

METALURGIA TALAYOTICA RECIENTE: NUEVAS APORTACIONES

POR

SALVADOR ROVIRA LLORENS (*)
IGNACIO MONTERO RUIZ (*)
SUSANA CONSUEGRA RODRIGUEZ (*)

RESUMEN El estudio de la tecnología metalúrgica en las Baleares señala influencias y talleres diferentes cuando se compara con las culturas mediterráneas contemporáneas como la Púnica, Etrusca o Nurágica. Se presentan nuevos análisis cuantitativos de yacimientos del Talayótico Tardío. La mayoría de esos análisis son aleaciones de base cobre (Cu-Sn y Cu-Sn-Pb), aunque hay un considerable porcentaje de objetos de cobre, lo cual representa una característica de la metalurgia balear, quizá debido a la falta de estaño en la islas. También se hace un comentario sobre el desarrollo tecnológico desde época Pretalayótica y Talayótico Antiguo.

ABSTRACT The study of balearic metallurgical technology shows different influences and workshops when compared with contemporary mediterranean cultures like Punic, Etrurian or Nuragic. Some new quantitative analysis from Late Talayotic Sites are presented. The bulk of analysis are copper alloys (Cu-Sn and Cu-Sn-Pb), but there are a significant number of objects made of copper, that is a characteristic in balearic metallurgy, perhaps due to the absence of tin in the islands. The technological advance from Pretalayotic and Early Talayotic time also is commented.

Palabras clave Metalurgia. Análisis. Talayótico. Pretalayótico. Baleares.

Key words Metallurgy. Analysis. Talayotic. Pretalayotic. Balearic.

INTRODUCCION

En los últimos años se viene prestando especial atención a los aspectos metalúrgicos de las culturas prehistóricas de las Islas Baleares, siendo sin lugar a dudas el libro de Delibes y Fernández-Miranda (1988) una obra de obligada consulta para introducirnos en las características tecnológicas de los objetos de metal de época Talayótica Antigua (siglos XIV al IX a. C.). Estratigrafías como las

(*) Museo de América.

de Son Matge y Son Ferrandell-Oleza, entre otros sitios, evidencian ocupaciones de facies Campaniforme fechadas entre aproximadamente el 2000 y el 1300 a. C., en cuyos asentamientos se trabajaba el cobre (Waldren, 1979 y 1984). Los análisis de materiales de Son Matge han identificado un punzón de bronce Cu-Sn de época Pretalayótica (Waldren, 1986: s/n), con lo cual, y dentro del panorama aún impreciso de la introducción (¿o invención?) del bronce en la Península Ibérica, en las Baleares se atisba un proceso contemporáneo y de parecidos rasgos tecnológicos al que se intuye en la Península a lo largo del II milenio precristiano. Como ya señalaron Delibes y Fernández-Miranda (1988: 154), la inexistencia de minerales de estaño en las islas hizo imprescindibles contactos con el exterior que propiciaran la introducción y posterior desarrollo de la tecnología del bronce.

Quedaba por conocer con más detalle la metalurgia en la fase Talayótica Reciente (desde el siglo VIII a. C. hasta la romanización), de la que se han recogido copiosas colecciones procedentes de necrópolis indígenas. Fuera de unos pocos datos analíticos dispersos en la bibliografía, recientemente sólo se han publicado los análisis de Torralba d'En Salort (Rovira y Sanz, 1984; Delibes y Fernández-Miranda, 1988) y una serie de piezas de Son Matge (Waldren, 1986). En los últimos años el P. Cristóbal Veny ha hecho posible el estudio arqueometalúrgico de una amplia serie de materiales de yacimientos mallorquines tales como Sa Cometa dels Morts, Cueva de Massana, Cueva de Son Bauçà, Son Cresta y otros, de los que hemos obtenido las cerca de 200 determinaciones analíticas que figuran en la tabla I. Usándolas como base experimental, trataremos de esbozar las características del trabajo del metal en época Talayótica Reciente y buscaremos relaciones de afinidad o contraste con otras regiones metalúrgicas de las que poseemos información. Fue el P. Veny quien nos brindó el tema, que aprovechamos para sumarnos al homenaje que se rinde en *Trabajos de Prehistoria* a tan notable investigador de las culturas primitivas del Archipiélago Balear.

SA COMETA DELS MORTS

Esta necrópolis en cueva situada en Escorca (Mallorca) fue excavada por Cristóbal Veny, fechando sus materiales entre el siglo IV y la romanización (Veny, 1950 y 1953). De los 88 análisis practicados, la mayoría corresponden a partes componentes de tintinábulo (discos, cadenas, varillas percutoras) y el resto a palomas votivas y otros componentes del ajuar funerario. En la actualidad las piezas se custodian en el Museo de Lluc (Mallorca).

Atendiendo al tipo de aleación, el 4,65 % son piezas de cobre, el 22,09 % son bronce Cu-Sn, el 70,93 % son bronce ternarios Cu-Sn-Pb y, finalmente, el 2,32 % son aleaciones Cu-Pb (una de ellas, el análisis PA0527C, es en realidad una rodela de plomo con un poco de cobre). El contenido de estaño según intervalos de interés tecnológico toma la forma de la figura 1, que dibuja una distribución gaussiana normal, siendo abundantes los bronce formulados en los intervalos 5-10 % y 10-15 % Sn, reuniendo algo más del 66 % de la muestra. El plomo, por su parte, se distribuye según el histograma de la figura 2, en la que se observa la presencia decreciente de bronce con alto contenido de este metal.

CUEVA DE MASSANA

De esta cueva sepulcral situada en término de Campanet hemos reunido 23 análisis, la mayoría correspondiendo a partes de tintinábulo, aunque también se ha analizado un mango de espejo o pátera, una cuenta de collar, un brazaletes y una lámina decorada. Los materiales se custodian en el Museo de Lluc.

TABLA I

RESULTADO DE LOS ANALISIS (% en peso)

Técnica: Espectrometría por fluorescencia de rayos-X (análisis de la superficie)
Espectrómetro KEVEX mod. 7000 del I.C.R.B.C. (Madrid)

YACIMIENTO	LOCALIDAD	TIPO DE OBJETO	NUMERO DE INVENTARIO	NUMERO DE ANALISIS	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	CROMO-LOGIA	NOTAS
	Mallorca	Varilla tintinábulo		PA0539A	0.390	0.230	94.00	nd	nd	0.005	4.770	0.022	--	nd	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.		PA0539B	0.600	0.210	98.32	nd	0.230	0.002	nd	0.038	--	nd	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/199	PA0737	0.100	0.107	77.39	nd	nd	0.022	11.55	0.063	--	10.46	nd	TALR	
	Mallorca	Punta barbillón		P81	0.342	0.078	74.34	nd	nd	0.041	13.38	0.371	--	11.22	nd	PMN	
	Mallorca	Punta barbillón		P82	0.202	nd	92.74	nd	nd	0.105	0.899	0.177	--	5.391	nd	PMN	
	Mallorca	Punta barbillón		P83	0.448	0.239	67.34	nd	nd	0.068	10.94	0.271	--	20.24	nd	PMN	
	Mallorca	Punta barbillón		P84	0.509	0.383	73.89	nd	nd	0.090	12.83	0.318	--	11.71	nd	PMN	
	Mallorca	Punta barbillón		P85	0.412	0.103	70.99	nd	nd	0.027	13.59	0.376	--	12.25	nd	PMN	
	Mallorca	Punta barbillón		P86	0.409	0.195	77.06	nd	nd	0.077	10.36	0.113	--	3.304	nd	PMN	
	Mallorca	Punta barbillón		P87	0.200	0.133	85.89	nd	nd	0.036	11.38	0.213	--	1.006	nd	PMN	
	Mallorca	Punta barbillón		P88	0.372	0.205	69.74	nd	nd	0.091	12.75	0.111	--	16.25	nd	PMN	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/116	PA0513A	0.063	nd	83.34	nd	0.240	0.025	4.700	0.200	--	8.020	nd	TALR	
	Mallorca	Cinta tintinábulo	1/116	PA0513B	0.610	0.490	93.07	nd	nd	0.030	0.100	0.130	--	4.760	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/116	PA0513C	0.400	0.210	94.13	nd	nd	0.013	3.990	0.031	--	1.490	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/116	PA0513D	0.670	0.130	92.96	nd	nd	0.019	5.390	0.030	--	0.930	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/116	PA0513E	0.360	0.090	91.33	nd	nd	0.016	5.380	0.047	--	1.000	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/140	PA0514A	0.850	0.270	87.87	nd	nd	0.018	9.660	0.130	--	0.850	nd	TALR	Contas. Fe
	Mallorca	Cadena tintinábulo	1/140	PA0514B	0.830	0.590	83.04	nd	nd	0.028	13.92	0.100	--	1.300	nd	TALR	Contas. Fe
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/140	PA0514C	0.710	0.120	88.41	nd	nd	0.012	8.230	0.130	--	1.640	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/140	PA0514D	0.100	0.250	90.19	nd	nd	0.013	6.930	0.091	--	1.900	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/140	PA0514E	0.370	0.150	85.66	nd	nd	0.031	10.36	0.160	--	1.300	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/114	PA0524A	0.380	nd	93.74	nd	nd	0.005	4.290	0.015	--	0.660	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/114	PA0524B	0.130	0.120	93.03	0.390	nd	0.018	4.310	0.035	--	1.130	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/114	PA0524C	0.340	0.120	93.34	nd	nd	0.016	4.760	0.044	--	0.800	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/114	PA0524D	0.300	0.100	86.69	nd	nd	0.017	6.630	0.059	--	3.940	nd	TALR	
	Mallorca	Alambre tintinábulo	1/114	PA0524E	0.120	0.130	98.98	nd	nd	0.005	nd	nd	--	0.120	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/150	PA0525A	0.320	0.160	87.45	0.240	nd	0.012	11.10	0.039	--	0.430	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/150	PA0525B	0.400	0.120	88.00	nd	nd	0.009	9.040	0.044	--	1.330	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/150	PA0525C	0.590	0.320	87.03	nd	nd	0.012	10.99	0.030	--	0.810	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/147	PA0526A	0.300	0.290	88.12	nd	nd	0.060	10.39	0.090	--	0.400	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/147	PA0526B	0.400	0.110	88.96	nd	nd	0.009	8.000	0.100	--	1.040	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/147	PA0526C	0.640	0.100	89.32	nd	nd	0.006	6.810	0.085	--	2.330	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/147	PA0526D	0.300	0.250	92.25	0.340	nd	0.006	4.630	0.033	--	1.840	nd	TALR	
	Mallorca	Cadena tintinábulo	1/147	PA0526E	0.090	0.370	89.27	0.290	nd	0.012	7.000	0.049	--	2.430	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/119	PA0527A	0.180	0.060	92.26	0.300	nd	0.010	5.300	0.049	--	1.210	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/119	PA0527B	0.470	0.160	85.87	0.140	nd	0.031	11.80	0.078	--	0.910	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/119	PA0527C	0.180	0.370	2.020	nd	nd	0.024	0.260	0.011	--	97.95	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/119	PA0527D	0.270	0.300	78.12	0.180	nd	0.033	14.05	0.080	--	6.130	nd	TALR	
	Mallorca	Cadena tintinábulo	1/119	PA0527E	0.300	0.350	78.21	0.100	nd	0.029	17.43	0.086	--	3.240	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/121	PA0542A	0.590	0.300	85.84	nd	nd	0.031	11.96	0.094	--	1.090	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/121	PA0542B	0.340	0.120	94.35	nd	nd	0.004	3.830	0.024	--	1.090	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/121	PA0542C	0.330	nd	94.94	nd	nd	0.007	3.210	0.019	--	1.010	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/121	PA0542D	0.700	0.100	91.71	nd	nd	0.014	5.630	0.039	--	1.300	nd	TALR	
	Mallorca	Cadena tintinábulo	1/121	PA0542E	0.130	0.340	84.99	nd	nd	0.015	10.09	0.063	--	3.180	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/108	PA0543	0.021	0.180	27.24	nd	nd	0.010	2.810	0.014	--	69.20	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/103	PA0544	0.067	0.180	90.15	nd	nd	0.009	5.560	0.051	--	3.570	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/104	PA0545	0.072	0.190	73.28	nd	nd	0.013	11.33	0.080	--	12.20	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/105	PA0546	0.042	0.190	90.82	nd	nd	0.010	2.210	0.022	--	6.230	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/113	PA0547	0.084	0.180	90.83	nd	nd	0.012	7.350	0.040	--	1.180	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/109	PA0548	0.300	0.073	85.43	nd	nd	0.019	12.10	0.070	--	1.170	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/110	PA0549	0.510	0.150	83.68	nd	nd	0.024	13.73	0.092	--	1.450	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/112	PA0550	0.130	0.110	82.61	nd	nd	0.020	11.87	0.094	--	4.880	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/120	PA0551A	0.002	0.160	66.63	nd	nd	0.013	5.133	0.106	--	33.89	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/120	PA0551B	0.390	0.070	90.34	nd	nd	0.013	8.640	0.059	--	0.330	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/120	PA0551C	0.640	0.310	88.90	nd	nd	0.013	8.730	0.062	--	0.660	nd	TALR	
	Mallorca	Alambre tintinábulo	1/120	PA0551D	0.210	0.190	95.45	nd	nd	nd	3.020	nd	--	0.380	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/178	PA0552A	0.020	0.250	82.87	nd	nd	0.016	11.30	0.098	--	5.330	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/178	PA0552B	0.043	0.100	76.22	nd	nd	0.016	9.410	0.077	--	13.77	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/181	PA0553A	0.390	0.140	87.19	nd	nd	0.007	9.730	0.066	--	2.190	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/181	PA0553B	0.100	0.200	88.44	nd	nd	0.009	7.360	0.046	--	3.510	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/181	PA0553C	0.300	0.100	82.94	nd	nd	0.013	13.02	0.079	--	3.230	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/176	PA0554	0.360	0.240	96.23	nd	nd	0.012	1.830	0.082	--	0.900	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/115	PA0555A	0.890	0.240	80.58	nd	nd	nd	16.17	0.020	--	1.200	nd	TALR	Contas. Fe
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/115	PA0555B	0.510	0.290	85.60	nd	nd	0.020	10.75	0.190	--	2.370	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/115	PA0555C	0.520	0.340	98.89	nd	nd	0.004	0.025	0.018	--	nd	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/115	PA0555D	0.081	0.220	87.76	nd	nd	0.008	6.890	0.110	--	4.160	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/180	PA0556A	0.055	0.440	73.51	nd	nd	0.015	5.040	0.025	--	20.62	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/180	PA0556B	0.069	0.170	73.71	nd	nd	0.007	4.910	0.033	--	18.15	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/180	PA0556C	0.510	nd	88.89	nd	nd	0.012	2.380	0.031	--	6.250	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/173	PA0557A	0.480	0.280	87.37	nd	nd	0.021	9.980	0.054	--	1.130	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/173	PA0557B	0.370	0.340	86.88	nd	nd	0.011	10.02	0.034	--	2.060	nd	TALR	
	Mallorca	Varilla tintinábulo	1/179	PA0558A	0.069	0.160	87.30	nd	nd	0.008	7.810	0.065	--	4.220	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela inf. varilla tint.	1/179	PA0558B	0.360	0.160	77.29	nd	nd	0.027	14.58	0.130	--	6.630	nd	TALR	
	Mallorca	Rodela sup. varilla tint.	1/179	PA0558C	0.072	nd	89.18	nd	nd	0.010	6.970	0.059	--	3.070	nd	TALR	
	Mallorca	Fibula (disco pie)	1/130	PA0724A	0.200	0.120	85.30	0.240	nd	0.009	13.44	0.065	--	nd	nd	TALR	
	Mallorca	Fibula (puente)	1/130	PA0724B	0.260	0.220	82.70	nd	0.220	0.008	15.36	0.083	--	0.590	nd	TALR	
	Mallorca	Disco tintinábulo	1/161	PA0726	0.710	0.400	78.17	nd	nd	0.057	9.370	0.140	--	11.09	nd	TALR	

