

Estudio de la paleovegetación de algunos yacimientos de la Edad del Bronce en el SE de Cerdeña

Pilar LÓPEZ, José Antonio LÓPEZ SÁEZ y Rosario MACÍAS*

Laboratorio de Arqueobotánica. Dpto. de Prehistoria. Instituto de Historia. CSIC.
Duque de Medinaceli, 8. 28014 Madrid.
cehpl99@ih.csic.es, alopez@ih.csic.es, rmacias@ih.csic.es

SUMARIO 1. Introducción. 2. Metodología. 3. Depósitos estudiados. 4. Síntesis.

1. Introducción

El impacto humano sobre el medio ambiente es uno de los fenómenos de mayor constatación hoy en día, que necesita no sólo de una regulación mediática sino de un conocimiento profundo de las causas que han conducido a la configuración paisajística presente. En este sentido, la palinología se revela como una de las ciencias que mejor pueden anticipar el tipo y la dinámica de la vegetación de un determinado territorio y los fenómenos de antropización que han intervenido sobre él. Muy especialmente, esta ciencia es capaz de discernir el origen de determinados procesos de alteración del entorno, de establecer hipótesis sobre su evolución futura –sobre todo en referencia a la dinámica vegetal– y de establecer, llegado el caso, pautas de evaluación ambiental con vistas a la restauración del medio.

Antes de abordar el estudio de un depósito hay que conocer el sedimento con el que vamos a tratar, ya que su génesis, estructura y carácter, proporcionan una serie de datos indispensables para la interpretación del registro polínico. El estudio del depósito en sí mismo es una parte importante de la investigación, siendo fundamental conocer la matriz de la que se ha recogido la muestra, ya que sus características físico-químicas determinarán el tratamiento que debe ser utilizado para obtener el máximo resultado.

La resistencia a la degradación es distinta de unos pólenes a otros, permaneciendo mejor conservados aquellos granos más resistentes. Las esporas son las más resistentes al mencionado proceso, no habiendo una regla que pueda aplicarse en cada ca-

so. La experiencia y el conocimiento de la ecología de las especies son fundamentales para una correcta interpretación.

En el caso que nos concierne, los estudios paleopalinológicos en Cerdeña son de gran interés por la novedad que suponen, ya que aparte de datos muy puntuales, no se tiene ningún registro holoceno continuo en esta región. Los datos que vamos a presentar aquí son el resultado de los muestreos realizados durante las diferentes campañas, tanto de prospección como de excavación. Por todo ello, toda nueva contribución al conocimiento paleo florístico y a las condiciones paleoclimáticas del periodo de ocupación del yacimiento arqueológico ahora considerado son de enorme valor.

2. Metodología

El muestreo se realizó siguiendo el protocolo usual en este tipo de sedimentos: en unos casos estableciendo la pauta de una distancia de 5-10 cm. por muestra, en otros teniendo en cuenta las características del estrato arqueológico o las limitaciones impuestas por las estructuras arquitectónicas del yacimiento.

El tratamiento químico utilizado ha sido común para todas las muestras, tanto las que proceden de yacimiento arqueológico como para el único depósito natural, el de Su Putzu.

Se trata del que denominamos clásico (CIH, FH, KOH) con concentración del polen en licor de Thoulet (Goeury & Beaulieu 1979).

La determinación de los tipos polínicos se realizó según Moore *et al.* (1991). En los casos que ha sido posible, contabilizándose una media de póle-

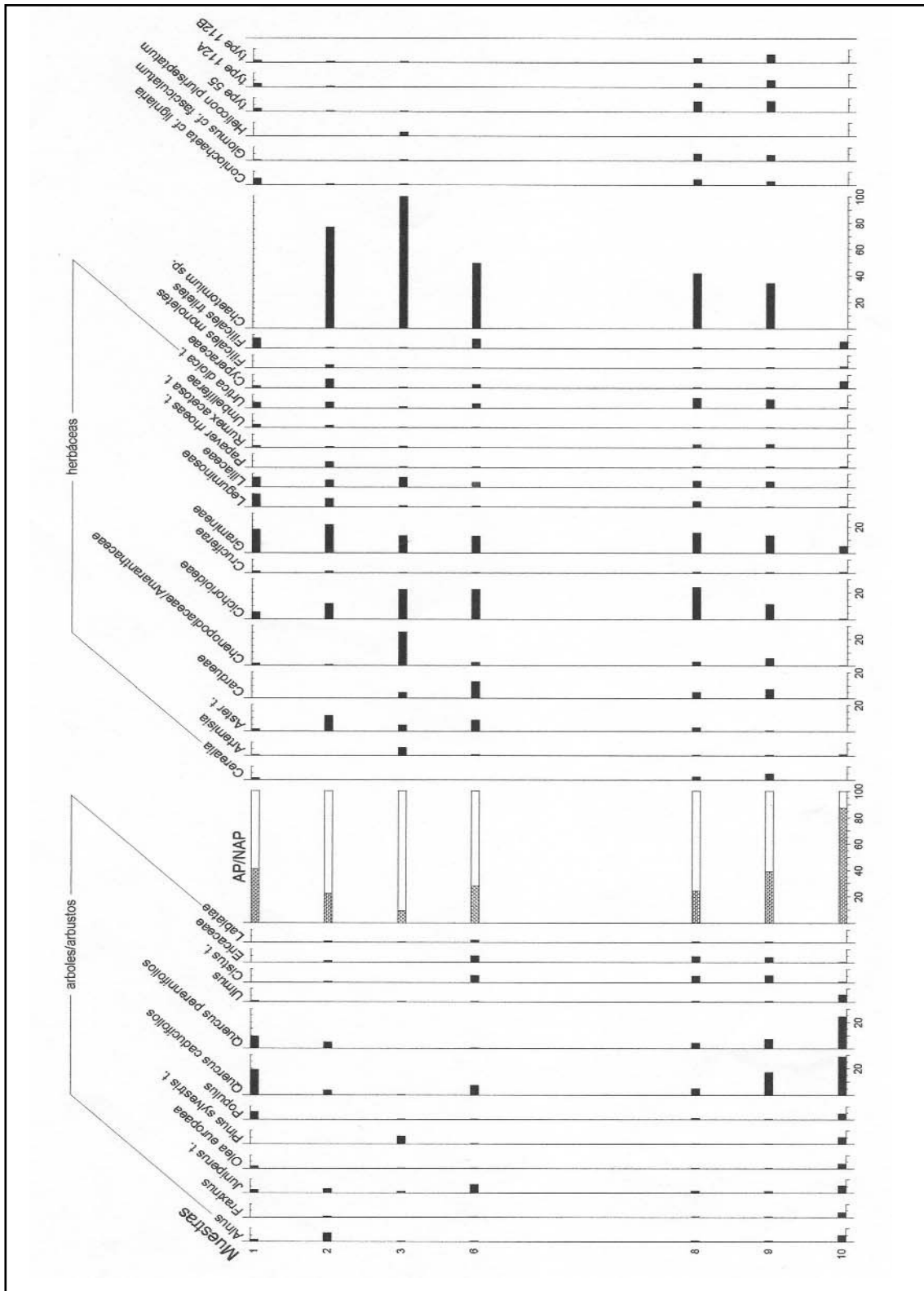


Figura 1.- Resultados de las muestras de Nuraghe Arrubiu.

nes y esporas con la suficiente riqueza espora-polinica para acometer este tipo de estudio bajo condiciones estadísticas fiables. Los datos han quedado registrados en forma de diagrama polínico. En los sedimentos en los que la riqueza polínica ha sido escasa hemos realizado una tabla de valores absolutos ya que no ha podido realizarse un estudio estadístico válido que haya podido dar lugar a una representación gráfica.

