

UNIVERSITAT DE BARCELONA
DEPARTAMENT DE PREHISTÒRIA, HISTÒRIA ANTIGA I ARQUEOLOGIA

PROGRAMA DE DOCTORAT
“SOCIOECONOMIA DE LA PREHISTÒRIA-BAIXA ROMANITAT”
BIENNI 1998-2000

LA MÒLTA I TRITURAT D’ALIMENTS
VEGETALS DURANT LA PROTOHISTÒRIA
A LA CATALUNYA ORIENTAL

TESI PER OPTAR AL TÍTOL DE DOCTOR EN HISTÒRIA

Presentada per: Marta Portillo Ramírez

Dirigida per: Dr. Joan Sanmartí Grego

Dra. Rosa Maria Albert Cristóbal

Barcelona, 2006

3. L'ESTUDI DELS FITÒLITS DE SILICI

3.0. INTRODUCCIÓ ALS FITÒLITS

Els fitòlits són microrestes de composició mineral que es formen en algunes plantes o determinades parts de les plantes. Són resultat de l'acumulació, entre les cèl·lules o al interior d'aquestes, del silici en estat soluble absorbit juntament amb altres minerals, de l'aigua del sòl. El terme fitòlit, que etimològicament significa pedra (*lithos*) de planta (*phyton*), també ha estat utilitzat per designar qualsevol substància mineralitzada que es forma a les plantes, incloent, doncs, a més dels de silici, els d'oxalat de calci (PIPERNO, 1988). En aquest estudi ens ocuparem dels primers, ja que són els que acostumen a preservar-se en el registre arqueològic.

El procés de formació dels fitòlits de silici s'inicia quan la planta absorbeix àcid monosilícic $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ juntament amb l'aigua del sòl. Les plantes absorbeixen aquest àcid així com d'altres minerals, que són transportats cap a les parts aèries de la planta a través dels vasos conductors de la sàvia bruta. El silici soluble es polimeritza en els teixits vegetals i forma dipòsits sòlids de diòxid de silici hidratat amorf ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Aquest silici dissolt es diposita en forma de silici opalí en tres zones diferents del teixit cel·lular de la planta: l'espai intracel·lular, les parets i l'interior de la cèl·lula (PIPERNO, 1988). La producció de fitòlits depèn principalment de factors ambientals que estan relacionats amb la composició mineralògica del sòl de creixement, la quantitat d'aigua i l'edat de la planta (PIPERNO, 1988). Un estudi recent sobre el contingut de silici en les plantes, demostra que la presència de fitòlits està condicionada en un 16% per variables com ara el contingut de Si en el sòl, la temperatura, la humitat, etc., confirmant que en gran mesura depèn de la producció de cada planta per si mateixa (HODSON *et al.*, 2005).

Els estudis de fitòlits s'integren dins la paleobotànica com una eina eficaç per a la reconstrucció històrica del paisatge i dels usos dels recursos vegetals. A partir d'un estudi morfomètric i quantitatiu de fitòlits acurat és possible identificar les plantes en què es va formar, i en alguns casos ens permet determinar les espècies. La seva composició mineralògica fa que els fitòlits siguin resistents als processos que la matèria vegetal no carbonitzada és incapaç de superar. Normalment també ho són als processos mecànics, però es poden dissoldre quan el pH és elevat, al voltant de 9. Són resistents al

foc, almenys fins a temperatures que s'aproximen als 900°C, punt de fusió del silici (WILDING *et al.*, 1977).

L'estudi dels fitòlits també pot presentar una sèrie de problemàtiques que cal tenir presents. En primer lloc, cal dir que algunes plantes o determinades parts d'aquestes no dipositen silici entre o dins de les seves cèl·lules, o que n'acumulen proporcionalment una quantitat més baixa, per la qual cosa poden resultar gairebé invisibles en el registre d'estudi. A això cal afegir que no totes les espècies vegetals n'acumulen la mateixa quantitat. Aquestes dues circumstàncies impliquen la possibilitat que restes conservades no siguin representatives de la totalitat de la vegetació existent o utilitzada que davant determinats taxons aparentment imperceptibles podem trobar altres grups sobrerrepresentats en el registre. Un altre problema que cal tenir present és la redundància en les morfologies. Sabem que alguns cossos silicis morfològicament molt similars són produïts per grups de plantes diferents (PEARSALL, 1989). Per últim, un inconvenient important és que no tots els fitòlits es preserven de la mateixa manera en el sòl; sembla que algunes formes més delicades poden desaparèixer més fàcilment i que en alguns casos la superfície pot degradar-se i perdre les seves característiques distintives (BENAYAS, 1963; ALBERT *et al.*, 1997; ALBERT *et al.*, 1999; ALBERT *et al.*, 2000; ALBERT *et al.*, 2003).

En els darrers anys s'ha produït un important desenvolupament en el camp de la fitolitolgia. Aquests estudis s'utilitzen en el camp de l'arqueologia principalment per tal de reconèixer les plantes utilitzades pels humans i interpretar amb quina finalitat. Tradicionalment, els estudis de fitòlits es basaven, i encara avui dia ho fan, en la seva identificació morfològica, que s'ha utilitzat per a la recerca sobre l'origen i el desenvolupament de l'agricultura, especialment a Amèrica del Sud, al sud-est asiàtic i al Pròxim Orient (ROSEN, 1992a; PEARSALL, 1993; PIPERNO, 1994; BROCHIER, 1999, entre d'altres). A la Mediterrània, els estudis sobre les activitats agrícoles s'han orientat vers dues línies principals de recerca. Per una banda, la identificació de morfologies de fitòlits de diverses espècies de cereals per tal d'estudiar els inicis de l'agricultura en les societats del Pròxim Orient (ROSEN, 1992a). Per una altra part, també s'han utilitzat els fitòlits per distingir entre l'agricultura de secà i la de regadiu en aquesta mateixa zona (ROSEN, WEINER, 1994).

En els darrers anys també s'han realitzat, juntament amb les anàlisis morfològiques, estudis quantitius de fitòlits per reconèixer el volum de representació de les diferents plantes utilitzades en jaciments del Paleolític Mitjà i Superior de la zona

Mediterrània, com ara a Hayonim, Kebara i Tabun (Israel) i la Grotte XVI, a la Dordonya (França), que han permès conèixer de forma més aprofundida l'ús del foc en les societats prehistòriques (ALBERT, 2000; ALBERT *et al.* 2000; ALBERT, WEINER, 2001; KARKANAS *et al.* 2002; ALBERT *et al.* 2003).

Els estudis de fitòlits sobre utilatge de mòlta, juntament amb els de midons, constitueixen una eina eficaç per a la identificació del processat de productes vegetals diversos en els jaciments arqueològics, ja que permeten reconèixer una superior diversitat d'usos d'un tipus d'instrumental al que tradicionalment s'atribuïa exclusivament la funció de reduir els cereals a farina (FULLAGAR, FIELD, 1997; PIPERNO, HOLST, 1998; PIPERNO *et al.* 2000; ALBERT, HENRY, 2004; PEARSALL *et al.*, 2004).

Alguns treballs arqueològics sobre fitòlits s'han centrat en l'estudi de restes vegetals en utilatge de mòlta en diversos jaciments de l'àmbit de la Mediterrània central i occidental (ALBERT, informe inèdit, 2003; ALBERT, PORTILLO, informe inèdit, 2004a; ALBERT, PORTILLO, 2005). Pel que fa a la zona del nord-est de la Península Ibèrica, se n'han realitzat en jaciments datables del Bronze Final i Edat de Ferro: Bòbila Madurell (Sant Quirze del Vallès, Vallès Occidental) (JUAN, 1997); Can Roqueta (Sabadell, Vallès Occidental) (ALBERT, JUAN 1999); Barranc de Gàfols (Ginestar, Ribera d'Ebre) (JUAN, 2002) i Alorda Park (Calafell, Baix Penedès) (ÉQUIPE d'Alorda Park, 2002). En aquest darrer jaciment, es va identificar el processat de cereals de tipus *Triticeae* (atribuïts probablement a blat o ordi) i de faves a partir de l'estudi de fitòlits i midons realitzat per J. Juan.

Seguint aquesta línia de recerca, en aquest treball presentem els resultats obtinguts en l'estudi de fitòlits de molins procedents de diversos jaciments protohistòrics de la costa catalana. L'estudi ha estat realitzat en el marc del projecte *La conservación, transporte y transformación de productos alimenticios en la Protohistoria: análisis de contenidos y experimentación* (BHA2000-0727-C03-01), finançat pel Ministerio de Ciencia y Tecnología.

3.1. OBJECTIUS

3.1.1. Objectius generals

Aquesta investigació és una aproximació a la funcionalitat de l'utillatge lític de mòlta del període protohistòric a partir de l'anàlisi dels fitòlits de silici conservats en el sediment adherit a la superfície de fricció de diferents tipus de moles. Amb aquest estudi es pretén mostrar la potencialitat d'aquest tipus d'anàlisis i les seves aportacions al coneixement dels sistemes de transformació dels productes vegetals durant la Protohistòria.

3.1.1. Objectius específics

Per tal d'obtenir un millor coneixement sobre la utilització de les plantes i el processat de productes vegetals, l'estudi de fitòlits ha tingut en compte els diferents tipus morfològics de molins (moles de vaivé i moles rotatives) i la matèria primera amb la que han estat elaborats (diferents tipus de roques ígnies i de materials sedimentaris). Amb això es pretén reconèixer possibles usos diferencials i analitzar la conservació diferencial dels fitòlits en relació a les matèries primeres.

En aquest treball també pretenem observar i descriure les condicions de preservació dels fitòlits sota diferents condicions mineralògiques, així com identificar, a partir d'un acurat sistema morfològic i quantitatiu, les plantes o determinades parts de d'aquestes i la seva representativitat a nivell quantitatiu en les mostres analitzades.

3.2. METODOLOGIA I MATERIALS

El procés d'extracció de les mostres va ser realitzat en el laboratori del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona. La metodologia utilitzada per tal de realitzar l'extracció, identificació i quantificació dels fitòlits es pot trobar àmpliament explicada en Albert *et al.* (1999), i es resumeix breument a continuació.