TABLA I (Continuación)

YACIMIENTO	LOCALIDAD	TIPO DE OBJETO	NUMERO DE INVENTARIO	NUMERO DE ANALISIS	ELEMENTOS										CROMO-LIBRIA	NOTAS
					Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Sn	Pb	Bi		
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Disco tintinábulo	1/125	P00736	0.270	0.125	81.37	nd	nd	0.013	14.03	0.063	--	3.391	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Machita bipenne		P00739	0.300	0.022	94.92	nd	nd	0.013	3.671	0.077	--	0.195	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Disco tintinábulo		P00743	0.100	0.226	72.26	nd	nd	0.017	11.77	0.094	--	14.98	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Disco tintinábulo	1/117	P00746A	0.371	0.130	81.39	nd	nd	0.012	11.33	0.030	--	5.396	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Varilla tintinábulo	1/117	P00746B	0.950	0.340	96.11	nd	0.324	0.010	1.737	0.024	--	0.464	nd	Contao. Fe
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Redela inf. varilla tint.	1/117	P00746C	2.090	nd	97.00	nd	nd	0.011	0.483	0.020	--	nd	nd	Contao. Fe
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (vástago)		P00749A	0.270	0.140	93.01	nd	nd	0.007	5.300	0.057	--	0.170	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (cola)		P00749B	0.270	tr	93.3	nd	nd	0.006	6.210	0.035	--	0.100	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (cabeza)		P00749C	0.400	0.100	90.30	nd	nd	0.006	6.740	0.066	--	0.066	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (vástago)		P00750A	3.350	0.066	75.91	nd	nd	0.006	16.29	0.110	--	3.070	nd	Contao. Fe
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (cola)		P00750B	0.740	0.130	84.00	nd	nd	0.007	10.92	0.072	--	2.360	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (cabeza)		P00750C	0.052	0.130	85.57	nd	0.074	0.009	10.42	0.073	--	2.720	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Badajo tintinábulo		P00753	0.200	0.040	94.30	nd	nd	0.004	0.610	0.310	--	0.290	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (vástago)		P00750B	0.340	0.270	75.36	nd	nd	0.039	10.09	0.170	--	5.060	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Paloma (cuerpo)		P00750B	0.090	0.130	81.30	nd	nd	0.044	15.14	0.140	--	2.300	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Disco tintinábulo	1/115	P00744A	0.020	0.170	85.24	nd	nd	0.002	12.75	0.017	--	1.090	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Varilla tintinábulo	1/115	P00744B	0.170	0.160	81.86	nd	nd	0.017	9.790	0.170	--	7.990	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Redela inf. varilla tint.	1/115	P00744C	0.360	nd	97.23	nd	nd	0.004	1.590	0.030	--	0.470	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Redela sup. varilla tint.	1/115	P00744D	0.120	0.310	87.23	nd	nd	0.014	9.110	0.170	--	2.950	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Varilla tintinábulo	1/102	P00745A	0.510	nd	85.33	nd	nd	0.017	11.21	0.070	--	1.960	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Redela inf. varilla tint.	1/102	P00745B	0.130	0.230	88.10	nd	nd	0.015	10.20	0.050	--	1.170	nd	TALR
Caneta dels Norts	Escorca (Mallorca)	Redela sup. varilla tint.	1/102	P00745C	0.360	0.110	82.36	nd	nd	0.014	11.82	0.070	--	4.360	nd	TALR
Cueva de Establiments?	Palma de Mallorca	Varilla tintinábulo		P00770A	0.960	0.230	90.28	nd	nd	0.010	0.094	0.029	--	nd	nd	Contao. Fe
Cueva de Establiments?	Palma de Mallorca	Redela inf. varilla tint.		P00770B	0.060	0.096	90.21	nd	nd	0.010	0.370	0.023	--	tr	nd	Contao. Fe
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Varilla tintinábulo	93	P00516A	0.120	0.210	90.01	nd	nd	0.022	7.720	0.123	--	1.090	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà	Palma de Mallorca	Varilla tintinábulo		P00540A	0.400	0.220	90.81	nd	0.360	nd	tr	0.020	--	tr	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà	Palma de Mallorca	Redela inf. varilla tint.		P00540B	0.010	0.046	90.31	nd	0.300	0.003	0.023	0.024	--	0.110	nd	Contao. Fe
Cueva de Son Bouçà	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo		P00738	0.092	0.151	88.14	nd	nd	0.005	9.645	0.050	--	1.160	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo		P00528	1.750	0.310	96.39	0.350	0.003	0.003	0.013	0.051	--	0.200	nd	Contao. Fe
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo		P00530	0.630	0.160	82.17	nd	nd	0.005	7.300	0.047	--	0.350	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo		P00531	0.030	0.170	97.47	0.350	0.190	0.053	0.110	0.440	--	0.350	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo	2/100	P00532	0.080	0.003	93.73	nd	nd	0.006	2.830	0.094	--	2.180	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo		P00533	0.120	0.230	17.44	nd	nd	0.002	5.330	0.045	--	76.32	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo		P00534	1.340	0.100	96.30	0.350	0.210	0.003	0.004	0.037	--	0.770	nd	Contao. Fe
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Varilla tintinábulo		P00535A	2.210	0.200	96.11	nd	nd	0.017	nd	0.140	--	0.120	nd	Contao. Fe
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Redela inf. varilla tint.		P00535B	3.400	0.100	93.91	0.360	nd	0.011	0.017	0.110	--	0.110	nd	Contao. Fe
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Varilla tintinábulo		P00536A	0.170	0.032	84.36	nd	nd	0.003	2.220	0.030	--	12.97	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Redela inf. varilla tint.		P00536B	0.110	0.067	90.81	nd	nd	0.012	6.000	0.200	--	2.430	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Redela sup. varilla tint.		P00536C	0.022	0.130	91.99	nd	nd	0.007	3.760	0.110	--	3.210	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Varilla (anilla)		P00536D	0.350	0.440	96.18	nd	nd	0.006	0.100	0.140	--	0.450	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Varilla tintinábulo		P00541A	0.170	nd	93.00	nd	nd	0.015	2.520	0.049	--	2.930	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Redela sup. varilla tint.		P00541B	0.040	0.250	77.92	nd	nd	0.005	2.470	0.057	--	10.51	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Disco tintinábulo	1/126	P00735	0.144	0.166	89.08	nd	nd	0.010	8.154	0.057	--	1.380	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Redela sup. varilla tint.		P00740	0.111	0.100	92.45	0.400	nd	nd	6.795	0.011	--	nd	nd	TALR
Cueva de Son Bouçà?	Palma de Mallorca	Brazalete		P00741	0.307	nd	90.63	nd	0.614	0.003	nd	0.095	--	nd	nd	TALR
Cueva de Son Haid	Petra (Mallorca)	Punta pedunculada		PP1	1.075	0.261	85.38	nd	nd	0.054	12.45	0.445	--	0.292	nd	Contao. Fe
Cueva de Son Haid	Petra (Mallorca)	Punta pedunculada		PP2	0.091	0.036	90.32	nd	0.957	0.003	0.008	0.003	--	0.040	nd	TALR
Cueva de Son Haid?	Mallorca	Disco tintinábulo		P00744	0.068	0.384	97.71	nd	nd	0.010	0.112	0.028	--	0.171	nd	Contao. Fe
Llucanar	Sant Llorenç (Mallorca)	Macha plana	319	P00522	0.600	0.260	78.03	nd	0.100	0.050	21.12	0.026	--	0.140	nd	TALR
Pocio del Sec	Palma de Mallorca	Caldero (frag.)		P00521	nd	3.270	87.33	nd	6.370	0.200	0.390	0.400	--	1.230	nd	PUN
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Redela inf. varilla tint.	93	P00516B	0.150	0.310	97.35	0.400	nd	0.002	1.400	0.024	--	0.900	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Redela varilla tintinábulo N/I		P00517	0.150	0.270	90.67	nd	nd	0.009	nd	0.012	--	tr	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Nono espajo o patera?	96	P00518	0.033	0.430	32.87	nd	0.160	0.002	3.050	0.036	--	62.29	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Disco tintinábulo	86	P00519	0.021	0.270	10.35	nd	nd	nd	2.040	0.035	--	87.27	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Disco tintinábulo	86	P00519B	0.015	0.160	13.24	nd	nd	nd	2.290	0.040	--	84.24	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Disco tintinábulo	86	P00519C	0.015	0.250	9.39	nd	nd	nd	6.190	0.096	--	63.31	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Disco tintinábulo	82	P00520	0.370	0.230	96.14	nd	nd	0.007	1.990	0.100	--	0.900	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Lámina decorada		P00725	0.420	0.320	78.97	nd	nd	0.006	19.35	0.065	--	nd	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Disco tintinábulo	H.83	P00727	0.930	nd	94.50	nd	0.350	0.003	2.000	0.038	--	0.300	nd	Contao. Fe
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Cometa collar cilíndrica		P00728	2.050	0.340	77.85	nd	nd	tr	10.00	0.057	--	tr	nd	Contao. Fe
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Brazalete	116	P00742	0.225	0.182	93.38	nd	nd	0.001	2.504	0.015	--	1.390	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Disco tintinábulo	84	P00745	0.047	0.078	93.07	nd	nd	0.002	3.416	0.030	--	0.066	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Varilla		P00732	0.130	0.250	94.82	nd	nd	0.004	2.890	0.025	--	1.670	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Varilla	95	P00733	0.900	0.420	96.81	0.320	0.330	0.001	0.034	0.022	--	nd	nd	Contao. Fe
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Varilla tintinábulo	97	P00734A	0.300	0.440	97.57	nd	nd	nd	0.450	nd	--	0.350	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Disco tintinábulo	97	P00734B	0.350	0.270	97.06	nd	0.260	0.005	1.160	0.035	--	0.420	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Varilla tintinábulo		P00747A	0.470	1.000	77.45	nd	nd	0.013	10.52	0.170	--	0.930	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Redela sup. varilla tint.		P00747B	0.940	0.200	79.01	nd	nd	0.013	17.36	0.070	--	2.030	nd	Contao. Fe
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Varilla tintinábulo		P00748A	0.300	0.150	98.99	nd	nd	0.009	nd	0.030	--	0.240	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Redela inf. varilla tint.		P00748B	0.100	1.540	97.07	nd	nd	0.042	nd	0.180	--	0.710	nd	TALR
Cueva de Nassana	Caopnet (Mallorca)	Varilla tintinábulo														