Se han identificado igualmente microfósiles no polínicos (Van Geel 1986) que nos han ayudado a determinar algunas de las condiciones ambientales que no hemos podido establecer con los elementos polínicos.

3. Depósitos estudiados

3.1. Nuraghe Arrubiu

En este yacimiento se tomaron un total de 10 muestras, nueve de ellas en la Torre A o Central (muestras 1 a 6, 8 a 10) cuya cronología se sitúa a partir de fines del Bronce Medio, y una décima y última (muestra 7) que procede de la cabaña 1. Su relación es la siguiente:

Muestra 1: Contenido del vaso con cuatro asas en el hogar central: estrato inferior.

Muestra 2: Contenido del vaso con cuatro asas en el hogar central: estrato superior.

Muestra 3: Hogar central, estrato de cenizas entre dos pavimentos (asociado con un fragmento cerámico del Bronce Reciente).

Muestra 4: Nicho 1: muestras de cenizas, cota 500, 52, n. 634.

Muestra 5: Nicho 1: fragmento de piedra con incrustaciones orgánicas.

Muestra 6: Nicho 1: estrato de tierra bajo la estera, q. 500, 71, n. 307.

Muestra 7: Cabaña 1, sondeo 5, estrato romano: fragmentos de corcho, n. 344.

Muestra 8: estrato superior del hogar, torre central.

Muestra 9: estrato intermedio del hogar, torre central.

Muestra 10: estrato inferior del hogar, torre central.

Las muestras 4 y 5 resultaron palinológicamente estériles. La 4, además, era sumamente rica en partículas micro carbonosas. La 7 fue igualmente estéril.

Los resultados procedentes de las muestras que resultaron fértiles, palinológicamente hablando, se recogen en la Figura 1. Solamente en las muestras 8, 9 y 10 puede hablarse, realmente, de una verdadera secuencia palinológica ya que su conjunto puede aportarnos, en este caso, algún dato provisional sobre la evolución y la dinámica seguida por la vegetación en el entorno del yacimiento arqueológico durante el Bronce Reciente.

Los valores relativos porcentuales de los taxones se han obtenido a partir de la suma de los valores absolutos de cada uno de ellos. De la suma base polínica se han excluido las esporas y los pólenes de especies hidro/higrófitas, así como los microfósiles no polínicos.

3.1.1. Resultados y Discusión

Los resultados de los análisis paleopalínológicos llevados a cabo en la Nuraghe Arrubiu pueden observarse en la Figura 1.

La muestra posiblemente más antigua de las que contamos es la 10, correspondiente a la base de la secuencia procedente el hogar. En esta muestra el porcentaje de AP (polen arbóreo/arbustivo) supera el 80% del total, mostrando entonces un paisaje densamente forestado, donde las especies arbóreas preponderantes serían las quercíneas, tanto caducifolias como perennifolias, ya que ambos palinomorfos están cercanos al 20%. Es destacable igualmente la presencia de olivo (4%), posiblemente de su forma natural o acebuche. Entre las especies arbóreas del bosque ripario se detecta la presencia de aliso, fresno, olmo y chopo. El enebro (*Juniperus* t.) sería un elemento más del bosque autóctono. Entre los arbustos no se observa más que una presencia residual de jarales (*Cistus* t.), lo que nos delimita una escasa presencia en el paisaje de los matorrales seriales degradativos. Las herbáceas (NAP) apenas aparecen representadas por un 13%, siendo las gramíneas las mayoritarias, junto a *Artemisia*, *Cardueae*, *Chenopodiaceae*/*Amaranthaceae*. *Cruciferae*, *Cichorioideae*, *Leguminosae*, *Liliaceae*, etc. Entre los hidro-higrófitos cabe reseñarse la presencia en un 5% de *Cyperaceae*, junto a diversos pteridofitos monoletes y triletes. Los microfósiles no polínicos están completamente ausentes en esta muestra. En conjunto, el espectro polínico de la muestra 10, como dijimos posiblemente la más antigua de todas las estudiadas, reflejaría un paisaje forestal bien conservado, dominado por las

quercíneas, con una buena conservación del bosque ripario tanto a nivel de sus especies arbóreas como de su cortejo herbáceo de hidrohigrófitos. Entre las herbáceas no se denota un nivel de antropización del entorno siquiera moderado, lo que reflejaría una escasa influencia del hombre sobre el medio ambiente. A nivel paleoclimático, las especies herbáceas presentes reflejarían, muy posiblemente, un ambiente de tendencia xérica y un clima restrictivo más bien frío.

La muestra 9 corresponde a la zona intermedia de la secuencia del hogar, y su espectro polínico es sensiblemente diferente de la muestra 10. Ya en principio, el AP disminuye hasta el 40%, reduciéndose sobre todo los *Quercus* tanto perennifolios como caducifolios. Así mismo, las especies de la ripisilva se ven igualmente influenciadas, disminuyendo los porcentajes tanto de aliso, fresno, chopo y olmo. El olivo silvestre también disminuye ligeramente al igual que el enebro. Paralelamente a estos hechos se observa un incremento progresivo de los matorrales representativos de las etapas seriales del bosque climácico, fundamentalmente de jarales y brezales (Ericaceae). Estos hechos, en su conjunto, reflejarían una degradación del bosque y la instalación progresiva de sus etapas de sustitución. El origen de tales acontecimientos debe cifrarse, sin dudas, en el resultado de la acción antrópica sobre el entorno. De hecho, en esta muestra 9 se detecta la presencia de polen de cereal y un amplio cortejo de elementos herbáceos de ámbitos nitrófilos (Cardueae, Cichorioideae, *Papaver rhoeas* t., *Rumex acetosa* t., *Urtica dioica* t.). De la misma manera, es en esta muestra 9 cuando entre los microfósiles no polínicos predominan aquellos indicativos de fenómenos de incendio, tanto de origen local como regional, caso de *Chaetomium* sp. (40%) o *Coniochaeta* cf. *ligniaria*. Igualmente, otros microfósiles no polínicos identificados en esta muestra 9 son indicativos de la presencia de ganado en el entorno, particularmente diversas especies de la familia de hongos de las Sordariaceae, tales como los tipos 112A y 112B, y el tipo 55, que muestran una ecología coprófila. En conjunto, de esta muestra 9 podría deducirse, por comparación con la anterior muestra 10, todo un proceso de alteración antrópica del entorno tal y como sigue: a partir del bosque bien desarrollado de la muestra anterior, el hombre sometería al entorno a procesos de quema y deforestación, que provocarían la desaparición de ciertas masas arbóreas tanto del bos-

que climático como del ripario. Estos procesos serían contemporáneos al cultivo del cereal, y de hecho podría afirmarse que el hombre quemaría el bosque para la instalación posterior de cultivos cerealísticos. Este tipo de fenómenos es bastante común en entornos mediterráneos, y queda bien constatado tanto por la aparición de hongos de aptencias carbonícolas como por la disminución del porcentaje de polen arbóreo-arbustivo y de la primera presencia del cereal. A su vez, el proceso de antropización del entorno facilitaría la existencia de una cabaña ganadera en las cercanías del yacimiento, cuya presencia queda atestiguada tanto por la identificación de hongos coprófilos como de ciertas especies herbáceas también favorecidas por la presencia de animales, tales como *Urtica dioica* t. o Chenopodiaceae/Amaranthaceae. Finalmente, cabe reseñar que el conjunto de estos procesos de deforestación, incendio y antropización generalizada del medio, darían lugar, lógicamente, a fenómenos de deforestación del suelo, tal y como quedan reseñados por la presencia de *Glomus* cf. *fasciculatum*, un hongo indicador de procesos erosivos de muy diversa índole.