El processat requereix una mostra de sediment d'1 gr aproximadament, que és tractada amb 10 ml d'una solució al 50% d'àcid clorhídric (3N HCl) i d'àcid nítric (3N HNO₃) i deixada al bany maria durant 30 minuts. Un cop la mostra és aclarida a la

centrífuga amb aigua desionitzada (Nahita 2690) per tal d'eliminar l'àcid (a 3000 rpm durant 5 minuts), s'afegeix 10 ml de Peròxid d'Hidrogen (H_2O_2) al 30%, i es deixa a 70° fins que la reacció desapareix (placa assecadora digital Stuart SD500). Amb aquests processos es pretén eliminar tots els carbonats i fosfats, així com la matèria orgànica, ja que són components que poden impedir la correcta identificació i quantificació dels fitòlits en el microscopi. D'aquesta manera, es mantenen únicament els components més insolubles i resistent a aquests àcids, entre els quals es troben els fitòlits de silici ($SiO_2 \cdot nH_2O$). La fracció insoluble resultant de l'atac de l'àcid és anomenada "fracció insoluble a l'àcid" (FIA). Per tal de poder realitzar una acurada quantificació de la mostra en cada part del procés d'extracció, la mostra es pesa en una balança de precisió (A&D GR202); d'aquesta manera es quantifica la pèrdua de carbonats i fosfats, així com de matèria orgànica, i obtenim el pes final que correspon a la "fracció insoluble a l'atac de l'àcid" (FIA). Aquesta informació és important per conèixer la composició i distribució mineralògica de la mostra i, per tant, sobre les condicions de conservació dels fitòlits. L'estudi de la FIA també permet comparar mostres que han sofert diferents processos postdeposicionals, així com comparar mostres de diferents àrees geogràfiques.

Els components minerals de la FIA (quars, argila i fitòlits de silici, principalment) són posteriorment separats per densitats per tal de concentrar els fitòlits en una mateixa fracció. Aquesta separació facilita en gran mesura la identificació i quantificació dels fitòlits en el microscopi. Els fitòlits tenen una densitat que va d'1.5 a 2.3 g/ml (JONES, BEAVERS, 1963). Per tal de realitzar el procés de separació per densitats, s'afegeix 5 ml de Polytungstat de sodi al 2.4 de densitat [$Na_6(H_2 W_{12} O_{40}) \cdot H_2O$]. Aquesta barreja és dispersada amb l'aparell d'ultrasons Nahita 681 i després centrifugada a 3000 rpm durant 5 minuts. La fracció lleugera flotant és transferida a un altre tub (tub de centrifugat de 15 ml) i s'afegeix 1 ml d'aigua desionitzada per tal de reduir la densitat. Aquest procés es repeteix fins que no queden més partícules lleugeres flotants. Després de la centrifugació de cadascuna de les mostres, el sediment pesat dipositat al fons del tub és transferit a un tub Eppendorf d'1,5 ml i aclarit amb aigua desionitzada i centrifugat a 4500 rpm durant 3 minuts. Aquest procés es repeteix per tal d'eliminar totalment el líquid pesat. Per últim, cadascuna de les fraccions resultants de la separació per densitats de la mostra es deixen assecar per ser finalment pesades en la balança de precisió. Segons Albert (2000), normalment s'obtenen 4 o 5 fraccions, arribant a unes densitats de 2.4, 2.0, 1.7, 1.5 i 1.4 g/ml, respectivament. En aquest cas

s'ha reduït a tres per la baixa quantitat de material recollit. El mètode utilitzat té l'avantatge que requereix poca quantitat de líquid dens, tenint en compte també la rapidesa i seguretat respecte a altres metodologies (PIPERNO, 1988; PEARSALL, 1989; LENTFER, BOYD, 1998), ja que el líquid dens no és tòxic.

Per examinar les mostres al microscopi (microscopi òptic Olympus BX41 del Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques de la Universitat de Barcelona, SERP), es preparen làmines d'aproximadament 1 mg de material amb una acurada de 0.1 mg. S'afegeixen 3 o 4 gotes d'Entellan New (Merck). Les mostres són després barrejades amb l'Entellan de manera que aquesta resti arbitràriament distribuïda i després es cobreix. L'àrea total de la mostra en la làmina és estimada amb el comptatge total de camps que contenen sediment. La quantificació dels fitòlits es realitza tenint present un número conegut de camps triats de forma aleatòria a 400 augments. Això ens permet conèixer comparativament el nombre de fitòlits per gram de fracció insoluble a l'atac de l'àcid, així com també fer una aproximació al nombre de fitòlits per gram de sediment, tenint en compte les pèrdues de volum produïdes en cada part del tractament de la mostra. La fórmula utilitzada per calcular el nombre de fitòlits estimats per gram de FIA és la següent (ALBERT *et al.*, 1999):

$$\text{Núm. fitòlits comptats} \times \frac{\text{àrea total de la làmina}}{\text{àrea comptada}} = \text{Núm. fitòlits per làmina}$$

$$\text{Núm. fitòlits per làmina} \times \frac{\text{pes de la fracció (gr)}}{\text{pes sobre la làmina (gr)}} = \text{Núm. fitòlits en la fracció}$$

$$\frac{\text{Núm. total de fitòlits en les fraccions}}{\text{pes de la FIA (gr)}} = \text{Núm. fitòlits per gram de FIA}$$

Sempre que ha estat possible, s'ha intentat comptar un número mínim no inferior a 200 fitòlits. Aquesta qüestió ha estat estudiada per R.M. Albert i S. Weiner (2001), que han demostrat que comptant un número de 194 fitòlits hi ha un marge d'error aproximat en la identificació de 23%, mentre que el comptatge de 265 fitòlits dóna un marge d'error de 12% en la interpretació dels resultats (ALBERT, 2000; ALBERT, WEINER, 2001).

La identificació morfològica dels fitòlits es basa en la literatura especialitzada (TWISS *et al.*, 1969; GEIS, 1983; BROWN, 1984; PIPERNO, 1988; MULHOLLAND, RAPP, 1992; OLLENDORF, 1992; ROSEN, 1992a; TWISS, 1992; BOZARTH, 1992 i 1993) i en el sistema morfològico-quantitatiu proposat per R.M. Albert en diversos treballs (ALBERT *et al.*, 1999; ALBERT, 2000; ALBERT *et al.*, 2000; ALBERT, WEINER, 2001; ALBERT *et al.*, 2003; KARKANAS *et al.*, 2002). La descripció terminològica dels fitòlits es basa en la identificació de les cèl·lules en les que aquests van ser formats (com ara les cèl·lules bul·liformes, els tricomes i els estomàtics, entre d'altres); quan això no ha estat possible, es segueixen criteris estrictament geomètrics. Per a altres definicions, com ara les dels marges o de les superfícies dels fitòlits s'han adoptat terminologies pal·linològiques. Recentment s'ha desenvolupat un codi internacional de nomenclatura que actualment es troba en premsa (MADELLA *et al.*, 2005) i que pretén homogeneïtzar les diferents terminologies utilitzades i unificar criteris.

Per a l'estudi de la caracterització morfològica dels fitòlits de les gramínies s'han tingut en compte diversos treballs específics que cal esmentar. En primer lloc, el sistema de classificació dels fitòlits de gramínies proposat per P.C. Twiss, que distingeix entre les espècies C₃ (Poàcies, subfamília festucoide) i C₄ (Cloridoïdes i Panicoides, subfamílies de les zones tropicals i subtropicals) (TWISS *et al.*, 1969; TWISS, 1992). Pel que fa a la caracterització morfològica dels fitòlits de cereals, cal destacar els treballs d' A.M. Rosen sobre les estructures multicel·lulars silicificades a la zona del Pròxim Orient (ROSEN, 1992a; ROSEN, 1992b; ROSEN, 1993; ROSEN, WEINER, 1994). Per últim, cal també desatacar els estudis morfomètrics de fitòlits de cereals realitzats per T.B. Ball (BALL *et al.*, 1993; BALL *et al.*, 1996; BALL *et al.*, 1999; BALL *et al.*, 2001; BERLIN *et al.*, 2003; PORTILLO *et al.*, en premsa) que en els darrers anys s'han fonamentat en la microscopia electrònica amb làser i la digitalització d'imatges, mètode que permet l'adscripció de cèl·lules silicificades determinades a l'espècie vegetal en la que es van formar. Gràcies a una estada a l'estranger finançada per la Universitat de Barcelona i pel projecte "Assessorament i investigació aplicada al camp de l'explotació de recursos vegetals" (UB), realitzada recentment al Laboratori de Microscopia de la Brigham Young University (Utah, EEUU) amb el Prof. Ball, ens ha estat possible conèixer de primera mà el procés metodològic utilitzat per tal d'aplicar-lo properament als estudis que es realitzin en l'àmbit de la Mediterrània (ALBERT *et al.*, en preparació).

La metodologia utilitzada per a l'extracció de les mostres del sediment adherit a les moles es basa, en part, en la proposada per D.M. Pearsall per al mostreig per a l'anàlisi de microrestes vegetals (fitòlits i midons) en utilitatge de mòlta (PEARSALL *et al.*, 2004). Segons aquesta metodologia, de cada peça s'extreuen quatre tipus de mostres: *in situ*, el sediment resultant de raspallar la superfície de la peça (sediment 1), el sediment obtingut amb el rentat de la superfície laboral de la peça (sediment 2), i un tercer que s'obté mitjançant el sonicat de la mostra (sediment 3). La primera mostra (sediment 1) s'extreu raspallant la superfície de fricció de la peça, seleccionant aquelles parts que permeten recuperar el sediment directament adherit a la superfície. La mostra és transferida a un tub de centrifugat de 50 ml i el protocol d'extracció de totes les mostres per a l'estudi de fitòlits és molt similar al que hem utilitzat en aquest treball i que ha estat descrit anteriorment, que es basa en atacs d'àcids i bases. La mostra 2 s'obté rentant la superfície amb aigua destil·lada i el mateix raspall utilitzat per a l'extracció de la primera mostra. Després, la mostra s'introdueix per decantació en un tub de centrifugat de 50 ml. Per últim, el sediment 3 s'obté introduint la peça en un contenidor de plàstic amb aigua destil·lada, per tal de realitzar un bany d'ultrasons durant 5 min. Després del procés de sonicació, la mostra es transfereix a tubs de centrifugat de 200ml. Els resultats de l'estudi de Pearsall, revelen que les mostres 1 (raspallat) i 2 (rentat) són les més eficients per a l'extracció de mostres per a l'estudi de fitòlits, amb uns resultats molt similars pel que fa a la quantificació d'aquests. En canvi, la mostra 3 (sonicació) permet recuperar un molt reduït nombre de fitòlits, però resulta la més efectiva per a l'extracció de midons.