TABLA I (Continuación)

YACIMIENTO	LOCALIDAD	TIPO DE OBJETO	NUMERO DE INVENTARIO	NUMERO DE ANALISIS	CROMO-											NOTAS
					Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	
Ses Salines	Mallorca	Espada (hoja)	PA0761A	0.210	0.290	85.02	nd	nd	0.020	14.00	0.230	--	0.240	nd	TALR	
Ses Salines	Mallorca	Espada (cordón filo)	PA0761B	0.310	0.210	75.40	nd	nd	0.060	22.26	0.340	--	0.360	nd	TALR	
Ses Salines	Mallorca	Espada (empuñadura)	PA0761C	0.120	0.037	92.29	nd	nd	0.003	3.390	0.051	--	3.390	nd	TALR	
Ses Salines	Mallorca	Espada (pomo)	PA0761D	0.220	0.200	56.35	0.270	nd	0.003	41.00	0.001	--	0.730	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (alas)	PA0767A	0.021	0.149	77.31	nd	nd	0.009	8.274	0.030	--	13.00	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (cola)	PA0767B	0.021	0.104	75.44	nd	nd	0.000	7.795	0.031	--	10.34	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (vistago)	PA0760B	0.036	0.200	75.15	nd	nd	0.001	3.760	0.020	--	22.32	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (cola)	PA0760B	0.012	0.170	40.60	nd	nd	0.001	1.570	0.011	--	37.26	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (alas)	PA0760C	0.120	0.130	46.37	nd	nd	0.002	2.250	0.014	--	30.35	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (vistago)	PA0751A	0.190	0.220	59.67	nd	nd	0.020	6.710	0.210	--	32.32	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (cola)	PA0751B	0.021	0.130	70.37	nd	nd	0.020	3.020	0.200	--	22.04	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (cabeza)	PA0751C	0.100	0.170	55.91	nd	nd	0.021	7.000	0.210	--	30.71	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (vistago)	PA0756A	0.019	0.130	70.11	nd	nd	0.006	0.000	0.034	--	13.05	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (cola)	PA0756B	0.020	0.099	80.77	nd	nd	0.005	6.700	0.025	--	12.06	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (alas)	PA0756C	0.014	0.170	72.16	nd	nd	0.010	0.220	0.032	--	10.51	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (vistago)	PA0757A	0.190	0.040	80.10	nd	nd	0.007	1.570	0.007	--	9.000	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Palena (cuerpo)	PA0757B	0.014	0.120	80.83	nd	nd	0.000	3.100	0.250	--	15.23	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Est. toro (cuartos tras.)	PA0759A	0.160	0.150	84.70	nd	nd	0.064	3.050	0.120	--	10.06	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Est. toro (cabeza)	PA0759B	0.250	0.077	80.10	nd	nd	0.065	4.150	0.140	--	14.02	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Badajo tintinábulo	PA0762A	0.150	0.300	90.87	nd	nd	0.100	0.230	0.070	--	7.390	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Varilla tintinábulo	PA0762B	0.400	0.760	96.42	nd	nd	0.024	0.170	0.004	--	1.030	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Tintinábulo (badajo)	PA0763A	0.900	0.220	96.69	nd	nd	0.004	nd	0.056	--	1.920	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Varilla tintinábulo	PA0763B	0.420	0.790	97.39	nd	nd	0.006	nd	0.021	--	0.400	nd	TALR	
Son Cresta	Llucmajor (Mallorca)	Varilla tintinábulo	PA0763C	0.450	0.570	97.20	nd	nd	0.020	nd	0.031	--	0.390	nd	TALR	
Son Cresta?	Llucmajor (Mallorca)	Disco tintinábulo	PA0530A	0.020	0.009	70.80	nd	nd	0.013	10.23	0.075	--	10.14	nd	TALR	
Son Cresta?	Llucmajor (Mallorca)	Cinta tintinábulo	PA0530B	0.070	tr	90.76	nd	nd	tr	nd	0.030	--	nd	nd	TALR	
Son Cresta?	Llucmajor (Mallorca)	Anilla tintinábulo	PA0530C	0.260	0.050	97.70	nd	nd	0.010	nd	0.100	--	nd	nd	TALR	
Son Cresta?	Llucmajor (Mallorca)	Cañanilla	PA0730	0.030	0.240	60.21	nd	nd	0.021	2.000	0.160	--	36.55	nd	TALR	
Son Cresta? Son Bouçà?	Llucmajor (Mallorca)	Cañanilla	PA0729	0.036	0.250	64.22	nd	nd	0.013	5.220	0.074	--	27.53	nd	TALR	
Son Cresta? Son Bouçà?	Llucmajor (Mallorca)	Cañanilla	PA0731	0.022	0.100	62.04	0.200	nd	0.016	0.590	0.049	--	27.15	nd	TALR	
Son Cresta? Son Bouçà?	Llucmajor (Mallorca)	Cañanilla	PA0732	0.019	0.120	57.05	nd	nd	0.010	5.000	0.074	--	36.50	nd	TALR	
Son Cresta? Son Bouçà?	Llucmajor (Mallorca)	Cañanilla	PA0733	0.220	0.190	89.00	nd	nd	0.007	2.370	0.049	--	7.460	nd	TALR	
Son Cresta? Son Bouçà?	Llucmajor (Mallorca)	Cañanilla	PA0734	0.210	0.210	60.60	nd	nd	0.006	9.270	0.065	--	20.97	nd	TALR	
Son Nas	Llubi (Mallorca)	Corno de toro (punta)	PA0760A	0.230	0.260	18.81	nd	nd	0.007	2.640	0.100	--	77.39	nd	TALR	
Son Nas	Llubi (Mallorca)	Corno de toro (fractura)	PA0760B	0.200	0.230	23.97	nd	nd	0.010	2.070	0.110	--	71.52	nd	TALR	
Son Nas	Llubi (Mallorca)	Corno de toro (punta)	PA0766	0.210	0.260	20.30	nd	nd	0.009	3.100	0.110	--	67.21	nd	TALR	

Atendiendo al tipo de aleación, el 33 % de los análisis se refieren a piezas de cobre; el 38 %, a bronce binarios Cu-Sn, y el 29 % restante, a piezas de bronce ternario Cu-Sn-Pb. La distribución del contenido de estaño de la figura 3 destaca el predominio de los bronce pobres con menos del 5 % Sn, estando muy poco representados los bronce de calidad. Sin embargo, no podemos hablar de una «tendencia» hacia el bronce pobre, ya que cerca de la tercera parte de los bronce tienen más del 15 % Sn en su composición. En este caso, es probable que el pequeño número de piezas analizadas sea insuficiente para permitirnos hablar con propiedad de tendencias particulares en los bronce de Massana. En cuanto al contenido de plomo, la figura 4 está indicando un claro predominio de los bronce poco plomados, muy similar al obtenido en Sa Cometa dels Morts (Fig. 2). Es de notar aquí la presencia de dos piezas muy plomadas, el mango de espejo PA0518 con 62,29 % Pb y el disco PA0519, cuyas tres determinaciones detectan cargas de plomo que oscilan entre 63,3 % y 87,2 % Pb. Ello no representa, sin embargo, ninguna singularidad, pues también en Sa Cometa se han detectado.

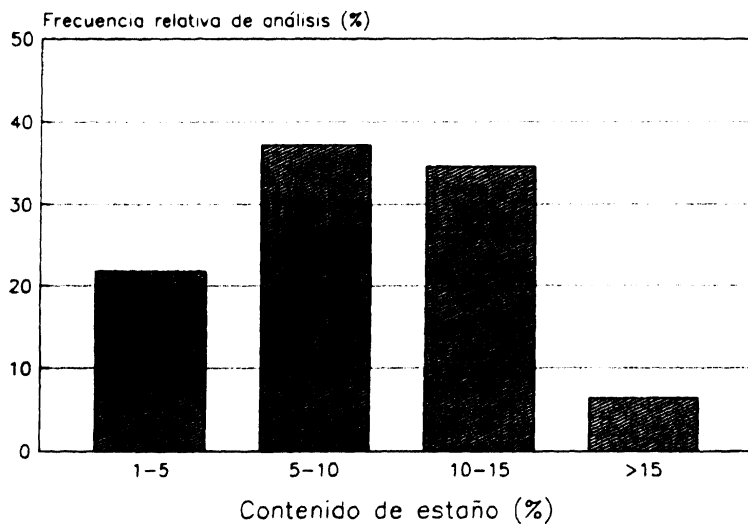


FIG. 1.—Distribución del contenido de estaño en los bronzes de Sa Cometa dels Morts.

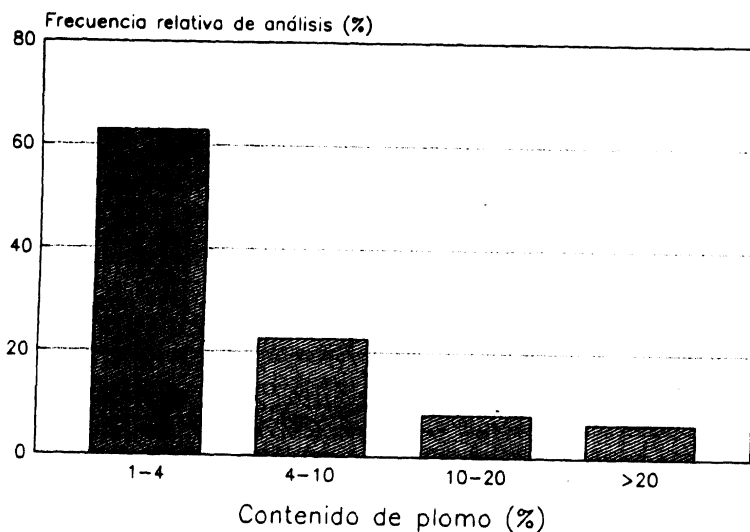


FIG. 2.—Distribución del contenido de plomo en los bronzes de Sa Cometa dels Morts.

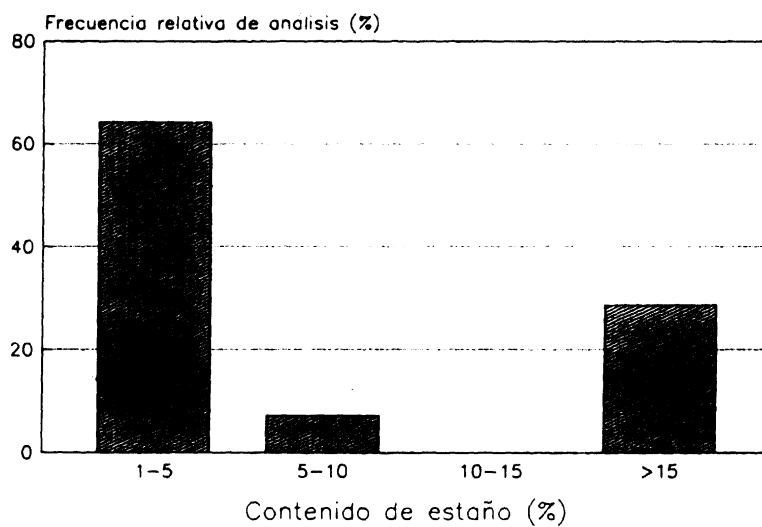


FIG. 3.—Distribución del contenido de estaño en los bronzes de la Cueva de Massana.

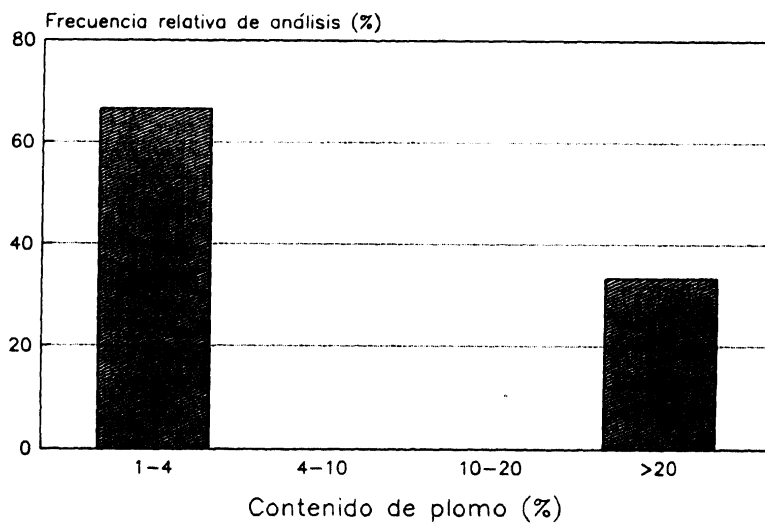


FIG. 4.—Distribución del contenido de plomo en los bronzes de la Cueva de Massana.