El espectro polínico de la muestra 9 es muy similar al de las muestras 1, 2 y 6, por lo que podríamos suponer que son más o menos coetáneos. En la muestra 2, sin embargo, hay una mayor representación de la aliseda, aunque sin grandes diferencias respecto a la muestra 9. Tanto en la muestra 2 como en la 6, los porcentajes de hongos carbonícolas como coprófilos es bien significativa, particularmente la presencia de *Chaetomium* sp. que en la muestra 2 alcanza el 80% respecto a la suma base polínica. La única diferencia clara entre la muestra 9 respecto a las 2 y 6 es que en estas últimas no se ha detectado polen de cereal, aunque dados los problemas de dispersión del polen de este palinomorfo, es el espectro polínico total el que nos permite suponer su contemporaneidad.

La muestra superior de la secuencia del hogar es la muestra 8, la que nos va a permitir estudiar la dinámica de la vegetación desde un bosque bien desarrollado (muestra 10) hasta un bosque realmente alterado como ocurre en esta muestra 8. En ella, el porcentaje de AP disminuye hasta cerca del 20%. Los porcentajes de quercíneas siguen disminuyendo, reflejando que este tipo de bosques los que resultan más afectados por las acciones antrópicas. En cambio, las especies del bosque ripario permanecen prácticamente inalteradas respecto a la

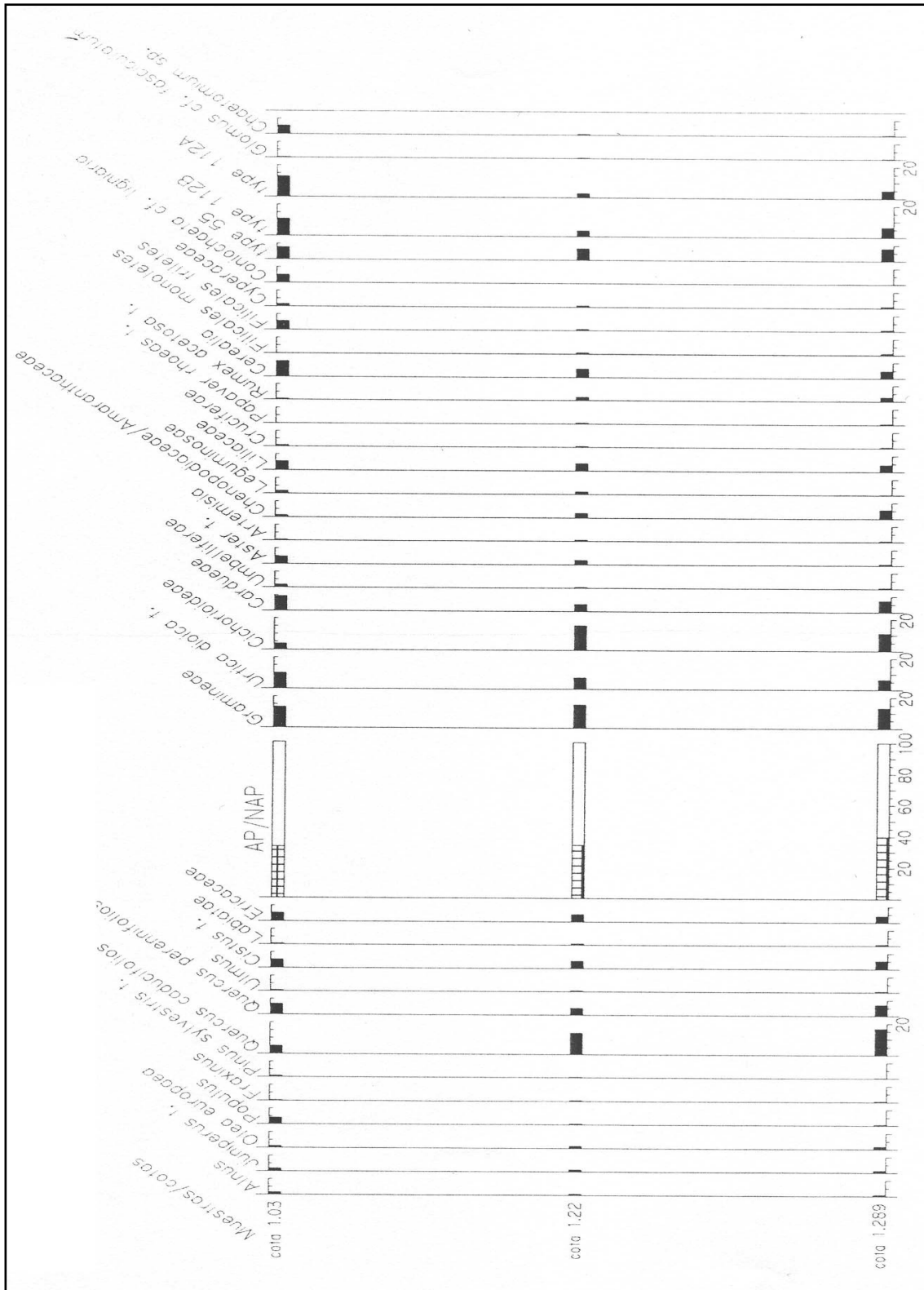


Figura 2.- Resultados de las muestras del Sondaje A de Nuraghe Gassoru.

muestra anterior. Se sigue observando la presencia tanto de jarales como brezales, indicando ese desarrollo antes comentado de matorrales seriales propios de las etapas degradativas del bosque autóctono. Entre las herbáceas el cereal sigue estando presente, aunque en menor proporción que en la muestra 9, a la vez que se desarrollan praderas nitrófilas dominadas por *Aster* t. y Cichorioideae fundamentalmente. Especies indicativas de procesos de pastoreo, como *Urtica dioica* t. o Chenopodiaceae/Amaranthaceae siguen estando presentes. Entre los microfósiles no polínicos se detecta un mayor porcentaje de hongos carbonícolas y el mismo testimonio respecto a los coprófilos, existiendo de la misma manera procesos erosivos a causa de las actuaciones antrópicas. En suma, el paisaje durante esta muestra 8 no diferiría mucho de aquel de la muestra 9, quizás con una mayor reducción aún de las formaciones arbóreas de quercíneas, con cierta reducción de los cultivos cerealísticos y una mayor implantación de pastizales propios de ámbitos nitrófilos. En esta muestra se siguen detectando procesos de pastoreo, quema del entorno y cultivo de cereal.

La muestra 3 tiene un espectro polínico muy semejante al de la muestra 8, por lo que podemos suponer su coetaneidad, aunque en la muestra 3 los *Quercus* perennifolios están completamente ausentes y los caducifolios ínfimamente representados, por lo que podríamos suponer que la muestra 3 sería posterior incluso a la muestra 8 y, por lo tanto, la más reciente de todas las estudiadas, representando entonces el momento de mayor degradación del bosque (el AP es el más bajo en todas las muestras, inferior al 10%). No obstante, en la muestra 3 no se ha detectado la presencia de cereal y sí un amplio cortejo de herbáceas nitrófilas, así como una representación muy significativa de hongos carbonícolas (*Chaetomium* sp. alcanza casi el 100%) y bastante reducida de los hongos coprófilos.

3.2. Nuraghe Gasoru

En este yacimiento se procedió a la realización de dos sondeos, uno a la entrada de la nuraghe (sondeo A) donde se reconoció un relleno arqueológico; y un segundo (sondeo B) en el interior de una cabaña.

En el sondeo A se posee un nivel superior de edad romana aunque revuelto y uno inferior de cronología Bronce Reciente. En este sondeo se anali-

zaron 3 muestras situadas en las cotas 1'28 (MP GA11/1), 1'22 (MP GA11/2) y 1'03 (MP GA10/1). Las dos primeras son de cronología Bronce Reciente y la última se encuadra en el periodo romano. Para este sondeo se poseen, por el momento, cuatro dataciones radiocarbónicas que se sitúan aproximadamente entre 3000 y 2790 BP.