Tenint present el que s'acaba de dir, per a l'extracció de les mostres per a l'estudi de fitòlits d'aquest treball vam optar per una adaptació d'aquesta metodologia per tal d'aconseguir el mateix objectiu. Es tracta d'una combinació dels sistemes utilitzats en la recuperació de les mostres 1 i 2 del mètode proposat per Pearsall, és a dir, una combinació de raspallat i rentat amb aigua desionitzada, que en aquest cas va ser aplicada amb l'ajuda de pipetes de vidre per tal de ser transferides als tubs de centrifugat.

Les mostres estudiades en el marc del treball que presentem en aquesta tesi procedeixen d'utilitatge de mòlta d'època protohistòrica. Es tracta d'un total de 25 mostres procedents del sediment adherit a la superfície de fricció de diferents tipus de moles de vaivé i de moles rotatives. Les peces han estat seleccionades entre sis jaciments diferents, que són els que detallem a continuació:

1. Mas Castellar- Pontós (Pontós, Alt Empordà)
2. Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès, Alt Penedès)
3. Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)
4. Castellot de la Roca Roja (Benifallet, Baix Ebre)
5. Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre)
6. Sant Jaume Mas d'en Serrà (Alcanar, Montsià)

La descripció i procedència dels molins, així com els principals resultats obtinguts en l'estudi de les mostres de fitòlits, es troben exposats de manera separada en cadascun dels apartats dedicats als jaciments. Per últim, presentem una discussió general dels resultats obtinguts en aquest treball, que poden considerar-se com a referent en l'aplicació d'aquest tipus d'analítiques per a l'estudi de molins protohistòrics.

3.3. RESULTATS

3.3.1. Mas Castellar-Pontós (Pontós, Alt Empordà)

3.3.1.1. Materials i mètodes

Del jaciment protohistòric de Mas Castellar de Pontós (Pontós, Alt Empordà) hem estudiat un conjunt de sis mostres procedents del sediment adherit a la superfície de fricció de diferents moles de tipologia i matèries primeres diverses. La descripció i procedència de les mostres, així com els principals resultats obtinguts en l'estudi quantitatiu i morfològic dels fitòlits, es troben resumits en la taula corresponent a l'estudi d'aquest jaciment (Fig. 3.1).

Les peces seleccionades per a l'estudi de fitòlits van ser recuperades en les darreres campanyes d'excavació del jaciment, ja que són les que havien estat preservades de manera més acurada en el laboratori de l'equip de Pontós. Per a aquest estudi es van triar quatre moles de vaivé: dues peces passives (MC85 i MC57, mostres 2 i 4) i dues peces passives/actives (MC88 i MC86, mostres 1 i 3), a més de dues moles rotatives actives (MC55 i MC34, mostres 5 i 6) (Fig. 3.1). Es van seleccionar també diferents tipus de matèries primeres; en aquest cas es tracta de dues roques ígnies diferents: moles de granit i de basalt. La localització de totes aquestes peces en el jaciment és diversa: tres moles de vaivé procedeixen del farciment d'una mateixa sitja (SJ137, UE 20119) de la zona 20 (són les peces inventariades com a MC85, MC86 i

MC88), una mola de vaivé i una rotativa de diferents unitats estratigràfiques de la zona 11 (MC57, UE 11010 i MC 55, UE 11009) i un fragment de mola rotativa de la zona 10 (MC34, UE 127) (Fig. 3.1). La cronologia de les peces estudiades (obtinguda a partir de l'estudi dels materials ceràmics) és també diversa: la sitja SJ137 es data de 425-400 aC, les peces de la zona 20 procedeixen d'un nivell d'abandó datat de 200-175 aC, i la mola rotativa de la zona 10 fou recuperada en un nivell d'enderroc que es pot situar vers 200-150 aC.

Número mostra	Localització	% FIA	Número de fitòlits 1 gr. de FIA	Número de fitòlits morfològicament identificats	Observacions
1	Zona 20, SJ 137, UE 20119	63,6	1.352.000	161	Mola de vaivé (tipus V-P/A), peça MC 88, basalt
2	Zona 20, SJ 137, UE 20119	55,1	1.063.000	81	Mola de vaivé (tipus V-P), peça MC 85, granit
3	Zona 20, SJ 137, UE 20119	52,5	2.157.000	190	Mola de vaivé (tipus V-P/A), peça MC 86, granit
4	Zona 11, Sect. 2, UE 11010	64,1	106.000	14	Mola de vaivé (tipus V-P), peça MC 57, basalt
5	Zona 11, Sect. 2, UE 11009	61,2	203.000	24	Mola rotativa activa (tipus R-A), peça MC 55, basalt
6	Zona 10, Sect. 1, UE 127	64,6	89.000	15	Mola rotativa activa (tipus R-A), peça MC 34, basalt

Fig. 3.1: Mas Castellar (Pontós, Alt Empordà). Descripció i localització de les mostres de molins analitzades i principals resultats obtinguts de l'estudi de fitòlits.

Les mostres analitzades van ser extretes en el Laboratori d'Arqueologia de Pontós, seleccionant determinades parts de la superfície de fricció de les peces (les que oferien la possibilitat de recuperar el sediment que es trobava en contacte directe amb el suport lític), que prèviament van ser raspallades per tal d'eliminar els sediments adherits en la part més externa. Les mostres van ser recuperades amb l'ajuda d'una espàtula i pipeta de vidre, aplicant gotes d'aigua desionitzada de manera aleatòria per tota la superfície de fricció de la peça.

La metodologia que hem seguit en el processat d'aquestes mostres ja ha estat explicada en el corresponent apartat metodològic, per la qual cosa, no ens estendrem en aquest aspecte. Només caldria comentar al respecte que la quantitat de mostra recollida, que en tots els casos era inferior a 0,6 g, no ens ha permès realitzar la separació per densitats dels components minerals de la fracció insoluble a l'àcid (FIA) i que, per la mateixa raó, aquestes mostres han estat tractades amb unes quantitats inferiors d'àcid clorhídric (3N HCl) i d'àcid nítric (3N HNO₃) (5 ml), i una quantitat també menor de Peròxid d'Hidrogen (H₂O₂).

3.3.1.2. Resultats

En la taula (Fig. 3.1) es poden observar els principals resultats obtinguts de l'estudi quantitatiu i morfològic dels fitòlits, que es troben expressats bàsicament pel percentatge de la fracció insoluble a l'atac de l'àcid (% FIA), el nombre de fitòlits estimats per gram de FIA i el nombre de fitòlits morfològicament identificats.

En primer lloc, els resultats que s'han obtingut en l'estudi de la FIA no revelen diferències importants entre les diverses mostres analitzades, a diferència del que es pot apreciar en relació als resultats de l'estimació de fitòlits per gram de FIA. S'observa que els percentatges de FIA, on es troben els fitòlits, varien en relació al tipus de material lític amb el que ha estat fabricat el molí. Els exemplars de granit donen un percentatge que va del 52,5 a 55% de FIA (mostres 2 i 3), mentre que en les peces de basalt la FIA supera el 60%, independentment de la procedència d'aquestes en el jaciment.

Així doncs, aquestes observacions ens permeten considerar que existeix una certa relació entre el material silici conservat i el tipus de matèria primera utilitzada en la fabricació de la peça. El percentatge de FIA també es pot relacionar amb el tipus de sediment en el que es trobaven els molins (calcari, silici, etc.). Això podria explicar que el percentatge de FIA no sigui en el cas que ara ens ocupa, excessivament alt, si tenim en compte, per exemple, que el basalt és un silicat.

Respecte al nombre estimat de fitòlits per gram de FIA, s'observa que hi ha dos grups clarament diferenciats en termes quantitius. El grup format per les mostres 1, 2 i especialment la 3 presenta un nombre de fitòlits elevat (al voltant dels 2 milions per gram de FIA a la mostra 3). En aquest cas, les diferències observades semblen relacionades amb la localització de les mostres estudiades en el jaciment. Les mostres que presenten una elevada quantitat de fitòlits corresponen a molins recuperats en el farciment d'una sitja de la zona 20 (SJ137). En canvi, el grup format per les tres mostres restants (4, 5 i 6), que procedeixen de dos sectors diferents del jaciment (zones 10 i 11), han donat un baix nombre de fitòlits per gram de FIA, amb uns percentatges que poden arribar a ser fins a més de 10 vegades inferiors a la mitjana obtinguda en el grup anterior (menys de 90.000 fitòlits per gram de FIA en la mostra 6) (Fig. 3.1). Així, doncs, trobem clares diferències entre aquests dos grups de mostres, que no semblen estar relacionades amb el tipus de material amb el que estan elaborats els molins, ni amb la seva tipologia. Per altra banda, tampoc es pot considerar que aquest baix nombre estigui relacionat amb una dissolució dels fitòlits, ja que els percentatges obtinguts en totes

aquestes mostres són similars i no hi ha un increment de dissolució excessiu (només la mostra 4 en supera el 20%).

Els resultats morfològics de l'anàlisi de fitòlits s'expressen en la Fig. 3.2. Els fitòlits van ser dividits morfològicament depenent del tipus o part de la planta en la qual es van formar: gramínies, tronc/escorça de plantes dicotiledònies i fulles de dicotiledònies. En totes les mostres es pot apreciar que hi ha un ampli predomini de les plantes corresponents a la família de les gramínies (entre 60-80% del total quantificat, aproximadament), amb una menor presència de les plantes dicotiledònies, entre les que s'observa el predomini de les parts corresponents a al tronc i l'escorça (entre el 17 i el 40%, aproximadament) sobre les fulles (inferior al 4,5% en totes les mostres), que estan molt poc representades i no mostren morfologies característiques que puguin aportar més informació en la seva interpretació (Fig. 3.3a). Quant als fitòlits procedents del tronc i escorça de les dicotiledònies, semblen estar més representats en l'escorça que no pas en la fusta. Dins d'aquest grup destaca una significativa presència de fitòlits de formes paral·lelepípedes, que generalment són identificats en l'escorça, mentre que són absents en el tronc. D'altra banda, per ara no és possible realitzar un acurada atribució d'aquest tipus de morfologies, ja que els estudis de fitòlits sobre aquesta temàtica es troben encara en fase d'experimentació, de manera que no es descarta tampoc que puguin procedir de fruits de plantes dicotiledònies.