CUEVA DE SON BAUÇA

Hemos practicado 25 análisis a materiales de este yacimiento procedentes a la Colección Mulet, actualmente en el Museo de Lluç. Excepto un brazalete, el resto son partes de tintinábulo.

En Son Bauça el 36 % de las piezas analizadas son de cobre; el 20 %, de bronce binario, y el 44 %, de bronce ternario. Atendiendo a la distribución del estaño en los bronce, la figura 5 nos indica que algo más del 60 % son bronce pobres y el resto formulaciones que no sobrepasan el 10 % Sn en su composición. El reparto del contenido de plomo (Fig. 6) señala también en este yacimiento la preponderancia de bronce con menos del 4 % Pb, aunque no son raras las aleaciones con alto contenido en plomo, al igual que sucede en Sa Cometa dels Morts (Fig. 2).

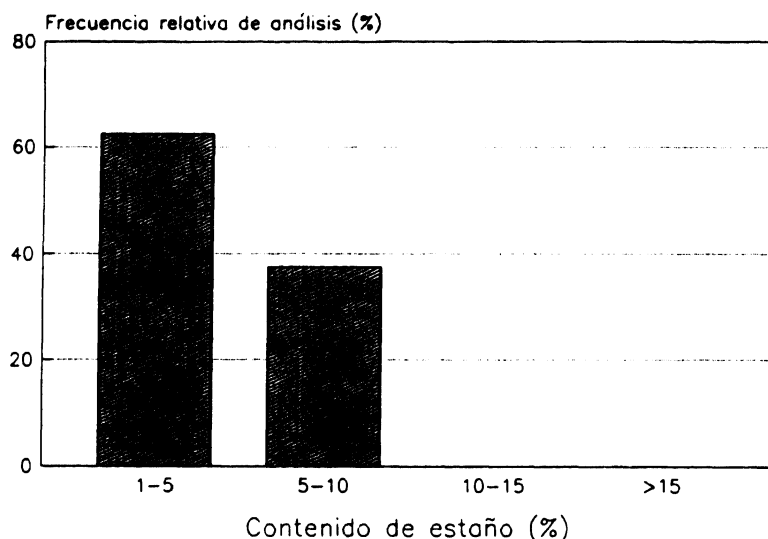


FIG. 5.—Distribución del contenido de estaño en los bronce de la Cueva de Son Bauça.

CUEVA DE SON CRESTA

Este yacimiento mallorquín se encuentra situado en término municipal de Lluçmajor. La mayor parte del depósito arqueológico fue vaciado a finales del siglo pasado por el dueño del terreno y los materiales vendidos a coleccionistas. Las piezas aquí analizadas proceden de la Colección Mulet, hoy custodiada en el Museo de Lluç. Otro lote importante de materiales se encuentra en el Museo Arqueológico de Barcelona y fue estudiado desde el punto de vista arqueológico hace algunos años por Catalina Enseñat (1981: 49 ss.).

Hemos practicado 29 análisis, buena parte de ellos referidos a estatuaria (varias palomas y un torete). El 20 % identifica piezas de cobre; el 60 %, bronce ternarios Cu-Sn-Pb, y el 20 % restante, piezas de bronce Cu-Pb. La distribución del contenido de estaño mostrado en la figura 7 deja patente la escasez de bronce con más del 10 % Sn. Al contrario de lo que sucedía en los yacimientos hasta ahora comentados, en Son Cresta predominan los bronce con más del 10 % Pb (Fig. 8) y ello se debe sin duda a la pequeña estatuaria manufacturada con bronce muy plomado.

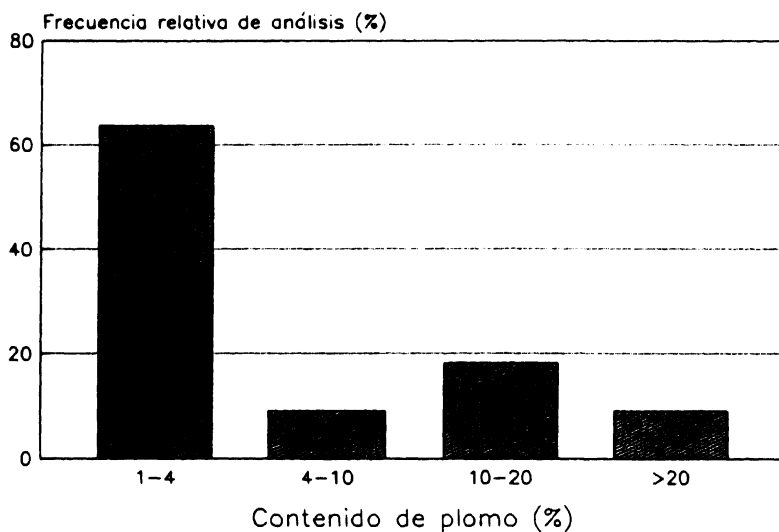


FIG. 6.—Distribución del contenido de plomo en los bronzes de la Cueva de Son Bauçà.

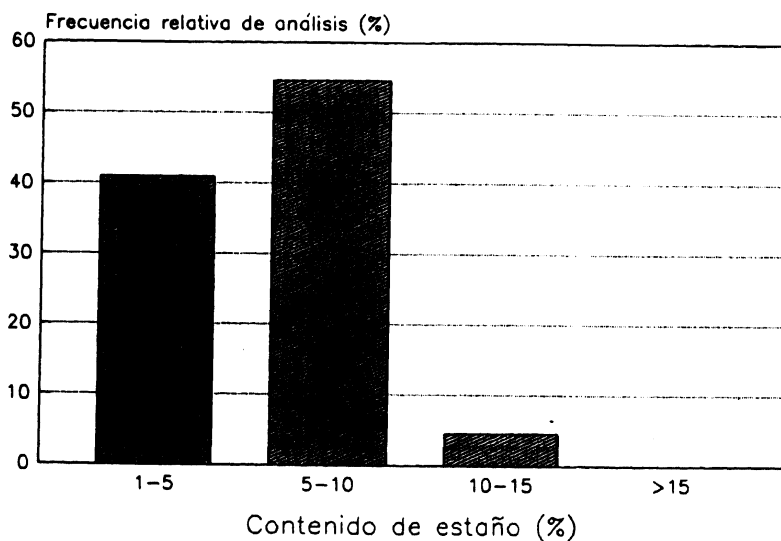


FIG. 7.—Distribución del contenido de estaño en los bronzes de la Cueva de Son Cresta.

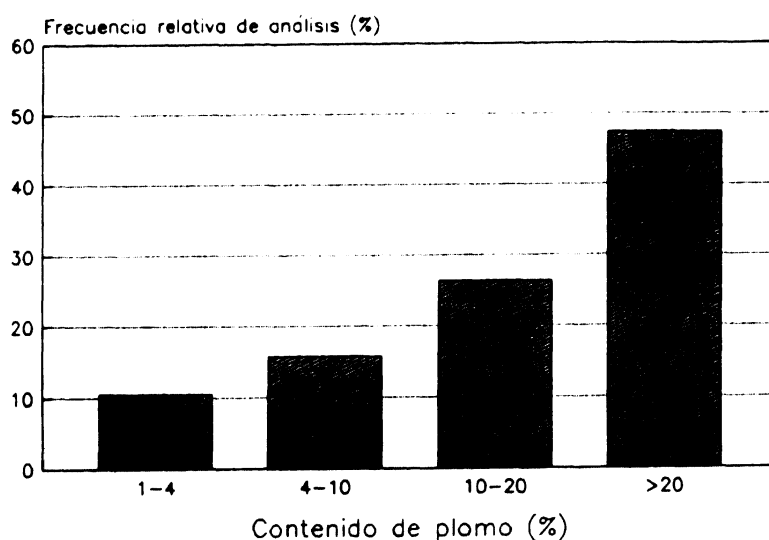


FIG. 8.—Distribución del contenido de plomo en los bronzes de la Cueva de Son Cresta.

SON MATGE

En otra ocasión analizamos materiales talayóticos antiguos de este importante yacimiento mallorquín situado en término de Valldemossa (Delibes y Fernández-Miranda, 1988). Las sucesivas campañas arqueológicas han venido aportando importantes datos de índole metalúrgica, si bien, como señala Waldren (1986: 184-185), el proyecto de estudio arqueometalúrgico está aún en la fase de acopio de datos. No obstante, este autor publica una treintena larga de análisis de objetos de época Talayótica Reciente instrumentados por Peter J. Northover (Waldren, 1986: s/n), que conviene tomar aquí en consideración para mejor contextualizar la tecnología del metal del Archipiélago Balear.

En Son Matge el 18 % de los análisis corresponde a piezas de cobre; el 66 %, a bronzes binarios; el 13 %, a bronzes ternarios, y algo más del 2 %, a aleaciones Cu-Pb. El contenido de estaño se ha reflejado en la figura 9, observándose una distribución gaussiana con la moda en el intervalo 5-10 % Sn, coincidiendo en esto con Cometa dels Morts y Son Cresta. En cuanto al plomo, la distribución se reparte por mitad entre los intervalos 1-4 % y 4-10 % Pb (Fig. 10), no habiéndose detectado materiales con alta carga de plomo.

MATERIALES DE PROCEDENCIAS DIVERSAS

Queda, finalmente, un conjunto de piezas de procedencia diversa que por constituir series cortas no permite el estudio pormenorizado. Así, hemos analizado ocho puntas de barbillón púnicas y dos tintinábulo cuya localización exacta dentro de Mallorca es desconocida, una varilla de tintinábulo de la Cueva de Establiments (Palma), un fragmento de caldero púnico del pecio del Sec, un disco de Son Maiol y dos astas de toro de Son Mas (Llubí).

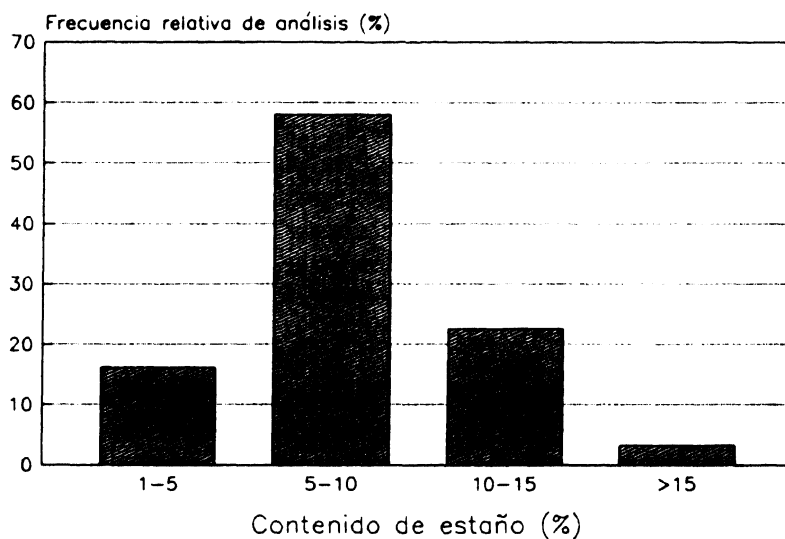


FIG. 9.—Distribución del contenido de estaño en los bronzes de Son Matge (calculados a partir de los análisis de Waldren [1986]).

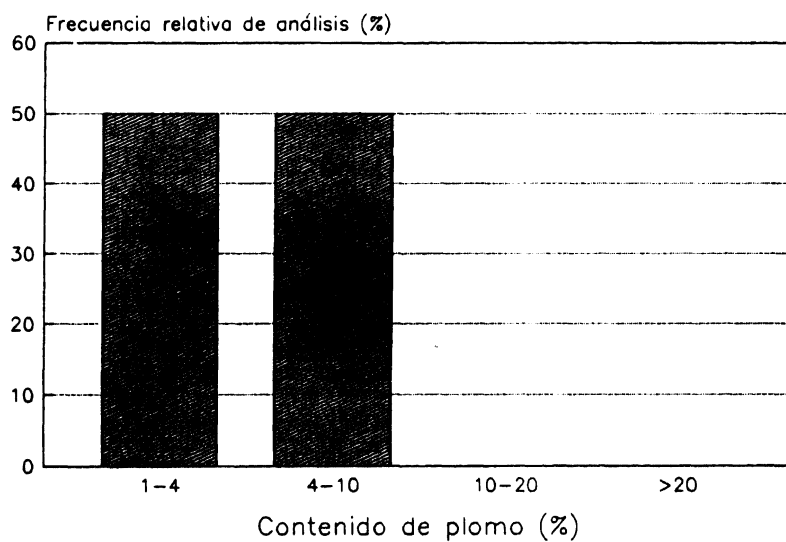


FIG. 10.—Distribución del contenido de plomo en los bronzes de Son Matge (calculados a partir de los análisis de Waldren [1986]).