En el sondeo B se reconocieron dos pavimentos, uno de transición Bronce Reciente a Final, en los que se detectaron diversos procesos de incendio. En el seno de este sondeo se estudiaron palinológicamente cuatro muestras: MP GB8/1, MP GB12/1, MP GB 9/1 y MP GB4/1, correspondiendo sucesivamente a las unidades estratigráficas (de mayor a menor antigüedad) 8, 12, 9 y 4. El nivel más antiguo o UE 8 corresponde a un sedimento preparado de cantos medianos entre un material arenoso sumamente detrítico, de color gris-marrón, que posee abundante material con formas del Bronce. La UE 12 se desarrolla bajo la UE9 y la cerámica en ella incluida pertenecería al Bronce Reciente); se trata de un suelo de tierra arcillosa y guijarros pequeños, muy rico en cerámica, carbón y hueso. La UE9 corresponde a un suelo bastante compactado de arcilla, que posiblemente correspondería al suelo de transición Bronce Reciente/Bronce Final. Finalmente, la UE 4 (asimilada UE 7) corresponde a un sedimento arcilloso marrón amarillento, que posee algunas manchas de carbón de tamaño medio siendo más densas hacia el interior de la cabaña, donde también se localizan algunas ramas carbonizadas bien conservadas; su composición parece ser de tipo adobe en descomposición y otros restos de material orgánico, y su cronología arqueológica correspondería a Bronce Reciente/Bronce Final.

3.2.1. Resultados y Discusión

Nuraghe Gasoru (sondeo A) (Fig. 2)

Las dos muestras inferiores del diagrama polínico correspondientes a las cotas 1.28 y 1.22, pertenecen culturalmente al Bronce Reciente. El paisaje durante este momento cultural sería posiblemente el de un bosque relativamente abierto (AP entorno al 40%) dominado fundamentalmente por diversas especies de quercíneas caducifolias o perennifolias, principalmente las primeras. Otras especies arbóreas acompañantes serían los enebros; con la presencia en el bosque ripario de una orla de aliso, chopo, fresno y olmo. Es destacable la presencia en

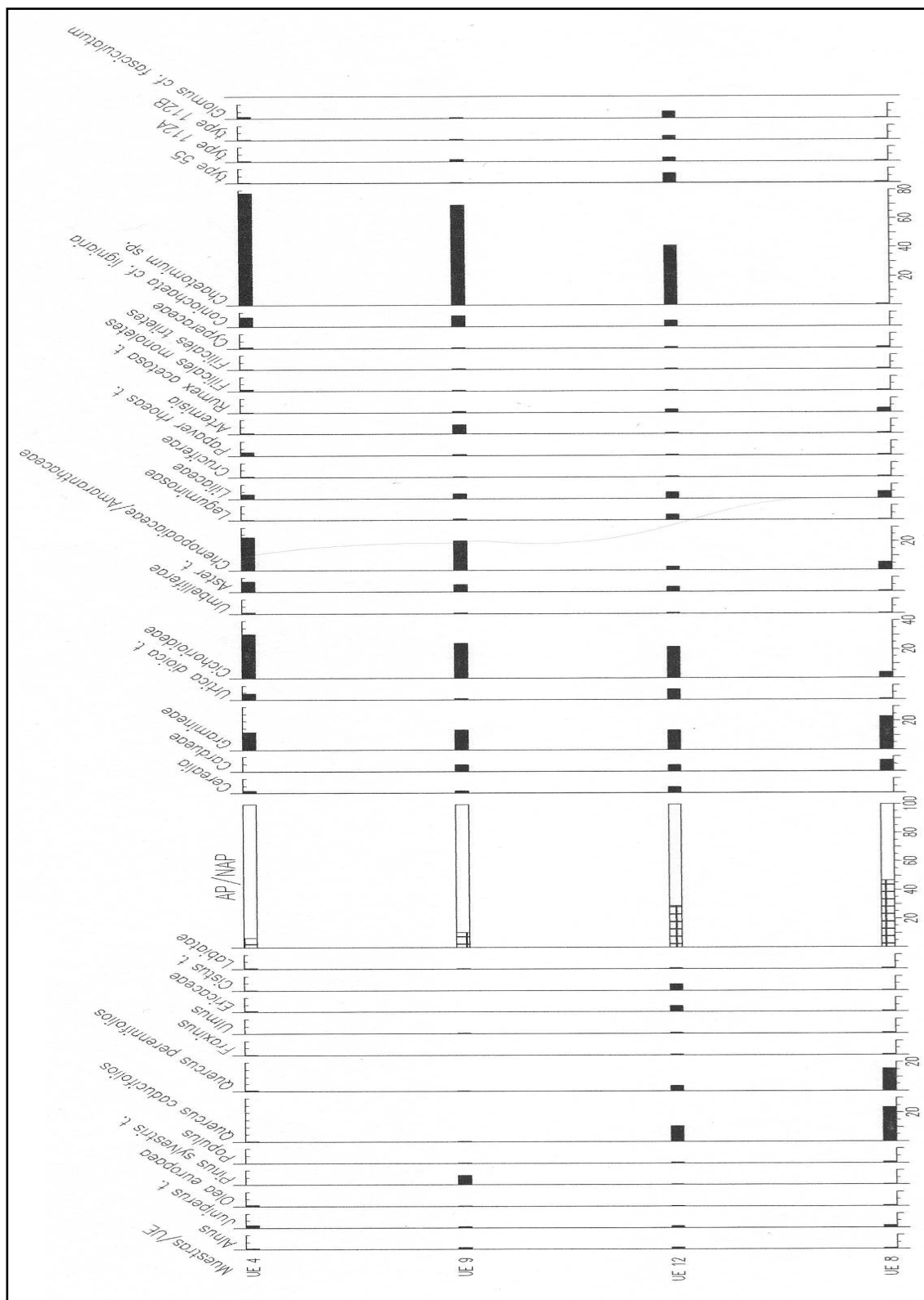


Figura 3.- Resultados de las muestras del Sondaje B de Nuraghe Gassoru.

estos momentos del olivo, posiblemente a partir de poblaciones autóctonas y salvajes del olivo silvestre o acebuche. La presencia de pinares montanos obedece a su procedencia alóctona a partir de poblaciones regionales e incluso fuera del ámbito insular, que no locales pues sus porcentajes son inferiores al 1%. Es igualmente destacable la presencia de elementos arbustivos propios de las orlas seriales del bosque del tipo brezal o jaral, junto con labiadas, que denotaría cierta deforestación del entorno a favor de este tipo de vegetación. Entre la flora herbácea dominan las gramíneas y taxones propios de ámbitos nitrófilos favorecidos por la presencia del hombre en el medio, tales como cichorioideas, ortigas y cardales entre otros. En este periodo se ha detectado polen de cereal en porcentajes suficientes (superiores al 3%) como para admitir su cultivo durante el Bronce Reciente en el entorno del sondeo A de la Nuraghe Gasoru. El paisaje, en resumen, sería el de un bosque abierto, relativamente, con amplios cultivos cerealísticos en el entorno del yacimiento, y zonas más residuales de praderas nitrófilas y formaciones arbustivas propias de etapas degradativas del bosque. A nivel paleoclimático, las especies herbáceas presentes reflejarían, muy posiblemente, un ambiente de tendencia xérica.

La presencia de ciertos microfósiles no polínicos, como las esporas fúngicas tipos 55, 112A y 112B, de la familia de las Sordariáceas, de ecología coprófila, nos darían lugar a pensar en la incidencia de cierto tipo de pastoreo, o al menos de la presencia *in situ* de animales en el entorno de este sondeo.