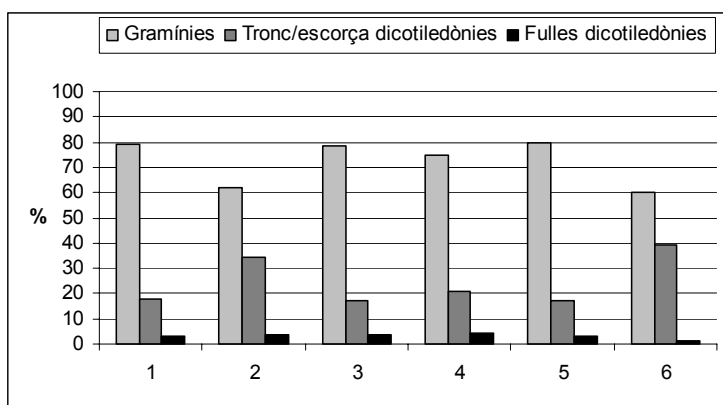


Fig. 3.2: Mas Castellar. Resultats de l'anàlisi morfològica dels fitòlits identificats en les mostres.

S'observa que dues d'aquestes mostres, la 1 (peça MC88) i la 3 (MC86), corresponents a dues moles diferents de tipus V-P/ A, han donat resultats morfològics molt similars: les gramínies es troben representades en els dos casos amb percentatges que s'aproximen al 80%, mentre que les parts del tronc i escorça de dicotiledònies es

troben al voltant del 17% i les fulles del mateix tipus de plantes que no arriba en cap cas al 4% del total quantificat. En la mostra 2 (peça MC85, tipus V-P), la presència de les gramínies és menor (al voltant del 60%) i els fitòlits corresponents a les parts del tronc i escorça de plantes dicotiledònies són més abundants (supera el 34%). Per tant, en aquestes mostres trobem una important presència de fitòlits que pertanyen a la família de les gramínies.

En general, en el grup de les gramínies s'observa un nombre relativament elevat nombre de fitòlits produïts en les inflorescències, part d'aquestes plantes on es troben les llavors (entre el 15 i el 19%, aproximadament) (Fig. 3.4), excepció feta de les mostres procedents de la zona 11 (mostres 4 i 5), on no s'han identificat fitòlits d'aquesta part. Les morfologies de fitòlits de la família de les gramínies més habitualment identificades són les denominades cèl·lules llargues de perfil equinat (Fig. 3.3c) i les dendrítiques (Fig. 3.3d), que procedeixen de les inflorescències, així com les polilobulades (Fig. 3.3e), aquestes últimes representatives de les fulles. Totes aquestes morfologies són cèl·lules allargades formades en el teixit epidèrmic de les gramínies. Malauradament, quasi no s'han pogut observar estructures multicel·lulars d'aquest tipus de planta (és a dir, d'esquelets de silici) que permetin una correcta identificació del tipus de gramínia representada. Els esquelets de silici són seccions de teixit epidèrmic completament silificades que apareixen en forma de cèl·lules contigües. De fet, entre les mostres analitzades només s'ha identificat una única estructura multicel·lular corresponent a un esquelet de silici de l'epidermis d'una monocotiledònia (Fig. 3.3f).

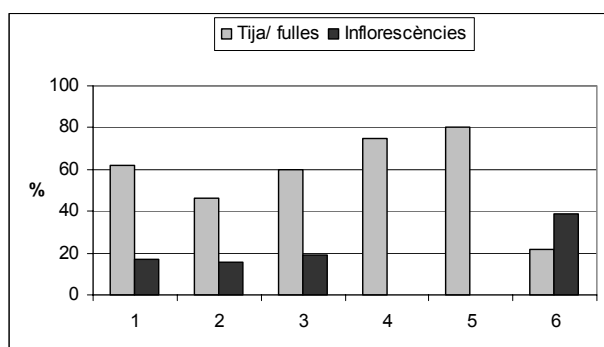


Fig. 3.4: Mas Castellar. Resultats de l'anàlisi morfològica de fitòlits de gramínies. Comparació del percentatge de tiges/ fulles i inflorescències.

De la mateixa manera que les cèl·lules llargues, les cèl·lules curtes són característiques de les gramínies i poden tenir diferents formes (bilobulades, polilobulades o el·líptiques, entre d'altres). La morfologia de les cèl·lules curtes

identificades en aquestes mostres (Fig. 3.3g) indica que es tracta de gramínies corresponents a la subfamília festucoide, que es comú en el nostre àmbit geogràfic i està representada per cereals tan importants com el blat, l'ordi, la civada, etc. Es tracta, per tant, de Poàcies que pertanyen al grup d'espècies tipus C_3 (TWISS, 1992). Pel que respecta al segon grup (mostres 4, 5 i 6) s'observa una diferència notable. Mentre les mostres 4 i 5 no presenten fitòlits de la inflorescència, en la mostra 6 la presència de fitòlits corresponents a aquesta part de la planta s'aproxima al 40% (Fig. 3.4). Malgrat tot, cal recordar que el nombre de fitòlits identificats en aquesta mostra és excessivament baix (menys de 50 fitòlits morfològicament identificats) per la qual cosa caldrà interpretar aquests resultats amb molta prudència.

3.3.1.3. Discussió

Els resultats sobre la composició mineralògica dels sediments analitzats indiquen que, segons el percentatge de FIA, es poden diferenciar dos grups que es relacionen bàsicament amb la matèria primera amb la què ha estat elaborada la peça (Taula 3.1). S'observa, efectivament, que els resultats obtinguts en l'estudi dels materials silícis -que estan formats per les argiles, els quarsos i els fitòlits-, són diferents entre les mostres corresponents a peces de granit i les de basalt. Un aspecte que considerem d'interès i que pot tenir relació amb els resultats obtinguts, és la composició mineralògica d'aquest tipus de roques. El granit és una roca ígnia plutònica, constituïda essencialment per quars (20-60%), feldespat alcalí i plagiòclasi (A-P = 10-65%), amb quantitats variables d'hornblenda i/o biotita. En canvi, el basalt també un silicat (SiO), ja que es tracta d'una roca ígnia volcànica bàsica, que està constituïda essencialment per plagiòclasi i piroxè, on l'olivina i altres foides poden ser-hi presents i el quars és rar; químicament està format per SiO (= 45-52% en pes). Tenint present el que s'acaba de dir, no és en absolut estrany que les mostres procedents de peces de basalt hagin donat els percentatges de FIA més elevats, amb independència de la localització d'aquestes en el jaciment. És a dir, la composició del sediment recuperat està relacionada amb el material d'on es van extreure les mostres.

En relació al nombre de fitòlits estimats per gram de FIA, les diferències entre les mostres es relacionen amb la localització d'aquestes en el jaciment (Taula 3.1). La causa del menor nombre de fitòlits en les mostres del sector 11 i de la zona 10 no sembla degut, almenys en gran mesura, a un fenomen de dissolució, ja que el percentatge de fitòlits dissolts no hi és excessivament elevat. Únicament en les mostres

de la zona 11 (mostres 4 i 5), on el percentatge oscil·la entre el 20 i el 27%, la dissolució pot haver afectat relativament la conservació dels fitòlits (s'entén per percentatge de dissolució la identificació de fitòlits que no han pogut ser reconeguts morfològicament degut al seu elevat grau d'alteració). En definitiva, tot i que en general aquest percentatge ha resultat més elevat en relació als resultats obtinguts en les mostres que han donat la major quantitat de fitòlits, la dissolució no ens permet entendre l'absència de fitòlits en aquestes mostres, la qual cosa es pot interpretar com a una absència de restes vegetals.

Les mostres de la sitja SJ137 (mostres 1, 2 i 3) pertanyen totes a la mateixa unitat estratigràfica (UE 20119) i han estat extretes de la superfície laboral de diferents moles de vaivé. A més de l'elevat nombre de fitòlits identificats en aquestes mostres, també cal destacar una certa homogeneïtat en relació als resultats del seu estudi morfològic, en especial en les mostres 1 (peça MC88) i 3 (MC86), amb una destacada presència de restes corresponents a plantes gramínies. Cal tenir present que totes aquestes mostres van ser extretes de molins recuperats en el farciment d'una sitja, la funció secundària de la qual és interpretada pels excavadors com a abocador de deixalles. Hem d'afegir que en aquesta mateixa sitja es va realitzar un mostreig de fruits i llavors; aquest estudi carpològic del sediment de la sitja es troba encara en procés d'estudi (David Canal, comunicació personal).

Les plantes gramínies es troben representades en aquestes mostres en totes les seves parts, amb una presència relativament important de les inflorescències. La presència de fitòlits d'inflorescències en un percentatge superior al 20% ha estat documentada amb anterioritat en l'estudi de fitòlits de l'utilatge de molta d'altres jaciments del Bronze Final i de l'edat del Ferro de diversos jaciments de Sardenya (ALBERT, PORTILLO, 2005). Cal tenir present que a les inflorescències d'aquestes plantes és on es troben les llavors. Les gramínies que han estat identificades procedeixen principalment del grup festucoide (espècies tipus C₃) (Fig. 3.3g), que és el comú en el nostre àmbit geogràfic i és característic d'un clima humit i temperat, en el qual s'inclouen els principals cereals. Així doncs, aquestes moles podrien haver estat utilitzades per al processat d'aquest tipus de plantes.