METALES Y ALEACIONES DE EPOCA TALAYOTICA RECIENTE

Vistos en conjunto los análisis de materiales (Fig. 11), encontramos representados todos los tipos de aleaciones de cobre con estaño y plomo. Más del 50 % de los metales de base cobre son aleaciones ternarias Cu-Sn-Pb, mientras los bronce puros no alcanzan la cota del 30 %.

Los objetos más abundantes son los tintinábulo, compuestos de un disco sujeto mediante un alambre, cadenilla o cinta al extremo de una varilla; esta varilla suele tener los extremos rematados por sendas rodela, unas veces fundidas con la propia varilla, otras ensambladas y otras, las menos, soldadas. Alguna varilla es tubular, construida con chapa metálica embutida y rellena de plomo. Varias técnicas de taller participan, pues, en la elaboración de un tintinábulo: los discos son de fundición, así como las varillas macizas y las rodela; las cintas, alambres y cadenillas son de metal laminado o trefilado, según cada caso.

Como puede observarse en la figura 12, las piezas de fundición de los tintinábulo se elaboraban indistintamente con cobre, bronce típico o bronce plomado, si bien son estos dos últimos tipos de aleación los que acumulan más del 70 % de las producciones analizadas. Conviene señalar, porque es importante, que una buena porción de los bronce plomados contienen cantidades de plomo que no superan el 4 % Pb (es decir, que resultan en definitiva poco plomados) y muchos de ellos, con menos del 2 % Pb, difícilmente podemos considerarlos aleaciones intencionadas. Sorprende también la notable participación de piezas de cobre, que en su momento convendrá poner en relación quizá con el hecho de ser el estaño un metal importado.

Dos tintinábulo emplean cintas metálicas para unir el disco a la varilla. Son los ejemplares PA0513B y PA0538B, de Cometa dels Morts y Son Cresta, respectivamente. La primera cinta es de una aleación inusual de cobre y plomo (4,76 % Pb), aleación supuestamente poco apta para ser laminada (al menos desde el punto de vista de la metalurgia moderna), pues el plomo es casi insoluble en el cobre en estado sólido y queda rodeando los granos de cobre, formando una película por la que se transmiten con facilidad las fracturas. Sin embargo, fue empleada con éxito en el caso que nos ocupa, probablemente laminando entre rodillos un alambre. La cinta de Son Cresta es de cobre, metal que se lamina sin dificultad.

Dos alambres de Sa Cometa (PA0524E y PA0551D) son de cobre y bronce pobre, respectivamente, materiales muy adecuados para trefilar en frío. Un caso particular de construcción con alambres son las cadenillas de los tintinábulo, cuyos eslabones se reducen a alambres anillados. Hemos analizado cuatro ejemplares de Sa Cometa (PA0514B, PA0526E, PA0572E y PA0542E) todos de bronce ligeramente plomado, y uno de la Cueva de Son Bauçà (PA0537D) de bronce pobre con 1,31 % Sn, que más bien deberíamos considerar de cobre, pues una aleación con tan bajo tenor de estaño difícilmente puede tenerse por aleación intencionada, siendo más bien consecuencia de una refundición de cobre con algún fragmento de chatarra de bronce.

La única placa decorada analizada es de la Cueva de Massana (PA0725). Es un bronce duro con 19,55 % Sn, una aleación que se lamina con cierta dificultad debido a la segregación de fase delta dura y frágil. Este inconveniente se pudo evitar en cierto modo recociendo el metal antes de iniciar la laminación y con los sucesivos recocidos que habitualmente se alternan durante el laminado. El metal debió quedar bastante quebradizo, pues la pieza se encuentra afectada por una gran fractura que la divide.

También son de tecnología laminar otras dos piezas de Massana: el brazalete decorado PA0742, de bronce pobre ligeramente plomado, y el fragmento de collar de ánima de hierro y cuentas formadas por chapitas de bronce enrolladas PA0728. En este último volvemos a encontrar una aleación dura, con 18,88 % de estaño.

Un objeto característico de la metalistería talayótica reciente es la estatuilla representando una paloma, generalmente al extremo de un vástago también metálico. Tres ejemplares proceden de Sa Cometa dels Morts (PA0749, PA0750 y PA0758) y cinco de la Cueva de Son Cresta (PA0747, PA0748, PA0751, PA0756 y PA0757). Se trata de piezas de fundición en las que habitualmente el cuerpo de la

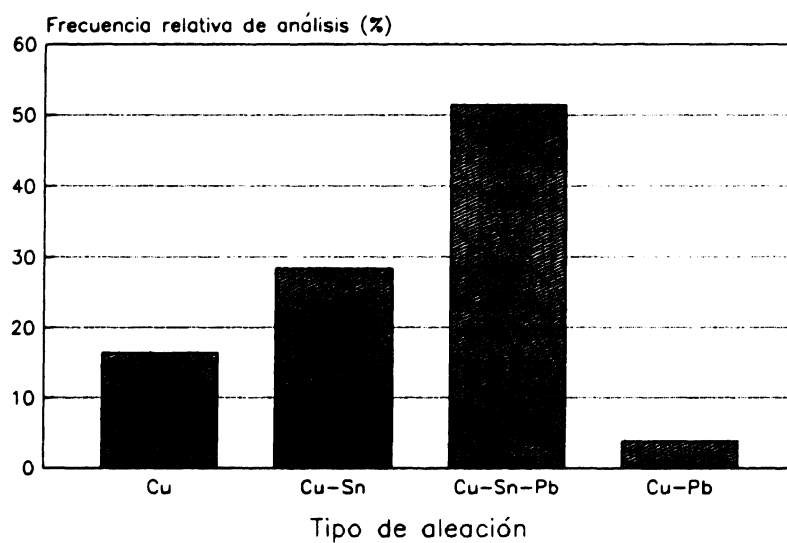


FIG. 11.—Tipos de aleación de base cobre en las producciones metálicas del periodo Talayótico Reciente.

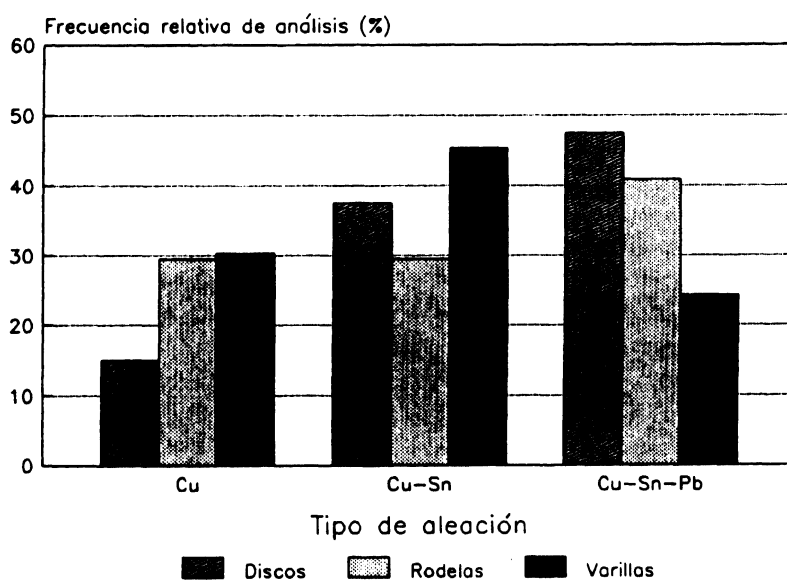


FIG. 12.—Aleaciones de base cobre en los tintinábulos talayóticos.

paloma es independiente del vástago o soporte, hincándose éste en una perforación de aquél. Tal es el caso de los ejemplares PA0750 y PA0558, entre otros, cuyos análisis muestran claras diferencias de composición entre el cuerpo y el soporte. Algún otro, sin embargo, parece fundido en una pieza, como el PA0749, pues las diferencias analíticas son irrelevantes. Desde el punto de vista técnico esto no representa ningún problema, ya que el soporte cónico resulta en el molde un excelente embudo de colada. En cuanto a las aleaciones empleadas, hay un marcado contraste entre Sa Cometa y Son Cresta. Las palomas de Sa Cometa son todas de bronce escasamente plomado (el valor máximo es 5,06 % Pb en PA0758A), mientras que las de Son Cresta son todas de bronce muy plomado, alcanzándose el valor 57,26 % Pb en PA0748B. La relación Cu/Sn es también distinta en ambos conjuntos, resultando las palomas de Sa Cometa más ricas en estaño.

Vamos a referirnos ahora al grupo de análisis de estatuillas y astas de toro, tan características de los contextos baleáricos de la época. Hemos estudiado un torete de Son Cresta (PA0759) fundido a la cera perdida en bronce plomado, aleación de parecidas características a las de las palomas del mismo yacimiento, y dos extremos de asta de Son Mas (PA0760 y PA0766), de bronce muy plomado (entre 67,21 y 77,39 % Pb). En otra ocasión se analizaron las estatuillas de toro de Torralba d'en Salort (Menorca) (Rovira y Sanz, 1984: 200) y Talapí (Mallorca) (Delibes y Fernández-Miranda, 1988: 165), dando tipos de bronce similares a los ahora encontrados pero con formulaciones cuantitativas distintas. El de Talapí es pobre en estaño como el de Son Cresta (4,29 % Sn) pero mucho más plomado (29,6 % Pb); el de Torralba es rico en estaño y plomo.

Finalmente, conocemos la composición de varias campanillas de Son Cresta, en general de bronce muy plomado. Las aleaciones son muy similares a las detectadas en los ejemplares clasificados como púnicos de Puig des Molins (Ibiza) y Torralba d'en Salort (Delibes y Fernández-Miranda, 1988: 166).

COMPARACION ENTRE YACIMIENTOS

En más de una ocasión, a lo largo de lo expuesto, hemos apuntado perceptibles diferencias en los tipos de aleación registrados en los yacimientos que aquí se consideran. Conviene averiguar si tales diferencias consolidan alguna característica distintiva o si, por el contrario, resultan más aparentes que reales, condicionadas por la limitación de datos todavía disponibles.

Massana y Son Bauçà son los depósitos que poseen más piezas de cobre (33 y 36 % de los análisis, respectivamente), seguidos de Son Cresta (20 %), Son Matge (17,9 %) y Sa Cometa (4,6 %). Teniendo en cuenta que excepto Sa Cometa y Son Matge los otros conjuntos son relativamente pequeños, sería arriesgado buscar inferencias diferenciadoras. Importa, no obstante, subrayar un dato común: en plena Edad del Hierro la metalistería no férrea de Mallorca recurre con frecuencia a los objetos elaborados con cobre.

La distribución del contenido de estaño, expresado en sus curvas acumulativas (Fig. 13), ofrece ciertos comportamientos asociables en principio. Así, Son Matge y Sa Cometa, con un porcentaje de bronce pobres situado en torno al 20 %, dibujan poligonales similares. Otro tanto cabría decir de Son Cresta y Son Bauçà, si bien en estos yacimientos la tasa de bronce pobres en estaño es netamente mayor. Massana, conjunto con pocos análisis, sigue una trayectoria peculiar que no conviene valorar por el momento. Dejando a un lado Massana, las pendientes parecidas del tramo 1-5 % a 5-10 % Sn indica que los bronce mallorquines acumulan la mayor parte de sus ejemplares por debajo de la composición 10 % Sn, aunque conjuntos como los de Sa Cometa y Son Matge estén dando un buen número de bronce ricos en estaño.

Las gráficas acumulativas de plomo de la figura 14 resultan bastante dispares, si exceptuamos la tendencia semejante de Sa Cometa y Son Bauçà, y parecen indicar la irregularidad con que se alea el plomo (metal presumiblemente barato) en las fundiciones. Abundan, como vemos, los bronce plomados con menos del 4 % Pb.

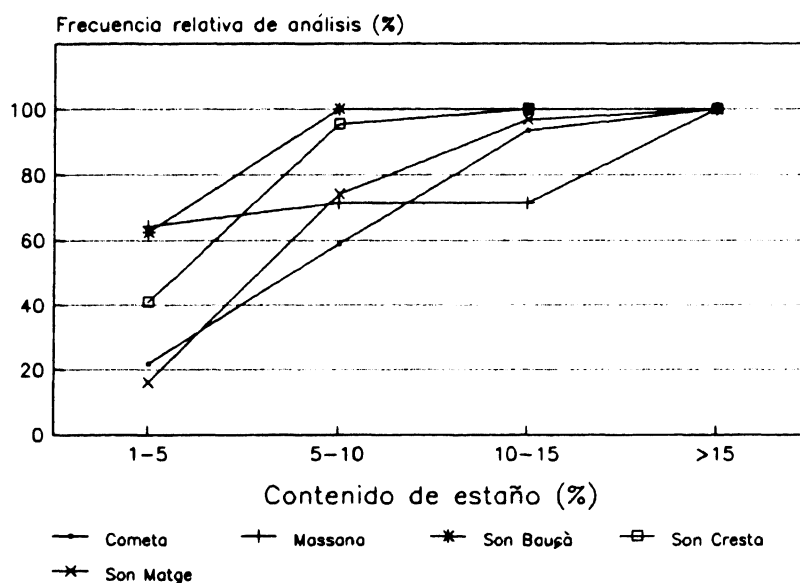


FIG. 13.—Diagrama acumulativo del contenido de estaño en los bronzes del período Talayótico Reciente, según los distintos yacimientos.