La muestra superior del diagrama, cota 1.03, posee una cronología romana. El paisaje no diferiría mucho del ya citado para el Bronce Reciente, aunque sí cabe anotarse una cierta deforestación del entorno, principalmente del bosque de quercíneas caducifolias cuyos porcentajes disminuyen por debajo del 5%. Al mismo tiempo, se produce un incremento notable de los arbustos de etapas degradativas (jaras, brezos) que nos indicarían perfectamente esa deforestación del robledal a favor de matorrales arbustivos. Entre la flora herbácea el dominio sigue correspondiendo a praderas de gramíneas y a amplias formaciones de taxones nitrófilos como los antes nombrados. En este momento cultural se sigue cultivando cereal, con mayor intensidad que anterioridad, pues sus porcentajes alcanzan el 7%, lo que da muestra de un cultivo

denso y extensivo en el entorno del yacimiento. Las actividades concernientes a la presencia de ganado en el medio siguen produciéndose, quizás con mayor intensidad como denotan los mayores porcentajes de ortigas (indicativas de este tipo de procesos) y de las esporas de los tipos 112 A y B y 55. Aunque en bajos porcentajes, inferiores al 5%, se detecta la presencia de ascosporas de *Chaetomium* sp. así como de *Coniochaeta* cf. *ligniaria*, que denotarían cierta utilización local del fuego por el hombre, pues este hongo tiene una ecología carbonícola y nos indicarían posiblemente también cierta deforestación del bosque mediante el fuego, lo que vendría a explicar esa disminución porcentual de las quercíneas caducifolias y el aumento de ciertas especies arbustivas que además son pirófitas, caso del jaral y del brezo. Estos procesos serían contemporáneos al cultivo del cereal, y de hecho podría afirmarse que el hombre quemaría el bosque para la instalación posterior de cultivos cerealísticos. Este tipo de fenómenos es bastante común en entornos mediterráneos, y parece quedar mucho mejor representado en la muestra romana que en las dos del Bronce Reciente.

Finalmente, cabe reseñar que el conjunto de estos procesos de deforestación, incendio y antropización generalizada del medio, darían lugar, lógicamente, a fenómenos de deforestación del suelo, tal y como quedan reseñados por la presencia de *Glomus* cf. *fasciculatum*, un hongo indicador de procesos erosivos de muy diversa índole; aunque en todo caso aparece en muy bajos porcentajes lo que limitaría sus implicaciones paleoecológicas antes nombradas.

Nuraghe Gasoru (sondeo B) (Fig. 3)

Las dos muestras inferiores del diagrama paleontológico, correspondientes a las unidades estratigráficas 12 y 8, se encuadran culturalmente en el Bronce Reciente, al menos la 12. La muestra UE 12 denota un paisaje muy similar al antes comentado para las dos muestras coetáneas del sondeo A situadas en las cotas 1.22 y 1.28. De hecho el AP representa aproximadamente el 35% del total, y el bosque –relativamente abierto– aparece igualmente dominado por quercíneas caducifolias y perennifolias, acompañadas de enebro. El bosque ripario se constituiría también de aliso, chopo, fresno y olmo. Igualmente se detecta la presencia residual de acebuche u olivo silvestre. Los matorrales degradativos tipo jaral o brezal estarían igualmente desarro-

llados. La flora herbácea aparecería dominada por formaciones gramíneas y por pastizales nitrófilos. De la misma manera que en las muestras del sondeo A, en la UE 12 se detecta el cultivo del cereal y la existencia de procesos de pastoreo. A diferencia del sondeo A, en esta muestra UE 12 los porcentajes de *Chaetomium sp.* alcanzan el 40%, lo que supondría la utilización local del fuego por el hombre de una manera mucho más extensiva, posiblemente quemando el bosque o la zona anexa al yacimiento previamente al cultivo del cereal, hecho que no queda tan claro en las muestras del Bronce Reciente del sondeo A. Este hecho nos permitiría ya admitir la existencia de ciertas variaciones tafonómicas en dos sondeos coetáneos y cercanos, lo que redundaría en un mayor valor de nuestro estudio al acatar dichos parámetros estudiando dos sondeos diferentes. Procesos erosivos son igualmente denotados por la presencia de *Glomus cf. fasciculatum*.

La muestra de la UE 8, con material cultural que puede adscribirse al Bronce Reciente, es sensiblemente diferente de la de la UE 12. El porcentaje de quercíneas caducifolias es mayor (25%) y el AP supera el 40%, a la vez que las formaciones arbustivas aparecen menos representadas. La flora herbácea está dominada por formaciones gramíneas con una presencia muy residual de la flora nitrófila. No se detectan elementos indicadores ni del uso del fuego ni de fenómenos de pastoreo, ni el cultivo del cereal. Esta UE 8 representaría entonces un momento previo de buena conservación del bosque, anterior a la puesta en escena del cultivo del cereal y el cuidado de animales, así como a los fenómenos de deforestación e incendio que acontecerían luego durante el desarrollo cronológico de la UE 12 posterior.

Las dos muestras superiores del diagrama palinológico correspondientes a las unidades estratigráficas UE 9 y UE 4, se encuadran culturalmente en el tránsito Bronce Reciente/Bronce Final. En ambas es muy manifiesta la deforestación que sufre el bosque, ya que el porcentaje de polen arbóreo-arbustivo (AP) apenas alcanza el 10% del total. Entre los árboles, los taxones más afectados son las quercíneas, pues tanto las caducifolias como las perennifolias han desaparecido casi por completo. Sigue existiendo un bosque ripario pero ahora más escaso que en el Bronce Reciente, donde aparecerían el aliso, el chopo, fresno y olmo pero muy puntualmente. Se sigue detectando la presencia del

acebuche así como el aporte alóctono de pinos montanos. Las formaciones arbustivas apenas aparecen tampoco representadas. El paisaje en sí durante este momento cultural del tránsito al Bronce Final estaría totalmente dominado por pastizales, bien de tipo gramíneo, bien de formaciones nitrófilas como las ya citadas con anterioridad. No se podría hablar de la existencia de bosque, sino de pies dispersos de árboles, la deforestación del medio sería intensísima hasta el punto de haber hecho incluso casi desaparecer las primeras etapas de degradación del bosque (matorrales seriales). El dominio fisionómico correspondería mayoritariamente a pastizales de origen antrópico dominados por ciertos taxones de apetencias nitrófilas como las cichorioideas y otras compuestas, quenopodiáceas, etc. Se detecta el cultivo del cereal en ambas muestras pero no hay indicios de pastoreo. Un hecho muy significativo que acontece en las dos muestras del tránsito al Bronce Final del sondeo B son los altísimos porcentajes que alcanzan las ascosporas de *Chaetomium sp.*, superiores incluso al 60% con respecto a la suma base polínica. Estos porcentajes se deberían posiblemente a la existencia en estos momentos de fenómenos de incendio muy manifiestos y extensivos, que además explicarían esa abundancia de restos carbonosos en dichos sedimentos, y que serían la causa principal de la deforestación del bosque hasta su práctica desaparición.

3.3. Asentamiento nurágico de Su Putzu

Se trata de una cabaña de un poblado sacro en el cual se sondeó justamente la denominada cabaña 4 de cronología Bronce Final. En los sedimentos estudiados se denotaron procesos de incendio. En esta cabaña 4 se analizaron palinológicamente 3 muestras procedentes de las siguientes unidades estratigráficas:

- UE 3: sedimento tipo tierra suelta de color marrón, con lascas de piedra y zonas quemadas y/o rubefactadas; material asociado al Bronce Final. Es la muestra más moderna analizada.
- UE 7: sedimento arcilloso del tipo arcilla quemada, situada bajo las piedras del derrumbe del nicho. Tiene como material asociado una piedra de molino y carbón.
- UE 8: sedimentos bajo piedras del derrumbe y sobre suelo de arcilla. Tiene material asociado del Bronce Final.

