ítem que proporciona valiosa información a dos niveles: ecológica y etnobotánica y que, por tanto, contribuye, en igual medida que otros elementos del registro arqueológico, al objetivo final de aproximarnos a la estructura real del sistema cultural desaparecido.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, A., MOLINA, F., SAEZ, L., TORRE, F., AGUAYO, P. y NAJERA, T. (1979): "Excavaciones en Los Millares (Santa Fé, Almería). Campañas de 1978 y 1979", *Cuad. Preh. Gr.* 4, pp. 61-111.
- (1981): "Excavaciones en Los Millares (Santa Fé de Mondújar, Almería). Campaña de 1981", *Cuad. Preh. Gr.* 6, pp. 91-122.
- ARRIBAS, A., MOLINA, F., SAEZ, L., TORRE, F., AGUAYO, P., BRAVO, A. y SUAREZ, A. (1983): "Excavaciones en Los Millares (Santa Fé de Mondújar, Almería). Campañas de 1982 y 1983", *Cuad. Preh. Gr.* 8, pp. 123-148.
- ARRIBAS, A., MOLINA, F., CARRION, F., CONTRERAS, F., MARTINEZ, G., RAMOS, A., SAEZ, L., TORRE, F., BLANCO, I. y MARTINEZ, J. (1985): "Informe preliminar de los resultados obtenidos durante la VI campaña de excavaciones en el poblado de Los Millares (Santa Fé de Mondújar, Almería), 1985", *An. Arq. And.* 1985, pp. 245-262.
- BADAL, E. (1988): "Resultados metodológicos del estudio antracológico de la Cova de les Cendres (Alicante, España)", *Actas do Encontro "Paleoecologia e Arqueologia"*, Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão (Portugal).
- (1990): "Méthode de prélèvement et paléoécologique d'après les charbons de bois néolithiques de la Cova de les Cendres (Alicante, Espagne)", *PACT 22-IV-3*, pp. 232-243 (*Wood and Archeology*, First European Conference, Louvain-La-Neuve, 1987, T. Hackens, A.V. Munaut y Cl. Till, eds.).
- BENZECRI, J. P. et al. (1973): *L'Analyse des données*, tome 1: "La Taxinomie", tome 2: *L'Analyse des correspondences*, Dunod, Paris.
- BENZECRI, J. P. y BENZECRI, F. (1980): *L'Analyse des Correspondences*, Dunod, Paris.
- BUXO, R. (1990): "Metodología y Técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos", *Cahier Noir* 5, Gerona.
- CHABAL, L. (1988): "Pourquoi et comment prélever les charbons de bois pour le période antique: les méthodes utilisées sur le site de Lattes (Hérault)", *Lattara* 1, pp. 188-222.
- (1990): "L'étude paléoécologique de sites protohistoriques à partir charbons de bois: dénombrements de fragments ou pesées?", *PACT 22-III.5*, pp. 189-205 (*Wood and Archeology*, First European Conference, Louvain-La-Neuve, 1987, T. Hackens, A.V. Munaut y Cl. Till, eds.).
- ESCOFIER, B. y PAGES, J. (1988): *Analyses factorielles simples et multiples: objectifs, méthodes et interpretation*, Dunod, Paris.
- GAILLAND, F., MARINVAL, P. y RUAS, M. P. (1985): "Un système simple de récupération des paléosemences (graines et fruits): la machine à flottation de type St-Denis", *Les Nouvelles de l'Archéologie* 19, pp. 78-81.
- GREENACRE, M. J. (1984): *Theory and Applications of Correspondence Analysis*, Academic Press, London.
- GRAU, E. (1990): "El uso de la madera en yacimientos valencianos de la Edad del Bronce a la época visigoda. Datos etnobotánicos y reconstrucción ecológica según la antracología", *Tesis doctoral microfilmada*, Universidad de Valencia.