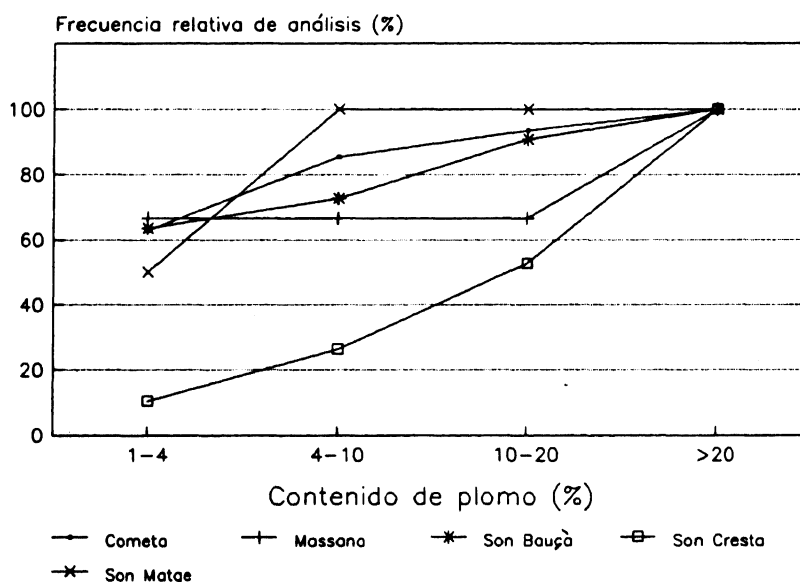


FIG. 14.—Diagrama acumulativo del contenido de plomo en los bronzes del período Talayótico Reciente, según los distintos yacimientos.

Visto *grosso modo* el comportamiento de los yacimientos mallorquines, y dado que las asociaciones no se repiten, parece más conveniente considerarlos de manera global, aportando el conjunto las características de las producciones talayóticas tardías, del mismo modo que se ha hecho para otros contextos culturales (Craddock, 1976, 1977 y 1986).

LA METALURGIA TALAYOTICA RECIENTE EN EL CONTEXTO MEDITERRANEO

A comienzos de la Edad del Hierro el Mediterráneo soportaba un intenso tráfico marítimo comunicando regularmente sus puertos más distantes por rutas frecuentadas desde mucho tiempo antes. Las islas del Archipiélago Balear no habían estado ajenas a estos movimientos, como acertadamente sintetizan Delibes y Fernández-Miranda (1988: 169 ss.) tras estudiar las producciones metálicas del Talayótico Antiguo. Pero también ponen de relieve cómo el aislamiento derivado de la insularidad hace que las influencias recogidas por la población indígena cristalicen de forma peculiar en las sucesivas fases culturales de las islas. Así, la plasmación material de determinados cultos mediterráneos como puedan ser toros y palomas se resuelve aquí de manera personal. El tintinábulo discoidal tan frecuente en las necrópolis baleáricas, lo es asimismo en las de Cartago y su presencia se detecta también en numerosas estaciones del arco ligur y otras regiones itálicas. Elementos púnicos son sin duda las navajas de afeitar, las campanillas y los espejos del yacimiento ibicenco de Puig des Molins. También deben serlo los especímenes mallorquines, quizá llegados a través del comercio con la vecina Aiboshim (Ibiza), como apuntara Enseñat (1981: 116).

Ante un marco de intensas relaciones transmediterráneas cabe preguntarse hasta qué punto la metalurgia isleña fue epigonal. Deberíamos comenzar considerando la posible influencia púnica dado que Ibiza fue fundada por los cartagineses a mediados del siglo VII a. C. y ya había sido frecuentada con anterioridad por los fenicios.

Hay analizadas una veintena de piezas consideradas púnicas de procedencia balear (véase Tabla I y los listados de análisis de Delibes y Fernández-Miranda [1988]). Ninguna de ellas es de cobre, aunque hay una navaja de afeitar de Puig des Molins con 1,99 % Sn y una punta de barbillón mallorquina sin estaño pero con 5,39 % Pb (PB2). El valor medio del estaño es 10,61 %, frente a 7,43 % en los materiales obtenidos por fundición de cronología talayótica reciente, con desviaciones típicas del orden de 4 en ambos conjuntos. La media de plomo en los bronce púnicos es de 17,62 % Pb y en los talayóticos 12,12 %, también con desviaciones típicas similares del orden de 18. De este cuadro parece desprenderse que la bronceística talayótica reciente es por término medio menos rica en estaño y plomo que la púnica (véase más adelante Figs. 16 y 17). Sin embargo, no debemos perder de vista que los materiales púnicos que estamos considerando no necesariamente se deberán a importaciones (y en caso de serlo, ¿dónde se situarían los talleres extrainsulares?). Las puntas de barbillón son casi todas de bronce rico en estaño, pero entre los objetos de ajuar de Puig des Molins hay una notable presencia de bronce pobres (curiosamente las navajas de afeitar), como sucede con los metales más abundantes de presumible producción local. ¿Son habituales los bronce pobres en la metalurgia púnica en general o más bien resultan aquí de la adaptación de los artesanos (púnicos o nativos) a las condiciones del mercado balear de materias primas? Recientemente se han dado a conocer análisis de los objetos de uso cotidiano (agujas, fíbulas, alfileres, varillas, etc.) de los siglos VII-VI a. C. de Morro de Mezquitilla (Málaga) (Giumlia-Mair, 1985 y m.s.). Abundan allí las piezas de cobre y los bronce pobres; algunas fíbulas y otros artículos de fundición contienen algo más de estaño y, a veces, plomo por encima del 10 %. Los materiales de Morro de Mezquitilla forman un conjunto tipológica y funcionalmente distinto de los púnicos aquí considerados, pero remiten a un complejo tecnológico invocable aunque no exclusivo, pues se manifiesta con discretas variantes por todo el Mediterráneo en objetos contemporáneos homólogos. Si no tomáramos en consideración las ligazones entre tecnología, tipo y función del objeto podríamos acercar los materiales púnicos ebusitanos a los de Morro de Mezquitilla, pero el riesgo de errar de bulto es

demasiado grande. Habrá que acopiar nuevos datos antes de arriesgar una respuesta a la pregunta formulada más atrás. Mientras tanto, y a la luz de los datos que manejamos, los metales del Talayótico Reciente se separan en conjunto de sus coetáneos cartagineses, distinguiéndose por unas tasas medias de estaño y plomo más bajas y una mayor abundancia de objetos de cobre.

Las piezas fundidas de uso doméstico elaboradas con bronce pobre no son tan frecuentes en la metalistería del mundo ibérico, como se desprende de los datos que vamos recogiendo. Así, en el depósito de El Amarejo (Albacete) las fíbulas y otros objetos moldeados son de bronce plomado con más del 5 % Sn, quedando reservados los bronce pobres para agujas y alfileres que suelen ser terminados a martillo; de un total de 47 piezas sólo dos son de cobre (Rovira *et al.*, 1989: 103). Tampoco abundan los bronce pobres en los niveles ibéricos del yacimiento cordobés de El Llanete de los Moros (Martín de la Cruz, 1987: 199) ni en los ibero-turdetanos del onnubense Tejada la Vieja (Rovira *et al.*, 1987: 224-225). La concordancia del bronce talayótico reciente es mayor respecto de la pequeña estatuaria votiva ibérica, de la cual poseemos una serie de 117 análisis (Prados, 1988). Casi todos son bronce ternarios, con unas medias de 9,30 % Sn y 12,89 % Pb muy próximas a las talayóticas, dato que conviene retener por lo que se dirá más adelante cuando comparemos con la metalistería etrusca. Los bronce pobres con menos del 5 % Sn menudean entre los exvotos ibéricos, siendo raros los de cobre. Hay, pues, algunas coincidencias notables entre los bronce votivos ibéricos y los materiales talayóticos recientes, también de carácter votivo o profiláctico en su mayoría, como son las tasas medias de estaño y plomo y la presencia de bronce pobres. Las diferencias se cifran en que en las islas hay más bronce sin plomo y muchas más piezas de cobre.

Si dirigimos la mirada hacia la Península Itálica encontraremos la floreciente industria del metal de Etruria, no ha mucho estudiada por Paul T. Craddock (1986). Los materiales etruscos arcaicos de fundición dan un valor medio de estaño de 7,8 % y los trabajados a martillo 8,1 %, valores bastante próximos a las cifras de 7,43 % y 10,42 %, respectivamente, de los metales mallorquines. Las medias globales son 8 % Sn para los etruscos de los siglos VII-VI a. C. y 7,63 % para los talayóticos en general. Las series etruscas, con más de setecientos análisis, recogen materiales de cronología muy concreta, lo cual ha permitido estudiar con gran detalle la evolución de las aleaciones desde época arcaica hasta el siglo II a. C., observándose una cierta constancia en el contenido medio de estaño y un paulatino incremento de la participación de bronce plomados y de la tasa de plomo en las producciones moldeadas (Craddock, 1986: 235 ss.). Es probable que la metalurgia talayótica reciente experimentara un proceso similar (aunque no necesariamente al mismo ritmo) desde el siglo VII al II, que por ahora no podemos siquiera vislumbrar pero que no resulta arriesgado suponer, conocido el dinamismo y el juego de intereses circunmediterráneos. Así, cada vez son más numerosos los hallazgos de materiales etruscos en los contextos ibéricos del Levante peninsular, con los que cobra nueva savia la vieja teoría de las relaciones entre Etruria y el mundo ibérico. Quizá no resulte entonces casual que la cifra global media de estaño en lo etrusco y lo talayótico reciente sea 8,85 % y 7,63 %, respectivamente, y la de plomo 10,52 % y 12,12 % (valores más próximos entre sí que con relación a los materiales púnicos), como quizá tampoco lo sea la concordancia entre etrusco e ibérico. Hay diferencias, sin embargo, que no debemos soslayar: las piezas etruscas de cobre son raras, menos del 1 %, mientras que en Mallorca superan el 16 %, y tampoco son frecuentes los bronce binarios en piezas de fundición. No cabe en modo alguno proponer para la metalurgia talayótica reciente un modelo en todo semejante al etrusco o al ibérico; pero parece que cuando en Mallorca se fabricaba bronce, se seguían patrones similares en parte a los etruscos o a los de la estatuaria ibérica. Es posible que el suministro de estaño desde el exterior resultara insuficiente para cubrir las necesidades del mercado interno de bronce y ello forzara a los metalúrgicos locales a fabricar las mismas piezas con cobre, en lugar de empobrecer la aleación.

En el intento de buscar concordancias con la metalurgia del Talayótico Reciente podríamos seguir comparando con la series de bronce samnitas de los siglos V-III a. C., griegos clásicos y helenísticos, de los cuales hay abundante documentación (Craddock, 1977 y 1986). Pero por ahora quizá resulte un ejercicio innecesario, pues el modelo o los modelos metalúrgicos baleáricos han debido gravitar bajo influjos muy diversos a lo largo de la Edad del Hierro. Vista de ese modo, la

metalurgia talayótica asumiría influencias mediterráneas de diversa procedencia (todas ellas, a su vez, con algunas características comunes), desarrollando una industria de sabor local acorde con los requerimientos de la sociedad a la que sirve.

ARQUEOMETALURGIA DE LAS ISLAS BALEARES: APROXIMACION A UN PROCESO DE CAMBIO TECNOLÓGICO

Las producciones metálicas son sólo una parte de los elementos en los que rastrear las características de la tecnología del metal. Un modelo metalúrgico completo necesita, además, verse apoyado por otros restos de esta actividad peculiar: estudio de minas y minerales, estructuras de hornos, crisoles, moldes, etc. (Montero *et al.*, 1988; Rovira, 1989). Muchas de las evidencias se refieren a moldes y han sido recogidas en el tanta veces citado trabajo de Delibes y Fernández-Miranda (1988: 148-149).

La actividad metalúrgica comienza a manifestarse en los niveles campaniformes tempranos de Son Matge y Son Ferrandell-Oleza, entre los años 2000 y 1600 a. C. (Waldren, 1986: 6). En Son Matge se excavó un taller con punzones en distintos grados de elaboración y fragmentos de cerámica con adherencias minerales por su cara interna. Dos de estas adherencias han sido analizadas, resultando ser óxidos y otros productos de la corrosión del cobre (Waldren, 1986: s/n.). Tan escasos datos resultan, no obstante, muy esclarecedores, pues reflejan un modelo básico de fundición de cobre similar al encontrado en otros yacimientos contemporáneos de la Península (Delibes *et al.*, 1989; Rovira, 1989a).

El cambio más significativo que se aprecia en la fase Campaniforme Tardía (1600-1300 a. C.), además del incremento en la producción y circulación de objetos, es la introducción del bronce binario Cu-Sn en un momento temprano de la misma: hay un punzón de bronce templado en Son Matge con aproximadamente 10 % Sn (Waldren, 1986: 7 y s/n.). De bronce pobre, con 2,66 % Sn, es el puñal de Son Puig, también publicado por Waldren, mientras que el ejemplar de Bellever y un puñal de lengüeta ibicenco son de cobre (Delibes y Fernández-Miranda, 1988: 165-166), completando así la corta serie de materiales pretalayóticos analizados últimamente.