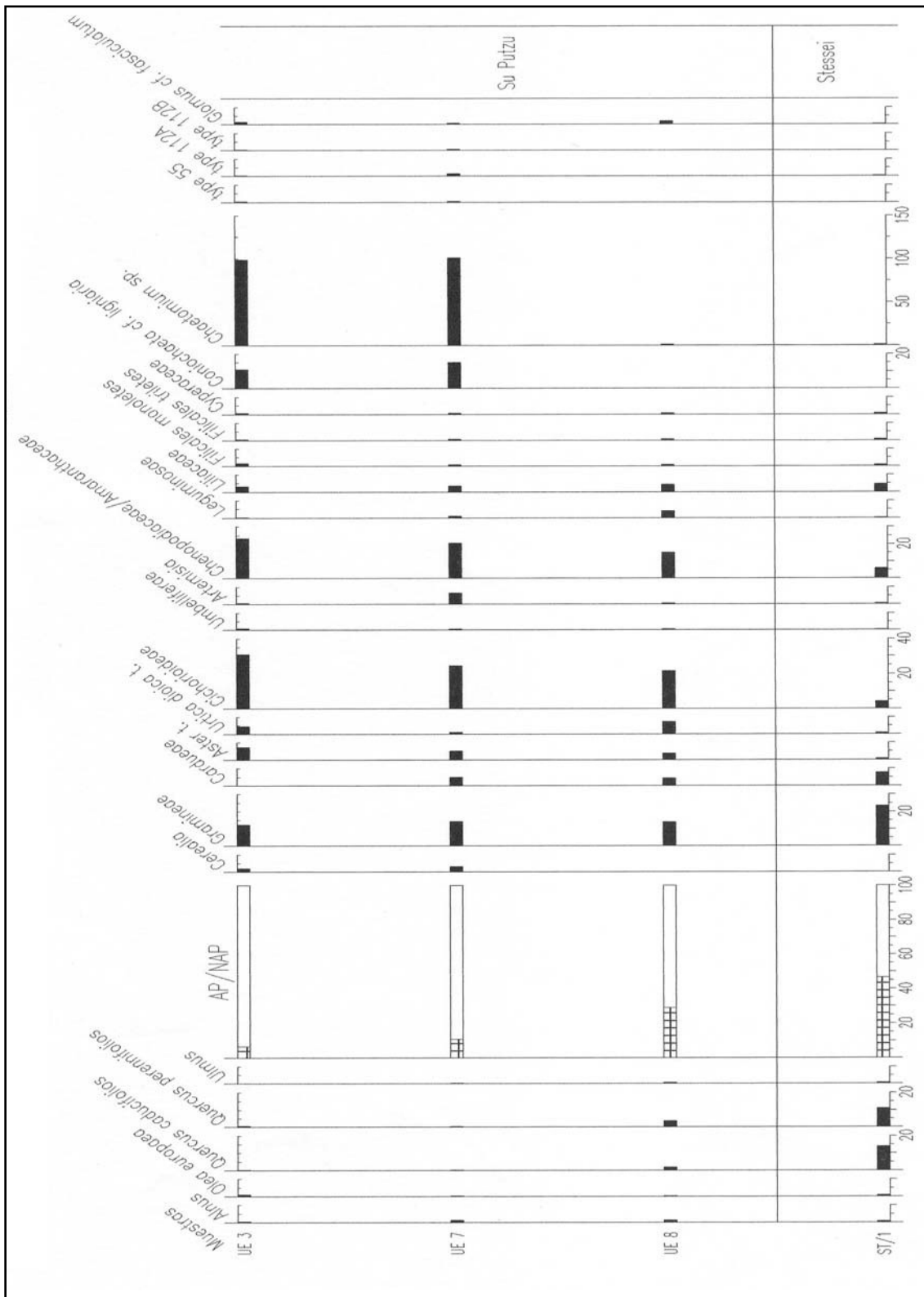


Figura 4.- Resultados de las muestras en los sondeos de la cabaña 4 de Su Putzu y de la Tumba de Gigante de Stessi.

3.3.1. Resultados y Discusión

En la cabaña 4 de este asentamiento se analizaron palinológicamente tres muestras, cuyos resultados quedan reflejados en un diagrama (Fig. 4). Las tres muestras parecen encuadrarse cronológicamente en el Bronce Final, siendo la correspondiente a la UE 3 la más moderna entre ellas y la de la UE 8 la más antigua.

Las dos muestras superiores (UE 3 y 7) muestran un paisaje muy similar y totalmente coincidente con las muestras coetáneas del sondeo B en la Nuraghe Gassoru, es decir con las de las UE 4 y 9. Al igual que en sondeo B, las muestras UE 3 y 7 de la cabaña 4 de Su Putzu denotan un paisaje sumamente deforestado, donde los árboles tendrían una situación meramente residual; el bosque ripario quedaría ahora restringido a la presencia testimonial de aliso y olmo, aunque se seguiría detectando la presencia puntual del acebuche. El dominio del territorio correspondería a pastizales nitrófilos de claro origen antrópico, acompañados de ciertas formaciones graminoides. Se detecta el cultivo del cereal, la ausencia de fenómenos de pastoreo intensos, y el uso muy intensivo del fuego como elemento fundamental del alto nivel de deforestación, pues los porcentajes de *Chaetomium* sp. son, como ocurría en las dos muestras citadas del sondeo B de la Nuraghe Gassoru, superiores al 50%, que en el caso de Su Putzu alcanzan casi el 100% con respecto a la suma base. En suma, el paisaje durante el Bronce Final tanto en Su Putzu como en el entorno del sondeo B de la Nuraghe Gassoru sería prácticamente el mismo, lo que está de acuerdo con la situación de ambos yacimientos en el distrito de Orroli. Los altísimos porcentajes de las ascosporas del hongo carbonícola *Chaetomium* sp., explicarían la abundancia de carbón observada en la UE 7 así como la existencia de zonas quemadas en la UE 3. El uso del fuego por el hombre durante el Bronce final en Su Putzu quedaría entonces claramente de manifiesto.

La muestra de la UE 8 de Su Putzu también corresponde al Bronce Final, como las dos anteriores, pero su espectro polínico es diferente ligeramente, y denotaría un momento previo a todos los fenómenos de origen antrópico antes descritos. De hecho, el AP tiene valores más altos cercanos al 30%, existiendo cierta presencia –aún cuando nimia– de las quercíneas, y el paisaje está igualmente dominado por pastizales de gramíneas y de nitrófilas.

No obstante, en esta muestra no se detecta el cultivo del cereal y los porcentajes de ascosporas de hongos carbonícolas son ínfimos. Estos hechos nos vendrían a corroborar lo ya expuesto con anterioridad, en el sentido de la utilización del fuego por el hombre previa al cultivo del cereal. El hombre quemaría fundamentalmente el bosque, de tal manera que obtuviera zonas aclaradas donde llevar a cabo entonces sus actividades agrícolas.

En las proximidades de este yacimiento tenemos un sondeo en un “depósito natural”.

El hecho de que ahora nos encontremos con unas muestras procedentes de un depósito “no antrópico” nos lleva a completar algo los datos aportados por el primero. A pesar de que podemos apuntar la presencia algo más abundante de un estrato arbóreo con encinas, acebuches, alisos y pinos, probablemente procedentes de las zonas montañas próximas, no hemos podido realizar una representación gráfica por no haber conseguido un número válido de palinomorfos para realizar el estudio estadístico. En cuanto a las herbáceas se trata de plantas nitrófilas asociadas a la actuación del hombre sobre el medio.

Respecto a los microfósiles no polínicos señalaremos que el 148 es típico de las zonas pantanosas arcillosas, ocurriendo lo mismo con el 146, o el 170, mostrando la presencia de un nivel freático más alto y señalando condiciones climáticas templadas (Geel 1986) (Tabla 1).