- HEINZ, C. (1990a): "Méthodologie et paléoécologie du gisement préhistorique de L'Abeurador (Hérault) au passage Mésolithique/Néolithique d'après l'analyse des charbons de bois. Premiers résultats", *PACT 22-IV-2*, pp. 219-229 (*Wood and Archeology*, First European Conference, Louvain-La-Neuve, 1987, T. Hackens, A. V. Munaut y Cl. Till, eds.).
- (1990b): *Dynamique des végétations holocènes en Méditerranée Nord Occidentale d'après l'antracoanalyse des sites Pré-historiques: Méthodologie y Paléoécologie*, Paleobiologie Continentale XVI, n.º 2, Montpellier.
- HILL, M. O. (1974): "Correspondence Analysis: a neglectde multivariate method", *Appl. Statist.* 23, pp. 340-354.
- JAMBU, M. y LEBEAUX, M. O. (1983): *Cluster Analysis and Data Analysis*, North-Holland, Amsterdam.
- KENDALL, M. G. (1975): *Multivariate Analysis*, Hafner, New York, 1975.
- KRZANOWSKI, W. J. (1988): *Principles of Multivariate Analysis*, Oxford University Press, Oxford.
- MALLOWS, C. L. y TUKEY, J. W. (1982): "An Overview of techniques of data analysis, emphasizing its exploratory aspects", *Some recents Advances in Statistics* (J. T. de Oliveira y B. Epstein, eds.), Academic Press, London.
- MOLINA, F. (1989): "Proyecto Millares (los inicios de la metalurgia y el desarrollo de las comunidades del sudeste de la Peninsula Ibérica durante la Edad del Cobre)", *An. Arq. And.* 1989, II, pp. 211-213.

- MOLINA, F., CONTRERAS, F., RAMOS, A., MERIDA, V., ORTIZ, F. y RUIZ, V. (1986): "Programa de recuperación del registro arqueológico del Fortín 1 de Los Millares. Análisis preliminar de la organización del espacio". *Coloquio sobre el Microespacio* 8, pp. 175-202.
- RODRIGUEZ-ARIZA, M.^a O. (en preparación): *Las relaciones hombre-vegetación en el Sureste de la Península Ibérica durante las Edades del Cobre y Bronce a partir del análisis antracológico de siete yacimientos arqueológicos*. Tesis doctoral, Universidad de Granada.
- RODRIGUEZ-ARIZA, M.^a O. y VERNET, J. L. (en prensa): "Etude paleoecologique du Gisement Chalcolithique de Los Millares (Santa Fè de Mondújar, Almería). Etude Anthracologique". *BAR International Series*.
- SCHOCH, W. y SCHWEINGRUBER, F. H. (1982): "Holzkohlenanalytische ergebnisse aus der bronzzeitlichen siedlung Fuente Alamo. Prov. Almería. Spanien", *Archäologisches Korrespondenzblatt* 12, pp. 451-455.
- SMART, T. L. y HOFFMAN, A. S. (1988): "Environmental interpretation of archaeological charcoal", *Current Paleoethnobotany. Analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains*, Prehistoric Archaeology and Ecology Series, Chicago, pp. 167-205.
- THIEBAULT, S. (1988): *L'homme et le milieu végétal. Analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes au Tardif et au Postglaciare*, Documents d'Archéologie Française 15, Paris.
- VERNET, J. L. (1990): "The bearing of phyto-archaeological evidence on discussions climatic change over recent millenia", *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* A330, pp. 671-677.
- WILLCOX, G. H. (1974): "A history of deforestation as indicated by charcoal anlysis of four sites in Eastern Anatolia", *Journal of British Institute of Archaeology at Ankara*, pp. 117-133.
- (1983): "An analysis of charcoal from the Helb Site (39CA208), South Dakota", *Prairie archaeology: Papers in honor of David A. Baerreis* (Guy E. Gibbon, ed.), University of Minnesota Publications in Anthropology 3, pp. 109-129.