Aún resulta problemático decidir la vía de entrada en Mallorca de la tecnología del bronce. Por lo que sabemos del sureste peninsular, los bronces argáricos parecen ser posteriores a esa fecha en torno al 1600 a. C. propuesta por Waldren para el punzón de Son Matge. En la Península los bronces más antiguos de cierta calidad asociados a dataciones radiocarbónicas son una punta y algunos punzones de la Loma del Lomo (Guadalajara), fechados hacia el 1500 (comunicación personal del prof. Valiente Malla). Hay algunos bronces pobres más antiguos en los que la intencionalidad de la aleación parece más dudosa (Rovira *et al.*, e.p.). Sin embargo, allende los Pirineos, tanto los yacimientos bretones como los británicos de la temprana Edad del Bronce ofrecen abundantes pruebas de aleaciones cobre-estaño (Tylecote, 1984: 25), resultando viable una ruta de influencia tecnológica que alcanzara la Península desde el norte, recalando en las Baleares desde el sureste francés o desde la costa catalana (regiones de las que, por cierto, no conocemos análisis fechados).

También en Italia hay hachas y dagas de bronce en el Bronce Antiguo (Tylecote, 1984: 23). Pero el salto a Cerdeña de esta tecnología dista mucho de tener una solución clara por ahora, ignorándose en qué momento del dilatado período Nurágico (1800-238 a. C.) hace su *début*: los análisis antiguos de objetos nurágicos publicados por Junghans *et al.* (1960 y 1968) no ofrecen apoyatura cronológica y se cuestiona la procedencia sarda de los propios objetos, y los más recientes son materiales del Bronce Final y posteriores, con una fecha *post quae* de 1500 a. C. (Tylecote *et al.*, 1983: 67) que de poco sirven para sustentar la hipótesis de un movimiento difusor temprano hacia las Baleares desde el Mediterráneo central.

Las posibles relaciones y préstamos culturales del Archipiélago Balear a lo largo del Talayótico

han sido abordados con agudeza y fundados argumentos en las publicaciones de los últimos años (Enseñat, 1981; Veny, 1982; Delibes y Fernández-Miranda, 1988). Pero hasta ahora no habíamos estado en condiciones de señalar algunos rasgos de la evolución de la tecnología del metal, presumidos anteriormente en más de una ocasión.

El cuadro que presentan las aleaciones de base cobre es muy distinto en el Talayótico Antiguo y en el Reciente, contrastando, además, las aleaciones de la Edad del Hierro local con las presumiblemente púnicas. Como queda puesto de relieve en la figura 15, los bronce binarios Cu-Sn predominan en el Talayótico Antiguo (I), en tanto que serán los ternarios Cu-Sn-Pb los más abundantes durante el Talayótico Reciente (II), con una tendencia similar pero no exactamente idéntica en la bronceística púnica, en la que la presencia de bronce plomados es aún más acusada. La razón primera está, sin duda, en el cambio funcional de las aleaciones metálicas: en la fase más antigua el bronce de buena calidad es el soporte de la industria instrumental, posición que pasa a ocupar el hierro en el Talayótico Reciente, confinando las aleaciones de base cobre a otros menesteres. La variedad tipológica es tan distinta en una y otra época que resulta superfluo insistir en lo evidente.

El contenido de estaño en las aleaciones es un buen indicador de las diferencias tecnológicas (Fig. 16). Los bronce pobres con menos de 5 % Sn son escasos entre los materiales talayóticos antiguos. En ellos predominan las formulaciones con más del 10 % Sn, como conviene a instrumentos y armas fabricadas con metal resistente a los esfuerzos mecánicos. En la metalistería tardía las cosas son distintas: los objetos de aderezo personal, la pequeña estatuaria y los numerosos tintinábulo asociados a los ritos funerarios suelen ser de bronce con menos del 10 % Sn.

El plomo aumenta su participación cualitativa y cuantitativa en las aleaciones talayóticas recientes (Fig. 17), con formulaciones semejantes a las de otras producciones foráneas de la época (etruscas y griegas, por mencionar las mejor conocidas), distanciándose, por cierto, de las composiciones encontradas en estatuillas sardas (Tylecote *et al.*, 1983: 73).

Sobre estructuras de hornos y métodos de transformación del mineral en metal nada sabemos. Sin embargo, la tasa de impurezas de hierro en el cobre está resultando un excelente indicador de la evolución de la tecnología del horno de fundición (Craddock, 1986: 217; Craddock y Meeks, 1987).

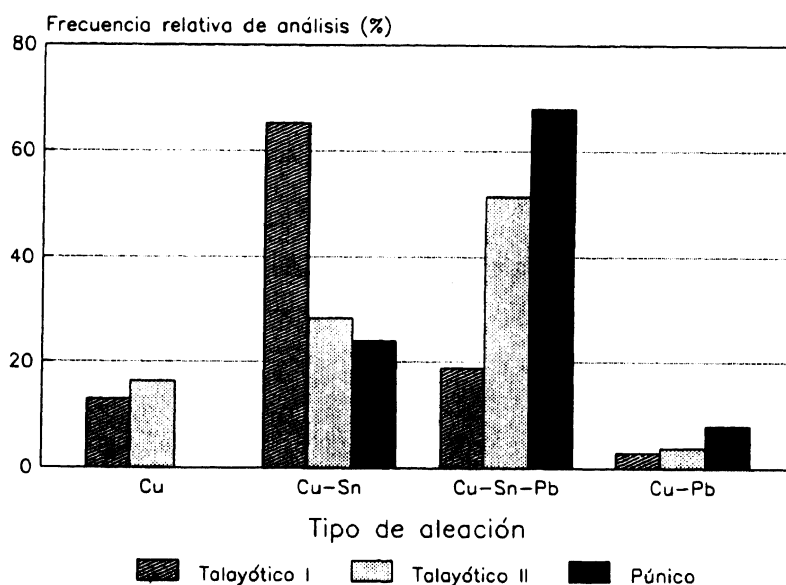


FIG. 15.—Distribución de los tipos de aleación a lo largo del Talayótico.

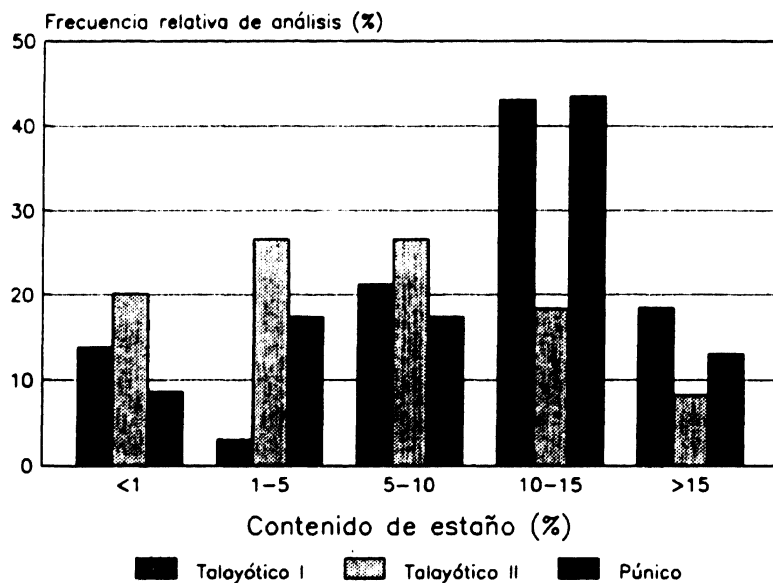


FIG. 16.—Distribución del contenido de estaño a lo largo del Talayótico.

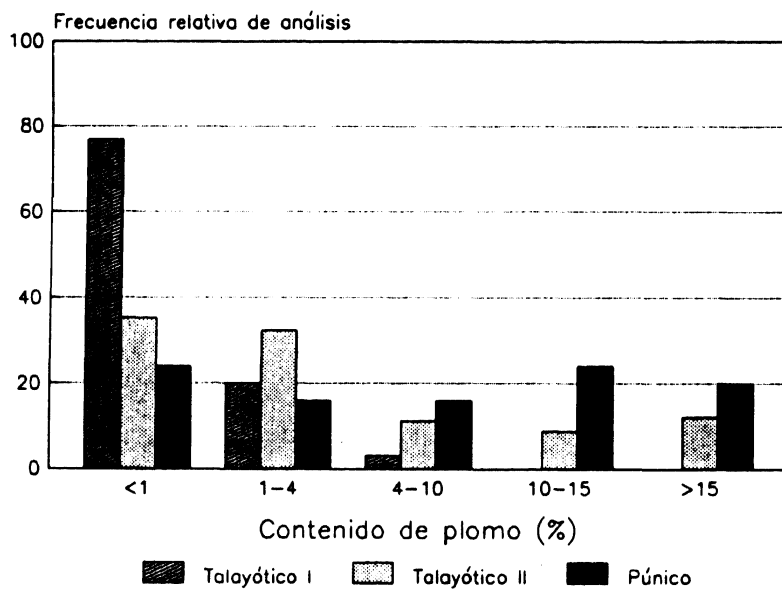


FIG. 17.—Distribución del contenido de plomo a lo largo del Talayótico.

En los hornos primitivos (usualmente vasijas-horno) la dificultad para alcanzar temperaturas elevadas hacía que el abundante hierro presente en el propio mineral de cobre o añadido como fundente se ligara al cobre fundido en un porcentaje extremadamente bajo. Posteriormente, con la invención de mejores técnicas, hornos más lentos pero de mayor capacidad y alcanzando en la cámara de reducción temperaturas holgadamente por encima de los 1.200 °C, el cobre era capaz de disolver mayor cantidad de hierro, llegando en ocasiones a superar el cobre bruto (lingote) la cifra del 1 % Fe. Al refundir el lingote tiene lugar un afino del metal, perdiéndose mucho del hierro disuelto pero permanece en cantidad suficiente para diferenciar los procesos. En las Baleares se observa con claridad esa diferencia entre los materiales del Talayótico Antiguo y los del Reciente. Para los primeros la tasa media de hierro es de 0,08 % Fe, ciertamente consistente con la cifra de 0,04 % de los bronce atlánticos españoles, 0,13 % del Bronce Final/Hierro Inicial italiano, 0,12 % del Etrusco Arcaico (datos tomados de Craddock, 1986: 221, Fig. 2), y 0,14 % de materiales almerienses de los siglos VIII-VII (Rovira y Sanz, 1983: 203). En época Talayótica Reciente el valor medio del hierro es superior, del orden de 0,30 % Fe (en el cálculo no se han tenido en cuenta las piezas contaminadas de la Tabla I), comparable al 0,35 % de los bronce sardos, 0,27 % de las producciones de la Magna Grecia (Craddock, 1986: 221, Fig. 2) y 0,37 % de los bronce ibéricos de El Amarejo (Albacete) (Rovira *et al.*, 1989: 103).

Decidir el momento en que tuvo lugar el relevo tecnológico es tarea inútil por el momento. El lingote de Son Mercer de Baix (Menorca), con 0,06 % Fe, procede de un contexto antiguo, pues el poblado se fecha en la transición entre el Pretalayótico y el Talayótico Antiguo (Delibes y Fernández-Miranda, 1988: 151). La composición casa bien con una tecnología de fundición antigua. El otro lingote analizado, de La Sabina (Formentera), es de tipo plano-convexo, dando una tasa de hasta 7,15 % Fe que remite a una fundición en horno más moderno. Dicho lingote va asociado a un hacha de cubo, asociación que permite suponer a Delibes y Fernández-Miranda una fecha aproximada del 750/700 a. C. relacionable con depósitos sardos similares. Es probable, pues, que los nuevos tipos de horno de fundición de cobre llegaran a las Baleares hacia finales del período Talayótico Antiguo.

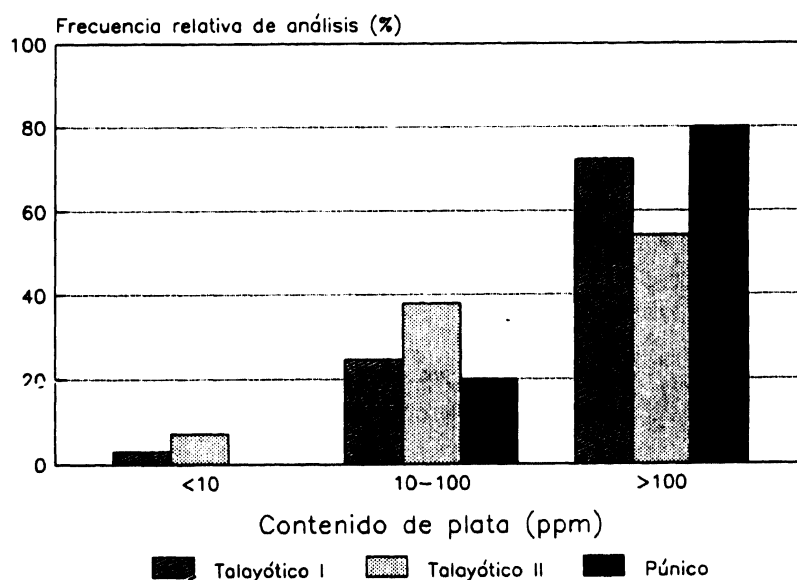


FIG. 18.—Reparto de las impurezas de plata en el cobre Talayótico.