3.4. Tumba de Gigante de Stessei

Se estudió una única muestra (MP ST/1 cota 0'90) procedente de materiales del Bronce Final.

3.4.1. Resultados y Discusión

En este yacimiento se analizó una única muestra (ST/1) de cronología cultural para el Bronce Final

El espectro polínico de esta muestra (Fig. 4) no se parece en casi nada a otros coetáneos culturalmente como las muestras UE 4 y 9 del sondeo B de la Nuraghe Gassoru, o a las muestras UE 3 y 7 de la cabaña 4 de Su Putzu. De hecho, el espectro polínico más semejante que encontramos es el procedente de la muestra UE 8 de Su Putzu, aunque en todo caso siguen existiendo diferencias notables. Estos hechos podrían explicarse fácilmente si tenemos en cuenta que la tumba de gigante de Stessei es el único yacimiento estudiado que no se localiza

20 cm.	
<i>Quercus</i>	9
Oleaceae	7
<i>Alnus</i>	7
<i>Plantago</i>	6
<i>Polypodium</i>	8
<i>Glomus</i>	6
Tipo 80	7
Tipo 148	2
25 cm.	
<i>Quercus</i>	17
<i>Pinus</i>	10
<i>Plantago</i>	22
Anthemideae	32
Liliaceae	26
Leguminosae	21
<i>Asphodelus</i>	23
Saxifragaceae	11
Cruciferae	13
Cichorioideae	14
Monoletes	11
<i>Polypodium</i>	12
Triletes	8
Tipo 80	5
Tipo 55	9
Tipo 146	12
Tipo 170	15

Tabla 1.- Datos absolutos del depósito natural de Su Putzu.

za en Orroli, sino que se encuentra en Nurri. Esto nos llevaría a pensar entonces en una diferente presión antrópica sobre el medio en las dos zonas estudiadas, Orroli y Nurri, durante el Bronce Final. En Orroli, como vimos, el medio estaba sumamente alterado, el bosque prácticamente desaparecido y el paisaje estaba dominado por cultivos cerealísticos y formaciones de ámbitos nitrófilos. En Nurri, en cambio, el AP supera el 40%, y existe una buena representación tanto de quercíneas caducifolias como perennifolias, lo que nos permitiría aducir la existencia de un bosque bien desarrollado aunque ligeramente abierto, acompañado de acebuche y alisos y olmos en las riberas. En el distrito de Nurri, durante el Bronce Final, las formaciones nitrófilas aparecen muy reducidas –siendo ésta la principal diferencia con respecto a la muestra UE 8 de Su Putzu– y el dominio corresponde a praderas de gramíneas, no habiéndose detectado palinológicamente ni el cultivo del cereal ni la existencia de fenómenos de incendio de origen antrópico; tampoco se detectan procesos de pastoreo.

En resumen, el paisaje durante el Bronce final en Nurri y en Orroli sería sensiblemente diferente, lo que podría obedecer fundamentalmente a dos causas: bien a una diferente presión antrópica (mayor en Orroli), bien a que la tumba de gigante de Stessei fuera ciertamente anterior cronológicamente (cerca entonces a la UE 8 de Su Putzu) a todo el resto de muestras estudiadas del Bronce Final tanto en Su Putzu como en el sondeo B de la Nura-ghe Gassoru.

3.5. Sutta 'e Corungiu

Presenta un solo momento de ocupación UE3 datado en 1750-1520BC (Ua19316) correspondiente a Bronce Medio. Se recogió una muestra de esta unidad y otras dos de las superiores (Tabla 2). La superior UE00 corresponde a un nivel vegetal muy orgánico. Es en este nivel donde puede obser-

NU/SC/SA/00	MS3
<i>Pinus</i>	17
<i>Juniperus</i>	8
Rosaceae	11
Umbelliferae	13
Gramineae	17
Polyada	6
<i>Glomus</i>	16
Tipo 80	5
Tipo 159	1
Tipo 79	2
NU/SC/SA/01	MS2
Gramineae	13
Cichorioideae	12
<i>Asplenium</i>	8
<i>Glomus</i>	13
Tipo 80	5
Tipo 190	14
Tipo 79	4
Tipo159	8
NU/SC/SA/03	MS1
<i>Ulmus</i>	7
Boraginaceae	8
Gramineae	13
Umbelliferae	12
<i>Polypodium</i>	7
Monoletes	5
<i>Glomus</i>	21
Tipo 79	8
Tipo 159	12

Tabla 2.- Datos absolutos del yacimiento Sutta'e Corungiu.

vase la presencia de taxones arbóreos como son el pino y el enebro, procedentes del entorno próximo a la localización del yacimiento. El resto de los taxones que aparecen están relacionados directamente con la antropización del medio mostrando un paisaje totalmente deforestado.

Entre los tipos no polínicos destaca la presencia de *Glomus* indicando la existencia de procesos erosivos o de suelos no consolidados. Tenemos que señalar que la denominación de tipos se refiere a la establecida por Geel (1986). Los tipos están indicados por un número sólo o seguido de una letra, mayúscula o minúscula. En unos casos tienen importancia ecológica, en otros no tienen una caracterización específica. Aquí nos referiremos únicamente a aquellos que pueden tener una cierta importancia para la interpretación del conjunto.

El tipo 159 aparece bajo condiciones eutróficas-mesotróficas en un paisaje caracterizado por Rosáceas, *Poa palustris* y Umbellíferas.

3.6. Nuraghe Martingiana

La excavación señala la presencia de una cabaña nurágica con dos ocupaciones, Bronce Reciente

MP 1/OR/MT/SA/01	
<i>Pinus</i>	9
Boraginaceae	12
Anthemideae	11
<i>Polypodium</i>	8
Monoletes	6
<i>Glomus</i>	12
Tipo 179	5
Tipo 181	3
Tipo 146	5
Tipo 80	3
Tipo 54	2
Tipo 965	4
MP 2/OR/MT/SA/04	
<i>Pinus</i>	8
Tipo 159	6
MP3 /OR/MT/SA/05	Estéril
MP4/OR/MT/SA/06	
<i>Polypodium</i>	5
MP5/OR/MT/SA/07	
<i>Pinus</i>	9
<i>Glomus</i>	8
Tipo 54	4

Tabla 3.- Valores absolutos de Nuraghe Martingiana.

y transición Bronce Reciente/Bronce Final. Las muestras están tomadas en las UE 2, 3, 4, 5, 6, correspondiendo la primera (01) a la UE 2 y así sucesivamente (Tabla 3). Por debajo de éstas aparecen restos de una cabaña anterior de la que no tenemos ningún registro polínico.

Como puede verse por los resultados el registro es totalmente pobre el palinomorfo, siendo una de las muestras totalmente estéril. El hecho de que en este yacimiento estén presentes los pinos en un número mayor de muestras que el yacimiento anterior puede venir dado por el hecho de que éste se encuentra situado en lo alto de un promontorio dominando un valle por lo que la llegada de pólenes de *Pinus* resulta más fácil. El resto de lo encontrado corresponde a tipos no polínicos. Volvemos a señalar la presencia de *Glomus*. La presencia de tipos como el 146, 54, 179 indicadores de condiciones acuáticas puede estar relacionada con la existencia de un humedal en la base del yacimiento. Se trata de cyanobacterias que están presentes en depósitos acuáticos y que pueden relacionarse como indicadores de fases climáticas templadas.

3.7. Is Cangalis

El sondeo se realizó en el interior de una cabaña datada del Bronce Medio y Bronce Reciente (Tabla 4).

La muestra más antigua corresponde al nivel de preparación y regulación del pavimento de la cabaña. Se trata de un sedimento gris asociado a abundantes restos de carbón. La UE 8 se asocia a un pavimento asociado a abundante cerámica, fauna y carbón. Finalmente la UE5 corresponde a un sedimento arcilloso compacto asociado a cerámica y fauna.