Una característica comú que observem a totes les mostres estudiades i que cal destacar és que les estructures multicel·lulars completes són pràcticament inexistentes tot i el bon estat de conservació dels fitòlits que es pot apreciar en general en les mostres analitzades. Aquesta mancança ens ha impedit realitzar una identificació més acurada

del tipus gramínia a la que corresponen. Cal dir que les estructures multicel·lulars són comuns en els cereals, ja que aquestes plantes estan molt silicificades. La seva absència en aquestes mostres pot ser deguda al fet que no es tracti de cereals conreats, o bé que hagin estat separades per un procés postdeposicional. En aquest sentit, s'observa que en els sediments arqueològics relacionats amb molins és habitual que les estructures multicel·lulars siguin pràcticament absents (ALBERT, informe inèdit, 2003; ALBERT, PORTILLO, informe inèdit, 2004; ALBERT, HENRY, 2004; ALBERT, PORTILLO, 2005), la qual cosa suggereix que podrien haver-se trencat per l'acció mecànica produïda durant el procés de mòlta. De totes formes, per tal de poder respondre a aquestes qüestions és necessari portar a terme un treball d'experimentació.

El nombre de fitòlits morfològicament identificats ha estat molt baix en les mostres procedents de la zona 11 (mostres 4 i 5) i de la zona 10 (mostra 6) (Taula 3.1). Aquestes mostres van ser extretes de la superfície de fricció de dues moles de basalt tipològicament diferents: una peça passiva de vaivé (MC57, tipus V-P) i una mola rotativa activa (MC55, tipus R-A). S'observa que els resultats de l'estudi morfològic dels fitòlits identificats a les mostres d'aquesta zona són molt similars, tot i que procedeixen de dues unitats estratigràfiques diferents (mostra 4, UE 11010 i mostra 5, UE 11009), que han estat interpretades com a nivells d'abandó pels seus excavadors. També en aquestes mostres predominen les gramínies (Fig. 3.2), però en aquest cas pertanyen exclusivament a les parts de la tija i les fulles d'aquestes plantes (Fig. 3.4), mentre que les inflorescències són totalment absents. Els estudis etnogràfics mostren que les tiges i les fulles d'aquestes plantes també poden ser també processades per a usos culinaris (HILLMAN, 1981, 1984a i 1984b). Tot i això, cal recordar que, tractant-se de mostres que han donat un nombre certament baix de fitòlits, el marge d'error en la interpretació dels resultats és molt elevat.

Per últim, la mostra 6 de la zona 10 va ser extreta també d'una mola rotativa activa de basalt (MC34, tipus R-A) procedent d'un nivell d'enderroc (UE 127) (Fig. 3.1). En aquesta mostra les morfologies que pertanyen al tronc i l'escorça de les plantes dicotiledònies es troben millor representades, ja que arriben a suposar gairebé la meitat del total de fitòlits quantificats; per contra, les fulles d'aquestes mateixes plantes són pràcticament absents. Amb tot, cal recordar que la mostra 6 és la que ens ha donat el nombre més baix de fitòlits identificats de totes les mostres estudiades, per la qual cosa la interpretació dels resultats morfològics obtinguts en el seu estudi no resulta fiable.

3.3.1.4. Conclusions

Les diferències observades en els resultats de l'estudi mineralògic de les mostres es poden relacionar bàsicament amb el tipus de material amb què han estat elaborats els molins, ja que s'observen percentatges de components silicis (FIA) més elevats en les mostres recollides de peces de basalt.

En funció del nombre de fitòlits identificats per gram de FIA s'han obtingut dos resultats diferents: un grup amb una elevada quantitat de fitòlits (mostres 1, 2 i 3, procedents d'una sitja de la zona 20), i un segon grup format per les mostres procedents de la zona 11 (mostres 4 i 5) i de la zona 10 (mostra 6), amb un nombre molt baix de fitòlits identificats.

L'estudi morfològic de fitòlits, basat en els resultats de l'estudi del primer grup de mostres, indica una relativa importància de restes procedents de les inflorescències de plantes gramínies, on es troben les llavors. Els resultats obtinguts en l'estudi d'aquestes mostres ens permeten considerar que aquests molins devien ser utilitzats per a la transformació i processat de plantes gramínies de grup de les Poàcies, que podrien correspondre a cereals tipus blat, ordi o civada.

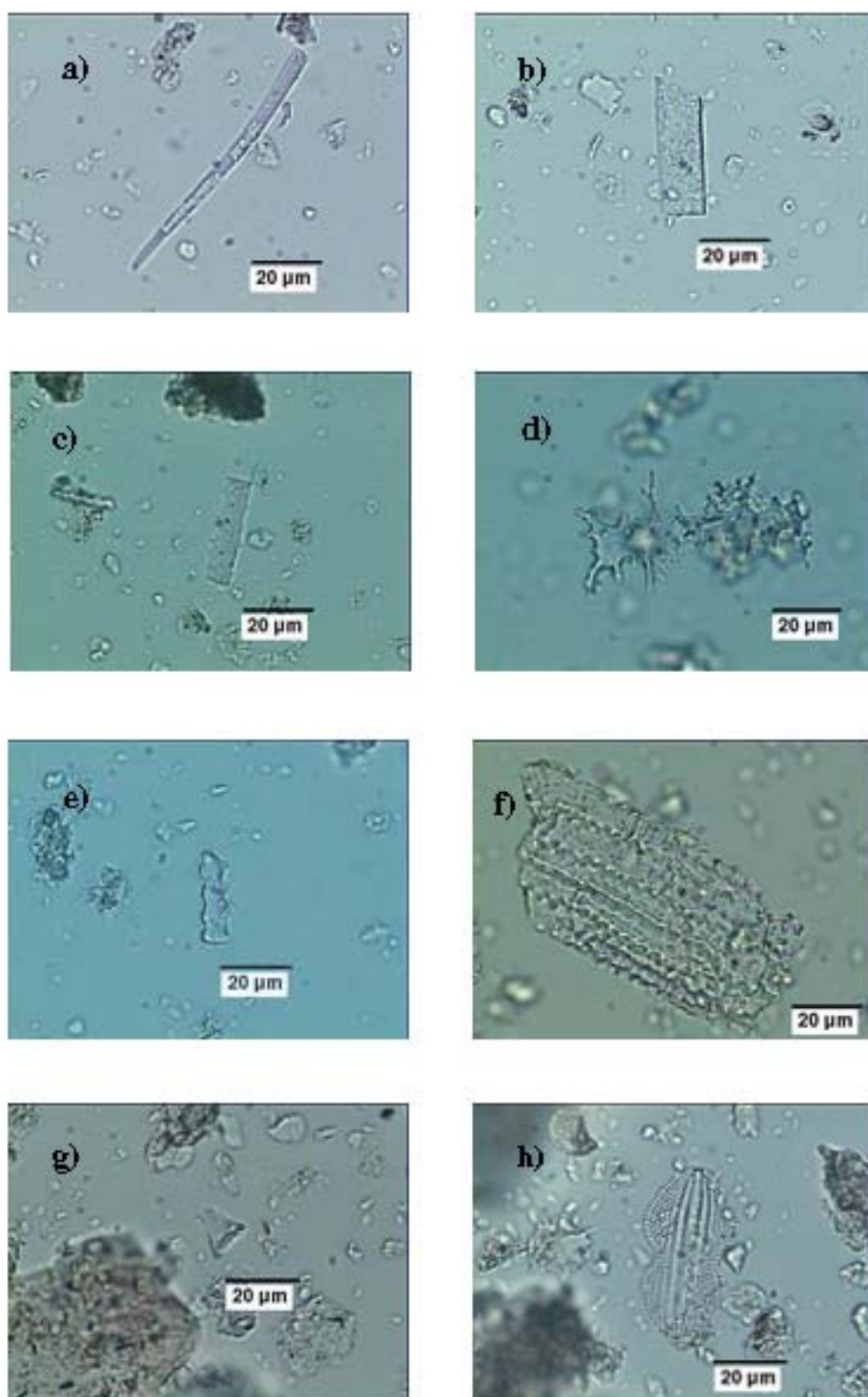


Fig. 3.3: Microfotografies de fitòlits identificats en les mostres de Mas Castellar-Pontós. Les fotografies han estat preses a 400 x. a) Pèl. b) Paral·lelepípede allargat escabrat. c) Cèl·lula llarga de perfil equinat. d) Cèl·lula llarga dendrítica. e) Cèl·lula llarga polilobulada. f) Esquelet de silici. g) Cèl·lula curta. h) Diatomea.

3.3.2. Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès, Alt Penedès)

3.3.2.1. Materials i mètodes

Del jaciment protohistòric del Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès, Alt Penedès) hem analitzat també un grup format per sis mostres, que han estat extretes de la superfície de fricció d'utilatge de mòlta de tipologia i matèries diverses. En la taula del jaciment es troba la descripció i procedència dels molins, així com els principals resultats obtinguts en l'estudi de fitòlits (Fig. 3.5).

Totes les mostres procedeixen de moles recuperades en la campanya d'excavació de l'any 2002. Les peces van ser recuperades en el farciment de diferents sitges del jaciment (les sitges SJ52, SJ53, SJ56 i SJ61). Aquestes sitges presenten cronologies diverses, que a partir de l'estudi dels materials ceràmics se situen entre els segles VI aC i III aC. El conjunt de peces analitzades està format per dues moles passives de vaivé (peces TFC9, s. IV aC i TFC10, s. VI aC, mostres 1 i 2) i un grup de moles rotatives: tres peces actives (peces TFC11 i TFC12, s. III i TFC13, s. IV aC, mostres 3, 4 i 5, respectivament) i una rotativa passiva (TFC8, s. IV aC, mostra 6) (Fig. 3.5). Un aspecte interessant que cal tenir present, és que aquestes peces estan elaborades amb matèries diverses: són roques ígnies (tres peces de granit: TFC9, TFC10 i TFC12) i sedimentàries (dues calcàries: TFC11 i TFC13, i un gres: TFC8).

Les mostres per a l'estudi de fitòlits del Turó de la Font de la Canya van ser extretes en el Laboratori d'Arqueologia de Calafell (Baix Penedès). El procés d'extracció de les mostres és el mateix que ja s'ha comentat anteriorment.

3.3.2.2. Resultats

La taula (Fig. 3.5) mostra els resultats de l'estudi de la fracció insoluble a l'àcid (% de FIA), el nombre total de fitòlits estimats per gram de FIA i el nombre de fitòlits morfològicament identificats, així com una breu descripció de la localització de les mostres i la caracterització morfològica de les peces analitzades.