El cambio tecnológico apreciado en la industria del metal se corresponde con un notable incremento en el volumen de producción que, a su vez, implica una mayor explotación de los recursos disponibles de cobre y/o la llegada de más materia prima del exterior. A pesar de los esfuerzos efectuados para identificar localizaciones geográficas basadas en la composición de oligoelementos en el metal, los resultados no son nada satisfactorios debido a la inestabilidad probada de muchos oligoelementos y a la variabilidad con que se los detecta en los minerales. Véase como ejemplo la colección de análisis de minerales toledanos publicada por Montero *et al.* (1990) o los que aquí mostramos en el Apéndice II. Es probable, sin embargo, que a nivel de conjuntos numerosos puedan observarse ciertas constantes. Si consideramos las impurezas de plata que acompañan al cobre, tenidas por relativamente estables frente a los procesos termo-químicos de la metalurgia, su contenido se distribuye en los metales baleáricos como indica la figura 18. Los histogramas para el Talayótico I y el Talayótico II resultan bastante similares, lo cual admite como interpretación (entre otras) que en ambos períodos se explotaran minerales de cobre de las mismas procedencias, aunque el volumen explotado debió ser mucho mayor en época reciente. Los metales púnicos, por su parte, se agrupan de distinta manera, subrayando así su posible carácter de importaciones (aunque, como se indicó más atrás, no descartamos la presencia de talleres púnicos en la zona pitiusa del archipiélago).

APENDICE I: Nuevas piezas analizadas de época Talayótica Antigua

Las gestiones del P. Veny han permitido añadir algunos análisis a la serie de materiales talayóticos antiguos dados a conocer por Delibes y Fernández-Miranda (1988), anotados en la tabla I con la indicación cronológica TALA. De gran interés es la singular espada de Ses Salines, arma de parada como han supuesto los citados autores. A la vista de los análisis, conviene modificar algunos aspectos constructivos entonces descritos. La pieza ofrece un marcado polimetalismo (véanse los análisis PA0761) que invalida la suposición de haber sido fundida en un solo tiempo. Así, la hoja, con 14 % Sn, es distinta del cordón guardafilos, con 22,26 % Sn, de la empuñadura, que es un bronce ternario con 3,39 % Sn y 3,59 Pb, y de la bola, bronce muy rico con 41,88 % Sn. Hubiera sido necesario un estudio radiológico para conocer mejor los detalles constructivos, pero cabe suponer que la hoja encaja en la empuñadura mediante una espiga a presión sin remaches. La bola del pomo debe estar sujeta también mediante una espiguilla. La parte más compleja es el guardafilos, fundido con posterioridad a la hoja aprovechando como molde interno un vaciado en material refractario de la propia hoja; encajarlo no tendría así dificultad, pues el hueco coincide con el relieve de la hoja (como el canto de una vaina), completando la sujeción mediante golpes de martillo a lo largo de su recorrido y un par de pasadores o grapas transversales que impedirían todo movimiento.

Las puntas pedunculadas o de espiga PP1 y PP2 proceden de Son Maimó (Petra) y, según Veny (comunicación personal), se pueden fechar en la transición del Bronce al Hierro. Una es de cobre, con 0,95 % As (PP2), y la otra de bronce, con 12,45 % Sn (PP1).

Citamos, finalmente, el hacha plana de Lluccamar (PA0522), de bronce con 21,12 % Sn.

APENDICE II: Análisis de minerales de cobre de Menorca

Durante sus campañas de trabajo de campo en Menorca el prof. Fernández-Miranda recogió muestras de mineral de cobre de varias mineralizaciones cuyos análisis se muestran en la Tabla II. Se trata de fragmentos de malaquita (carbonato de cobre) conteniendo en paragénesis otros metales entre los que destacan el hierro y el níquel. Son en general poco arsenicados, superando la

TABLA II
ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS-X

Las cifras expresan % en peso, normalizadas a sumar 100
No se toma en cuenta la ganga u otros elementos

LOCALIDAD	TIPO DE MINERAL	VARIEDAD PRINCIPAL DE MINERAL	NUMERO DEL ANALISIS	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi	OTROS ELEMENTOS
Biniñaila (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0802A1	11.69	0.963	84.94	nd	nd	tr	nd	nd	nd	nd	nd
Biniñaila (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0802A2	5.789	1.273	89.76	nd	nd	tr	nd	tr	nd	nd	nd
Biniñaila (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0802B	18.37	0.456	77.40	nd	0.758	0.121	nd	0.050	nd	nd	nd
Estancia des Prats (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0796A	4.804	0.837	90.32	nd	0.587	0.037	tr	nd	1.197	nd	nd
Estancia des Prats (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0796B1	4.790	0.203	93.41	nd	nd	0.017	tr	nd	nd	nd	nd
Estancia des Prats (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0796B2	7.568	nd	90.73	nd	nd	0.026	0.032	nd	nd	nd	nd
Estancia des Prats (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0796C	6.476	0.094	90.94	nd	nd	0.026	0.029	nd	nd	nd	nd
Estancia des Prats (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0796D	10.41	0.571	87.44	nd	nd	0.032	nd	nd	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336A1	1.370	1.700	92.28	0.570	nd	nd	0.110	0.023	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336A2	2.080	0.470	95.47	0.590	nd	nd	0.050	tr	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336B1	2.080	0.470	95.93	0.100	nd	0.008	0.050	0.012	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336B2	1.170	1.260	96.30	nd	nd	nd	0.190	0.034	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336C	0.330	0.180	95.23	0.190	0.710	nd	0.020	nd	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336D	28.03	0.250	65.30	0.400	1.170	nd	0.350	0.054	1.450	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336E	2.620	0.250	95.34	0.240	0.350	nd	tr	0.001	tr	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336F	2.760	0.290	90.61	nd	1.370	tr	nd	0.016	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336G	9.970	nd	87.01	0.220	nd	nd	0.140	0.027	0.320	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336H	0.930	0.910	93.47	0.220	nd	nd	nd	0.035	nd	nd	nd
Isla Colom (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA1336I	5.190	0.630	91.69	0.230	nd	nd	nd	0.021	nd	nd	nd
Son Arret (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0723A1	8.078	1.450	86.18	nd	nd	0.051	nd	nd	nd	nd	nd
Son Arret (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0723A2	8.061	4.430	85.81	nd	nd	0.036	nd	nd	nd	nd	nd
Son Arret (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0723B	3.124	1.340	91.22	nd	nd	0.015	nd	nd	nd	nd	nd
Son Arret (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0723C	2.382	0.600	95.24	nd	nd	0.005	nd	0.014	nd	nd	nd
Son Arret (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0723D	4.117	nd	91.73	nd	nd	0.040	nd	nd	nd	nd	nd
Son Arret (Menorca)	Mineral cobre	Malaquita	PA0723E	1.949	nd	95.72	0.396	nd	0.013	nd	nd	nd	nd	nd

tasa del 1 % As un par de muestras de Isla Colom, por lo que cabe esperar cobres con poco arsénico entre las producciones locales. El níquel, que suele ligarse al cobre en el horno de fundición, debe hacerse notar en los productos acabados y así parece suceder en algunas manufacturas de Torralba d'En Salort. Las impurezas de plata son bajas, como en los metales menorquinos, distinguiéndose de nuevo Isla Colom de las otras mineralizaciones. Ahora bien, los análisis de minerales son todavía escasos (como sucede en cierto modo con los metales) y no permiten acometer estudios más detallados.

BIBLIOGRAFIA

- CRADDOCK, PAUL T. (1976): «The composition of copper alloys used by the Greek, Etruscan and Roman Civilization (1). The Greeks before the Archaic Period». *Journal of Archaeological Science*, 3 (2), pp. 93-113.
- (1977): «The composition of copper alloys used by the Greek, Etruscan and Roman Civilization (2). The Archaic, Classical and Hellenistic Greeks». *Journal of Archaeological Science*, 4 (2), pp. 103-123.
- (1986): «The metallurgy and composition of Etruscan Bronze». *Studi Etruschi*, 52, pp. 211-271.
- CRADDOCK, P. T. y MEEKS, N. D. (1987): «Iron in ancient copper». *Archaeometry*, 29 (2), pp. 187-204.
- DELIBES, G. y FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. (1988): *Armas y utensilios de bronce en la Prehistoria de las Islas Baleares*. Studia Archaeologica 78. Univ. Valladolid.
- ENSEÑAT, CATALINA (1981): *Las cuevas sepulcrales mallorquinas de la Edad del Hierro*. E.A.E. 118. Madrid.
- GIUMLIA-MAIR, ALESSANDRA R. (1985): *The composition of Phoenician copper alloy artifacts from Morro de Mezquitiilla*. Manuscrito Tesis Institute of Archaeology. Univ. London.
- m.s. «The composition of minor copper-based finds from a West Phoenician settlement site and from Nimrud in comparison with contemporary mediterranean small artifacts». Artículo manuscrito sin publicar.
- JUNGHANS, S.; SANGMEISTER, E. y SCHRODER, M. (1960): *Metallanalysen Kupferzeitlicher und Frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europas*. SAM 1. Berlín.
- (1968): *Kupfer und Bronze in der Frühen Metallzeit Europas. Katalog der analysen*. SAM 2. Berlín.
- MARTÍN DE LA CRUZ, J. C. (1987): *El Llanete de los Moros, Montoro, Córdoba*. A.E.A. 151. Madrid.
- MONTORO, I.; CONSUEGRA, S. y ROVIRA, S. (1988): «Arqueometalurgia, fuente auxiliar de la Historia». *Revista de Arqueología*, 85, pp. 5-13.
- MONTERO, I.; RODRÍGUEZ, S. y ROJAS, J. M. (1990): *Arqueometalurgia de la provincia de Toledo: Minería y recursos minerales de cobre*. Diput. Prov. Toledo.
- PRADOS, LOURDES (1988): «Exvotos ibéricos de bronce: aspectos tipológicos y tecnológicos». *Trabajos de Prehistoria*, 45, pp. 175-199.
- ROVIRA, SALVADOR (1989): «Arqueología y Arqueometalurgia». *Boletín Asoc. Esp. Amigos Arqueología*, 27, pp. 45-50.
- (1989a): «Recientes aportaciones para el conocimiento de la metalurgia en la provincia de Madrid: un yacimiento campaniforme en Perales del Río (Getafe, Madrid)». *XIX Congreso Nacional de Arqueología*. Vol. I. Zaragoza, pp. 255-367.
- ROVIRA, S.; CONSUEGRA, S. y MONTERO, I. (1987): «Estudio arqueometalúrgico de los materiales de Tejada la Vieja». J. FERNÁNDEZ JURADO: *Tejada la Vieja: Una ciudad protohistórica*. Huelva Arqueológica IX (I). Diput. Prov. Huelva, pp. 223-234.
- (1989): «Estudio arqueometalúrgico de piezas metálicas de El Amarejo». S. BRONCANO: *El depósito votivo ibérico de El Amarejo, Bonete (Albacete)*. A.E.A. 156. Madrid, pp. 100-104.
- ROVIRA S.; MONTERO, I. y CONSUEGRA, S. (e.p.): «La metalurgia de la Edad del Bronce en la provincia de Soria». *II Symposium de Arqueología Soriana*. Soria.
- ROVIRA, S. y SANZ, M. (1983): «Estudio arqueometalúrgico de las piezas metálicas de El Peñón de la Reina (Alboloduy, Almería)». *Antropología y Peleoecología Humana*, 3, pp. 193-214.
- TYLECOTE, RONALD F. (1984): *A History of Metallurgy*. 3rd. imp. The Metals Society, London.
- TYLECOTE, R. F.; BALMUTH, M. S. y MASSOLI-NOVELLI, R. (1983): «Copper and Bronze Metallurgy in Sardinia». *Journal of the Historical Metallurgy Society* 17 (2), pp. 63-77.
- VENY, CRISTÓBAL (1950): «La necrópolis de la Cueva de Sa Cometa dels Morts». *Archivo Español de Arqueología*, 23.
- (1953): «Escorca. Cometa dels Morts». *Noticario Arqueológico Hispánico*.
- (1982): *La necrópolis protohistórica de Cales Coves, Menorca*. B.P.H. XX. Madrid.
- WALDREN, WILLIAM H. (1979): «A Beaker workshop area in the Rock Shelter of Son Matge, Mallorca». *World Archaeology*, 11 (1), pp. 43 ss.
- (1986): *The Balearic Pentapartite Division of Prehistory*. BAR International Series 282. Oxford.