Aunque en este yacimiento tampoco se ha podido realizar un estudio estadístico por la pobreza del material esporopolínico, podemos observar una ligera diferencia respecto a los resultados anteriores. Contamos con la presencia de un estrato arbóreo superior dominado por las encinas. La presencia en alguna de las muestras de alisos (*Alnus*) y de Cyperaceas puede indicarnos la existencia de una cierta humedad, bien sea por la cercanía de un río o edáfica. Algunos de los elementos existentes (*Plantago*, *Anthemis*, Cichorioideae) nos indican la antropización del medio desde el inicio de la ocupación del yacimiento. Entre los tipos sigue apareciendo *Glomus* como indicador de procesos erosivos. Es interesan-

NUR/IC/1A/UE 5 cota 158	
<i>Daphne</i>	7
<i>Juniperus</i> t.	5
<i>Glomus</i>	13
Tipo 55	1
Tipo 80	1
NUR/IC/1^a/UE5/UE8.cota189	
Scrophulariaceae	12
Tipo 55	8
Tipo 112	5
<i>Glomus</i>	16
NUR/IC/1^a/ UE 8 cota 192	
<i>Quercus</i> perennifolio	5
Boraginaceae	16
Cichorioideae	8
<i>Plantago</i>	7
<i>Polypodium</i>	5
<i>Glomus</i>	12
Tipo 54 b	5
Tipo 104	1
Tipo 159	3
Tipo 172 A	1
Tipo 148	1
NUR/IC/1^a/UE 8 cota 194	
<i>Quercus</i> perennifolio	7
<i>Alnus</i>	8
<i>Pistacia</i>	4
<i>Plantago</i>	8
Cichorioideae	45
Carduaceae	15
Gramineae	15
Cyperaceae	19
<i>Typha</i>	13
Monoletes	22
<i>Glomus</i>	40
Tipo 180	8
Tipo 341	5
Tipo 118	4
Tipo 170	5
Tipo 55	8
Tipo 1	20
Tipo 181	4
Tipo 229	8
NUR/IC/1^a/UE 9 cota 208	
<i>Quercus</i> perennifolio	5
<i>Anthemis</i>	12
Cichorioideae	16
Cyperaceae	7
Monoletes	5
<i>Glomus</i>	13
Tipo 1	9
Tipo 159	6

Tabla 4.- Valores absolutos del yacimiento Is Cangalis.

te la presencia del tipo 1 que alcanza su frecuencia máxima en niveles donde la presencia de carbón es abundante. La mayoría del resto de los tipos está asociada a sedimentos húmedos de tipo pantanoso.

Las condiciones climáticas serían de benignidad con un cierto grado de humedad.

3.8. Perda Utzei

Se sitúa sobre una llanura con excelentes cualidades agrícolas en la actualidad. Se trata de una cabaña que arqueológicamente corresponde a un único momento fechado entre el 1260 y el 890 a. C. (Ua 19317 y Ua 19318). Las muestras tomadas para el análisis polínico han resultado estériles.

3.9. Pranu Illixi

Corresponde a un nuraghe con corredor sobre el río Flumendosa sobre el que se construye un túmulo en la Edad del Hierro. En la actualidad está cubierto por una abundante vegetación. El sondeo se realizó en la parte central del túmulo correspondiendo toda la estratigrafía a un mismo momento, posterior a los yacimientos vistos anteriormente. Una datación de C14 en la UE2 lo sitúa en

ES/PI/UE 2. Sobre acumulación cerámica	
<i>Pinus</i>	6
<i>Quercus</i> perennifolio	9
Ericaceae	6
<i>Polypodium</i>	8
Triletes	5
ES/PI/UE 2. Bajo acumulación	
<i>Quercus</i> perennifolio	7
<i>Pinus</i>	8
<i>Asphodelus</i>	9
Leguminosae	8
Compositae tub.	6
<i>Polypodium</i>	67
Triletes	27
Tipo 159	2
ES/PI/UE 2	
<i>Anthemis</i>	1
<i>Asphodellus</i>	5
<i>Polypodium</i>	14
Tipo 80	2

Tabla 5.- Valores absolutos del nuraghe Pranu Illixi.

la primera mitad del siglo IX (Ua 19319: 2480±40BP), situándonos arqueológicamente en la Edad del Hierro.

Los datos palinológicos quedan expuestos en la Tabla 5.

Los escasos palinomorfos del sedimento muestran la presencia de un paisaje en el que debió haber encinas y pinos sin que podamos afirmar la existencia de un paisaje arbóreo. La presencia en dos de las muestras de *Asphodellus* puede ser indicativa de un nivel de incendio, dato que parece ser corroborado por los datos arqueológicos ya que la cerámica en esta Unidad Estratigráfica parece estar rubefactada apareciendo restos de carbón. El alto número de esporas de *Polypodium* que aparece en una de estas muestras puede ser debido a la utilización de esta planta como lecho en el nivel de ocupación. Si en este nivel se produjo un incendio es razonable que parte del material esporopolínico fuera destruido. Las esporas tienen una resistencia mayor al fuego, de ahí que su número sea relativamente alto respecto al resto de los taxones. Experimentos actuales en este sentido así lo han demostrado (Argant 2001).

3.10. Fonte Fossada

El último de los yacimientos estudiados es el de Fonte Fossada. Se trata de un Nuraghe complejo situado en una zona próxima al Flumendosa.

MP 1/ESC/FF/SA/05	
<i>Phillyrea</i>	12
Oleaceae	4
<i>Ephedra</i>	5
Ericaceae	5
Anthemideae	9
Cichorioideae	6
Cruciferae	7
Chenopodiaceae	8
Rosaceae	6
<i>Polypodium</i>	17
Triletes	7
<i>Glomus</i>	5

Tabla 6.- Valores absolutos del yacimiento Fonte Fossada.

Contamos con una sola muestra de este yacimiento (Tabla 6) correspondiente a Época Tardo-

romana. En ella podemos observar la presencia de taxones arbóreos de tipo mediterráneo como las Oleáceas, posiblemente acebuche. La presencia de *Ephedra* puede deberse a que se trata de una planta que crece en viejos muros. El resto de los taxones que aparecen son de tipo antrópico, mostrando, como en el resto de los casos un paisaje totalmente antropizado y deforestado. Volvemos a encontrarnos con un cierto número de esporas de *Polypodium* que pudieron servir como base de acomodación del nivel de habitación.

4. Síntesis

Tras haber realizado a lo largo de tres años distintos sondeos en lugares diferentes (distrito de Orolli, Nurri y Escalaplano) hemos podido apreciar variaciones en la composición florística de cada uno de los entornos estudiados y que hemos dejada reflejada en cada uno de los comentarios que hemos hecho sobre los diagramas que hemos podido realizar siguiendo las pautas que hemos marcado al comienzo de este trabajo.

Queremos concluir con los datos ofrecidos por los últimos yacimientos presentados, los del curso medio del Flumendosa y que, como hemos indicado, no han dado los mejores resultados. Para estos últimos tenemos que concluir con que se trata de sedimentos totalmente alterados en los que la deposición corresponde a una acción antrópica mas que al desarrollo natural. Ello implica que ha habido remociones del sedimento que, aunque se hayan producido en el mismo momento de la ocupación, suponen una fuerte alteración en la concentración natural de los palinomorfos. Ello invalida el estudio desde el punto de vista botánico si bien puede ser útil desde el punto de vista arqueológico en la medida que nos indica que “rasgos de la vegetación” son los que pueden deducirse de los escasos restos encontrados. La escasez de palinomorfos puede deberse a la propia composición del sedimento analizado, a alteraciones postdeposicionales o a la fuerte antropización del medio que ha hecho que durante las fases de construcción y ocupación de los yacimientos, el entorno de éstos estuviera totalmente deforestado.