A primera vista, el percentatge de materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA), que és la fracció composta principalment d'argiles, quarsos i fitòlits, és similar en totes les mostres analitzades, oscil·lant entre el 50% i el 62% (Fig. 3.5). D'altra banda, s'observa que les mostres procedents de moles elaborades amb un suport lític d'origen sedimentari (es tracta de diferents tipus de roques calcàries i gresos) han donat una certa homogeneïtat en la representació dels components silícis (entre 56 i 59% de FIA),

mentre que les de granit ofereixen una major diversitat en els resultats, arribant a assolir els percentatges més elevats de components silícis (62% en les mostres 1 i 4).

Número mostra	Localització	% FIA	Número fitòlits 1 gr. de FIA	Núm. de fitòlits morfològicament identificats	% fitòlits alterats	Observacions
1	SJ 56, UE 1095	62	165.000	27	11,1	Mola de vaivé (tipus V-P), peça TFC 9, granit
2	SJ 53, UE 1084	50,4	207.000	31	12,9	Mola de vaivé (tipus V-P), peça TFC 10, granit
4	SJ 61, UE 1091	62,6	61.000	9	22,2	Mola rotativa activa (tipus R-A), peça TFC 12, granit
3	SJ 61, UE 1091	56,6	6.000	1		Mola rotativa activa (tipus R-A), peça TFC 11, calcària
5	SJ 52, UE 1080	57,3	641.000	65	7,7	Mola rotativa activa (tipus R-A), peça TFC 13, calcària
6	SJ 52, UE 1081	59,9	2.414.000	200	8,5	Mola rotativa passiva (tipus R-P), peça TFC 8, gres

Fig. 3.5: Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès, Alt Penedès). Descripció i localització de les mostres de molins analitzades i principals resultats obtinguts de l'estudi de fitòlits.

El nombre estimat de fitòlits per gram de FIA varia significativament entre les mostres (Fig. 3.5). Les mostres 1 i 2 (peces TFC9 i TFC10, tipus V-P) presentaven una quantitat aproximada que varia entre els 165.000 i els 200.000 fitòlits per gram de FIA. Destaquen les mostres 3 (peça TFC11, tipus R-A) i 4 (peça TFC12, tipus R-A) pel baix nombre de fitòlits identificats. De totes les mostres, la 6 (TFC8, tipus R-P) és la que ha donat una major concentració, amb més de 2,4 milions de fitòlits estimats per gram de FIA.

En general, els fitòlits identificats en aquestes mostres presentaven signes d'alteració química en la seva superfície, amb un percentatge de fitòlits dissolts no excessivament elevat (la mitjana del percentatge de fitòlits alterats es troba al voltant del 10,5%, Fig. 3.5). S'observa també que les mostres que han donat els resultats més baixos en la quantificació de fitòlits (mostres 1, 2 i 4) són les mateixes que han donat els percentatges més elevats de dissolució (especialment la mostra 4, que supera el 20%).

Per a l'anàlisi morfològica dels fitòlits, cal tenir en compte que només les mostres 5 i 6 (peces TFC13 i TFC8 de la sitja SJ 52) n'han proporcionat un nombre suficient per realitzar una caracterització morfològica acurada. Els resultats de l'estudi morfològic s'expressen en la figura (Fig. 3.6), en la que el percentatge de fitòlits es troba representat segons el tipus o part de la planta en què es van formar: gramínies, fulles de dicotiledònies i tronc/escorça de les mateixes plantes. En primer lloc, s'observa

que existeix una marcada diferència en els resultats obtinguts entre les mostres amb un baix nombre de fitòlits i les mostres que han donat una quantitat més elevada. Aquestes mostres (5 i 6, peces TFC13 i TFC8, sitja SJ 52) es caracteritzen per una majoritària presència de plantes gramínies (al voltant del 65% del total de fitòlits quantificats), seguides de tronc i escorça de plantes dicotiledònies (al voltant del 30%), i un reduït nombre de fitòlits corresponents a les fulles d'aquestes mateixes plantes (entre 3,5 i 5,5%, aproximadament). Resultats similars s'han obtingut en l'estudi de la mostra 1 (sitja 56, peça TFC9), amb un predomini lleugerament superior del percentatge de gramínies (70%) i una representació menor de les diferents parts de les dicotiledònies (al voltant del 30%). En canvi, en les mostres 2 i 4 (sitges SJ 53 i SJ 61, respectivament) trobem un predomini de les parts del tronc i l'escorça de les dicotiledònies (al voltant de 57%), amb una representació de les gramínies que es troba entre el 30 i el 40%, i amb una elevada presència de les fulles de dicotiledònies en el cas de la mostra 4 (gairebé arriba al 15% del total de fitòlits quantificats).

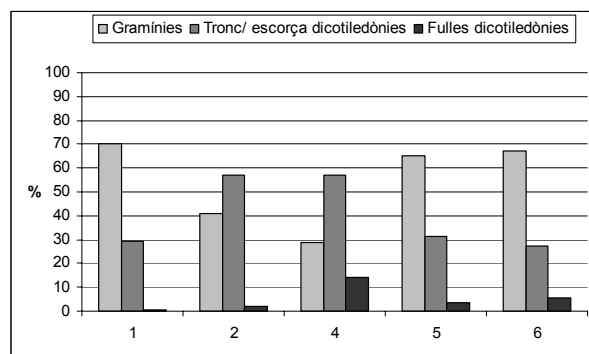


Fig. 3.6: Turó de la Font de la Canya. Resultats de l'anàlisi morfològica dels fitòlits identificats en les mostres.

Els fitòlits de la família de les gramínies han estat dividits segons si s'han format en la inflorescència (part d'aquestes plantes on es troben les llavors) o en les fulles i la tija (Fig. 3.7). Pel que fa a aquests darrers, cal destacar l'elevada presència, a gairebé totes les mostres, de morfologies representatives de les fulles -com ara les cèl·lules llargues polilobulades i els tricomes (Fig. 3.8b), que han estat identificats de manera relativament abundant en la mostra 2-, però molt especialment cal destacar l'elevada i constant presència de les cèl·lules curtes (Fig. 3.8c), la morfologia de les quals ens indica que es tracta de gramínies que pertanyen al grup festucoide. Les inflorescències (Fig. 3.8d-e) es troben representades en les mostres 5 i 6 (peces TFC13 i TFC8, sitja SJ

52) en uns percentatges que es troben entre el 15 i el 18%, i en la mostra 1 (peça TFC9, sitja SJ 56) amb una representació que supera el 20% del total de fitòlits quantificats.

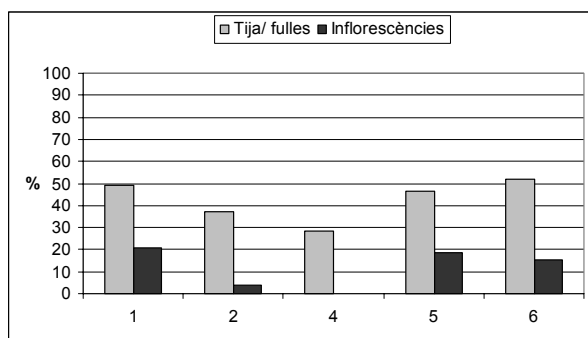


Fig. 3.7: Turó de la Font de la Canya. Resultats de l'anàlisi morfològica de fitòlits de gramínies. Comparació del percentatge de tiges/ fulles i inflorescències.

Pel que fa a les dicotiledònies, podem dir que han estat identificades algunes morfologies de fitòlits característiques de les fulles d'aquest tipus de plantes, com ara els apèndixs epidèrmics anomenats pèls (Fig. 3.8f), en tres de les mostres analitzades (mostres 4, 5 i 6). En general, en totes les mostres estudiades les morfologies que corresponen a les parts del tronc i l'escorça es troben molt ben representades per una elevada presència de paral·lelepípedes, que apareixen habitualment a l'escorça. D'altra banda, aquestes morfologies, i molt especialment les formes paral·lelepípedes en bloc (Fig. 3.8a), també poden trobar-se en els fruits de dicotiledònies, com és el cas del gènere *quercus* (ALBERT, 2000).

3.3.2.3. Discussió

L'estudi de la composició mineralògica de les mostres analitzades indica que es poden diferenciar dos grups pel que fa al component mineralògic de les mostres analitzades, que es poden relacionar al tipus de matèria primera amb la que ha estat fabricada la peça. S'observa que les mostres que procedeixen de moles elaborades amb matèries d'origen sedimentari (roques calcàries i gresos) han donat resultats molt similars en l'estudi dels components silícis, mentre que entre les de granit s'aprecia una major diversitat, i s'obtenen uns percentatges més elevats de components silícis. Com ja s'ha observat prèviament, els percentatges de FIA generalment són més elevats en mostres corresponents a roques ígnies (vegeu taula resultats de Mas Castellar de Pontós). Un clar exemple del que s'acaba de dir són els resultats obtinguts en l'estudi de les mostres 3 i 4, ambdues procedents de la mateixa sitja (SJ 61, UE 1091), que han

donat percentatges de FIA diferents (Fig. 3.5); per tant, les diferències no es relacionen amb el component mineralògic del sediment que trobem al farciment de la sitja, sinó més aviat amb el suport lític de la peça amb una representació més elevada dels components silícis en la mostra procedent de la peça de granit. Aquesta major presència de components silícis en les mostres procedents de roques ígnies suggereix que es podria haver produït una aportació relativament significativa durant el procés d'extracció de les mostres de la superfície de les moles, ja que la composició mineralògica d'aquestes matèries està constituïda bàsicament per silicats.

En l'estudi quantitatiu de fitòlits, expressat pel nombre estimat d'aquests per gram de FIA, els resultats obtinguts varien de forma significativa entre les diferents mostres. Únicament les procedents de la sitja SJ52, que corresponen a dues moles rotatives elaborades amb dues roques sedimentàries diferents (peces TFC13 i TFC8) han donat un nombre relativament elevat de fitòlits, especialment en aquesta última. Aquesta manca general de fitòlits en les mostres estudiades no sembla estar condicionada per una mala conservació o dissolució d'aquests, ja que el percentatge de fitòlits alterats no és excessivament elevat en cap de les mostres analitzades. D'altra banda, s'observa que les mostres que han donat els resultats més baixos en la quantificació de fitòlits són també les que han donat els percentatges més elevats de dissolució (Fig. 3.5). També cal tenir present que totes les mostres que han donat els percentatges de dissolució més elevats corresponen a peces de granit. Així doncs, en aquestes mostres coincideix que les que presenten un baix nombre de fitòlits són les que han donat els percentatges de dissolució més elevats i que van ser extretes totes elles de peces de granit, excepció feta de la mostra 3, que no ha donat fitòlits i correspon a una peça de calcària (TFC11).

S'observa una marcada diferència en els resultats obtinguts en l'estudi morfològic entre les mostres amb un baix nombre de fitòlits i les mostres que han donat les quantitats més elevades. Les mostres de dues de les sitges (SJ 53 i SJ 61, mostres 2 i 4, Fig. 3.5) han donat una destacada presència de dicotiledònies, amb el predomini de les parts del tronc i l'escorça d'aquestes plantes (Fig. 3.6). Destaca en ambdues mostres la varietat de fitòlits de formes paral·lelepípedes (Fig. 3.8a-g), morfologies que són habitualment identificades a l'escorça, tot i que no descartem que puguin procedir en part dels fruits d'aquestes mateixes plantes, com per exemple aglans. També s'observa un elevat percentatge de fitòlits formats en les fulles de dicotiledònies en la mostra 4 (SJ61), la qual cosa ens indicaria també una important presència d'aquestes parts de la

planta (Fig. 3.8f). Els resultats obtinguts en l'estudi d'aquestes mostres podria interpretar-se per la presència de restes del processat de productes corresponents a plantes dicotiledònies, com ara de fruits com els aglans. El mostreig sistemàtic realitzat fins al moment en aquest jaciment per a l'estudi paleocarpològic (llavors i fruits), ha permès identificar la presència d'aquests fruits en altres sitges en cronologies de primer Ferro (LÓPEZ REYES, 2005). Malgrat tot, cal ser prudents en la interpretació dels resultats obtinguts en l'estudi d'aquestes dues mostres, ja que els fitòlits han estat identificats en un nombre certament baix. Així doncs, centrarem la discussió dels resultats en les mostres que ens ofereixen un marge de fiabilitat més elevat en la seva interpretació.

Les mostres que han donat el major nombre de fitòlits i que ens han permès realitzar una caracterització morfològica més acurada són les que procedeixen de les sitges SJ 56 (mostra 1, peça TFC9) i SJ52 (mostres 5 i 6, peces TFC13 i TFC8), però molt especialment les dues últimes (Fig. 3.5). En aquestes mostres trobem una majoritària presència de fitòlits de la família de les gramínies. Aquestes plantes es troben representades en totes les seves parts, amb una presència relativament significativa de les inflorescències (Fig. 3.7). En general, els percentatges obtinguts en l'estudi de les inflorescències no són molt elevats, si els comparem amb els resultats obtinguts en altres estudis realitzats sobre instrumental de mòlta en els que els fitòlits corresponents a aquestes parts de la planta apareixen en major nombre (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004a; ALBERT, PORTILLO, 2005).

Malauradament, tampoc en les mostres d'aquest jaciment no s'han observat estructures multicel·lulars silicificades que permetin realitzar una identificació més acurada del tipus de gramínia representada. Tenint present que les mostres procedeixen de molins, les estructures complexes silicificades podrien haver-se fragmentat durant el procés de transformació produït en l'acció mecànica de fricció de l'activitat de mòlta. L'absència d'estructures multicel·lulars silicificades relacionades amb una elevada presència de fitòlits de gramínies ja s'ha documentat en altres estudis relacionats amb la presència de molins on les restes identificades podrien haver estat processades (ALBERT, HENRY, 2004; ALBERT, PORTILLO, 2005). D'altra banda, les morfologies de fitòlits identificades indica que es tractaria fonamentalment de gramínies corresponents al grup festucoide (Fig. 3.8c), així doncs, es tracta de cereals pertanyents a espècies de tipus C3 (TWISS, 1992) que es troben a l'àrea Mediterrània, que són també els cereals bàsics en època protohistòrica (blats, ordís, civada, etc.).

Per últim, els resultats preliminars dels estudis paleocarpològics, revelen que les restes de plantes cultivades amb una major presència són els cereals, amb el predomini dels blats i els ordis, durant totes les fases del jaciment (LÓPEZ REYES, 2005). Les espècies que predominen són l'ordi vestit (*Hordeum vulgare*) i el blat nu (*Triticum aestivum/ durum*). S'ha documentat altres espècies com el blat nu de tipus compacte (*Triticum aestivum/ durum* tipus *compactum*), la pisana o espelta bessona (*Triticum dicoccum*) i el mill (*Panicum miliaceum*), entre d'altres.

3.3.2.4. Conclusions

En general, els resultats obtinguts en l'estudi dels materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA) són homogenis entre les diferents mostres, tot i que en les procedents de peces de granit observem que els components silicis són més elevats, amb l'única excepció de la mostra 2. La majoria de les mostres estudiades ha donat resultats molt baixos pel que respecta a la quantificació de fitòlits. Aquest reduït nombre de fitòlits identificats no sembla estar condicionat per una dissolució d'aquests, ja que el percentatge de fitòlits alterats no és excessivament elevat. D'altra banda, s'aprecia una certa relació entre els materials granítics i l'obtenció de percentatges de dissolució més elevats (entre el 12 i el 22%, aproximadament, Fig. 3.5).

En l'estudi morfològic dels fitòlits, cal considerar fonamentalment els resultats obtinguts en dues de les mostres (mostres 5 i 6), que corresponen a les moles rotatives de la sitja SJ52 (peces TFC13 i TFC8). En aquestes es constata el predomini de la família de les gramínies, atribuïdes principalment al grup festucoide. Els resultats obtinguts en el nostre estudi, juntament amb les aportacions del registre palaeocarpològic ens permeten considerar que aquestes moles rotatives podrien haver estat utilitzades per al processat de cereals, probablement algun tipus de blat i/ o ordi.

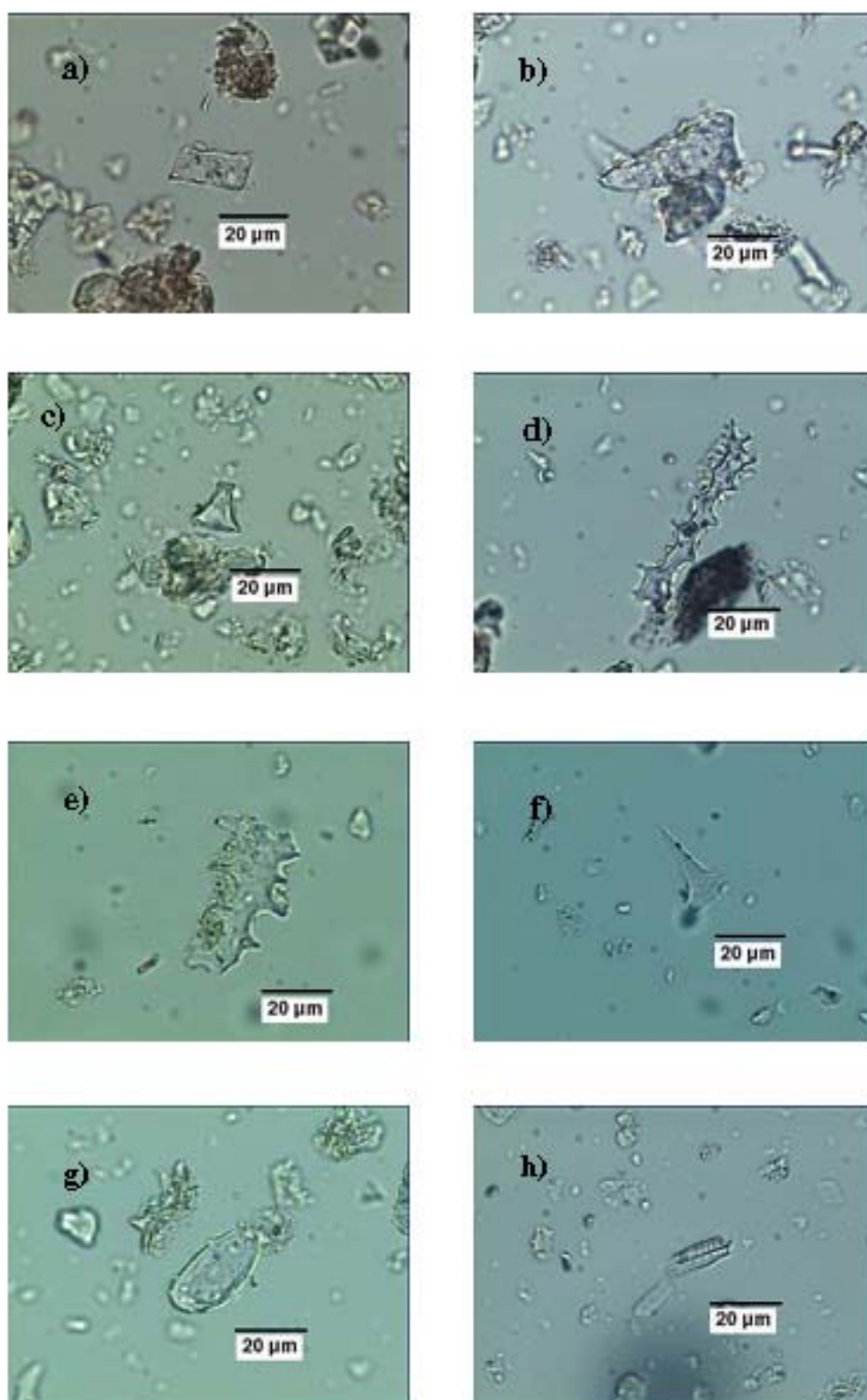


Fig. 3.8: Microfotografies de fitòlits identificats en les mostres del Turó de la Font de la Canya. Les fotografies han estat preses a 400 x. a) Paral·lelepípede escabrat. b) Tricoma. c) Cèl·lula curta. d) Cèl·lula llarga de perfil equinat. e) Cèl·lula llarga equinada. f) Pèl. g) Paral·lelepípede escabrat. h) Diatomea.

3.3.3. Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)

3.3.3.1. Materials i mètodes

Les mostres per a l'estudi de fitòlits del jaciment ibèric d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès) pertanyen a 4 moles de tipologies i matèries diferents. Aquest utilatge de mòlta va ser recuperat durant la campanya d'excavació de la Ciutadella ibèrica de l'any 2002. Les peces provenen de la mateixa unitat estratigràfica (UE 10408), que correspon a la fase més antiga del jaciment (fase I), amb una cronologia de segle V aC, i van ser amortitzades en un carrer. La descripció i la procedència de les moles, així com els principals resultats obtinguts en l'estudi de fitòlits es troben resumits en la taula corresponent (Fig. 3.9). La metodologia utilitzada en l'extracció dels fitòlits de les mostres va ser la mateixa que s'ha descrit per als jaciments anteriors.

El procés d'extracció del sediment adherit a les moles per a realitzar l'estudi dels fitòlits d'Alorda va ser realitzat a les instal·lacions del Laboratori d'Arqueologia de Calafell, on es troben dipositats els materials del jaciment. Hem seleccionat aquestes peces per a l'estudi de fitòlits perquè procedeixen de les intervencions arqueològiques més recents, que s'han centrat en l'excavació de les fases més antigues del poblat (Fase 0 i Fase 1, segles VI-V aC). En aquest cas ha estat possible estudiar mostres procedents de materials de mòlta de diferents tipus, però que pertanyen al mateix moment cronològic, el Període Ibèric Antic. Els resultats d'aquest estudi ens permetran, doncs, aprofundir en el coneixement dels processos de transformació dels productes vegetals en les fases més antigues del jaciment.

El conjunt de mostres analitzades procedeixen del sediment adherit a la superfície de fricció de dues moles passives de vaivé (peces ALP53 i ALP54, mostres 1 i 2) i de dues moles rotatives actives (ALP51 i ALP52, mostres 3 i 4) (Fig. 3.9). Aquestes moles rotatives són de roca calcària, com és habitual entre les peces d'aquest tipus trobades al jaciment; en canvi, les dues peces de vaivé estan elaborades amb matèries diferents: un granit i un altre tipus de roca carbonatada, en aquest cas una dolomia. Les peces de roca calcària han estat analitzades petrogràficament al Departament de Química i Física de la Terra de la Universitat de Palerm (Itàlia), mitjançant anàlisis de Difracció de Raigs X (FRX), per tal d'obtenir informació sobre la seva composició mineralògica (PISCIOTTA, 2004).

Número mostra	Localització	% FIA	Número fitòlits 1 gr de FIA	Núm. de fitòlits morfològicament identificats	Observacions
1	Rec. AO, UE 10408	24,2	1.700.000	127	Mola de vaivé (tipus V-P), peça ALP53, dolomia
2	Rec. AO, UE 10408	18,4	800.000	88	Mola de vaivé (tipus V-P), peça ALP54, granit
4	Rec. AO, UE 10408	19,7	400.000	46	Mola rotativa activa (tipus R-A), peça ALP52, calcària
3	Rec. AN, UE 10408	37,7	100.000	23	Mola rotativa activa (tipus R-A), peça ALP51, calcària

Fig. 3.9: Alorda Park (Calafell, Baix Penedès). Descripció i localització de les mostres de molins analitzades i principals resultats obtinguts de l'estudi de fitòlits.

3.3.3.2. Resultats

La descripció i localització de les mostres, juntament amb els principals resultats obtinguts de l'estudi quantitatiu i morfològic dels fitòlits, es troben en la figura (Fig. 3.9) que mostra els resultats de l'estudi de la fracció insoluble a l'àcid (percentatge de FIA), el nombre total de fitòlits per gram de FIA i el nombre de fitòlits morfològicament identificats.

L'estudi dels materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA) ha donat uns resultats que difereixen entre les diferents mostres, amb uns percentatges que es poden considerar en general baixos (entre el 18% i el 37%, aproximadament) (Fig. 3.9). Per una banda, les mostres que procedeixen del recinte AO han donat uns resultats similars (entre 18-24%, aproximadament, mostres 1, 2 i 4), mentre que la mostra procedent del recinte AN ha donat un percentatge més elevat de FIA (al voltant del 37%, mostra 3), malgrat que totes elles procedeixen de la mateixa unitat estratigràfica (UE 10408) (Fig. 3.9).

El nombre de fitòlits identificats per gram de FIA varia entre les diferents mostres estudiades. Si bé en totes es va identificar la presència de fitòlits, en termes quantitatius es poden distingir dos grups de mostres en relació als resultats obtinguts (Fig. 3.9): les procedents de les moles de vaivé (peces ALP53 i ALP54) han donat un elevat nombre de fitòlits estimats per gram de FIA (entre 1.700.000 i 800.000 fitòlits, aproximadament, mostres 1 i 2), mentre que en les dues mostres restants (peces ALP51 i ALP52, moles rotatives, mostres 3 i 4), el nombre estimat de fitòlits per gram de FIA oscil·la entre 100.000 i 400.000, respectivament. El baix nombre de fitòlits quantificats en aquestes darreres no pot explicar-se pels efectes d'una dissolució química, ja que els percentatges de fitòlits dissolts obtinguts són també en general molt baixos (entre el 16 i el 8,5%, aproximadament) (Fig. 3.9).

Els resultats obtinguts en l'estudi morfològic dels fitòlits s'expressen en la figura (Fig. 3.10), en la que els fitòlits es troben dividits en diferents grups depenent del tipus de plantes o parts d'aquestes en què es van formar: gramínies, tronc/escorça de plantes dicotiledònies, fulles de dicotiledònies i palmàcies. En aquest cas, l'estudi morfològic dels fitòlits revela una certa homogeneïtat en els resultats, i destaca el predomini del grup de les plantes gramínies en totes les mostres (amb uns percentatges que se situen entre el 64 i el 71% del total quantificat, aproximadament (Fig. 3.10).

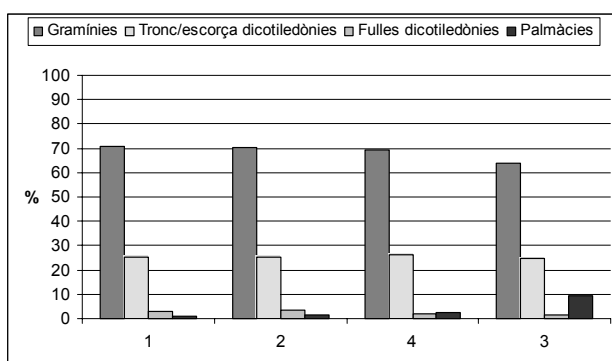


Fig. 3.10: Alorda Park. Resultats de l'anàlisi morfològica dels fitòlits identificats en les mostres.

Pel que fa a les gramínies, cal destacar la importància de les inflorescències, que suposen en les mostres estudiades una mitjana de 21% del total de fitòlits d'aquestes plantes (Fig. 3.11). Les inflorescències es troben representades morfològicament per una abundant presència de cèl·lules llargues de marge equinat (Fig. 3.12a-b). En relació als fitòlits formats en les tiges i les fulles de gramínies, podem esmentar que s'han identificat morfologies com els tricomes i les cèl·lules curtes (Fig. 3.12d); la morfologia d'aquestes últimes ens permet identificar la presència d'espècies de la subfamília *festucoide*.

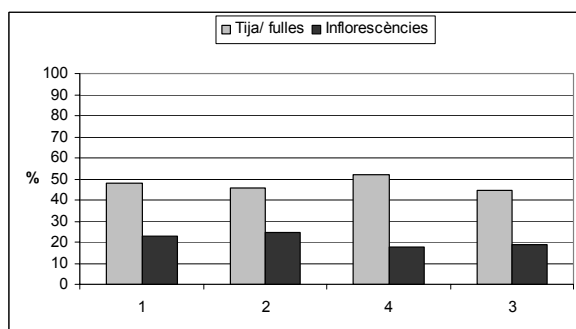


Fig. 3.11: Alorda Park. Resultats de l'anàlisi morfològica de fitòlits de gramínies. Comparació del percentatge de tiges/ fulles i inflorescències.

Les plantes dicotiledònies es troben representades en menor mesura, per la presència sobretot de morfologies que pertanyen a la part del tronc i l'escorça, amb uns percentatges molt similars en totes les mostres (al voltant del 25% del total quantificat), mentre que les fulles es troben en nombre molt reduït (menys de 3,25% en totes les mostres). Els fitòlits procedents del grup de les dicotiledònies es troben representats bàsicament per morfologies variades de paral·lelepípedes, que s'atribueixen normalment a l'escorça (Fig. 3.12e). Per últim, el grup de les plantes palmàcies ha estat identificat també en totes les mostres analitzades, amb la presència de les característiques morfologies esferoïdes amb el marge equinat (Fig. 3.12f), tot i que en un molt reduït nombre, excepció feta de la mostra 3 (peça ALP51) en la que el percentatge arriba al 9,5 del total quantificat (Fig. 3.10). D'altra banda, cal tenir present que el nombre de fitòlits identificats morfològicament en aquesta mostra ha resultat molt baix (menys de 50 fitòlits identificats, Fig. 3.9), per la qual cosa caldrà interpretar aquesta major proporció de palmàcies amb la màxima prudència.

Per acabar, cal comentar que en cap de les mostres estudiades han estat identificades estructures multicel·lulars silicificades, de la mateixa manera que en els altres jaciments estudiats.

3.3.3.3. Discussió

En general, els resultats de l'estudi dels materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA) han donat uns percentatges relativament baixos, que ens indiquen una elevada presència de carbonats i fosfats en els sediments analitzats. Malgrat que totes les mostres provenen de peces de la mateixa unitat estratigràfica (UE10408), entre les del recinte AO (mostres 1, 2 i 4) la presència de carbonats i fosfats és més elevada, en comparació amb els resultats de l'estudi de la mostra del recinte AN (mostra 3), on aquests components es troben menys representats (Fig. 3.9). Aquesta elevada presència de carbonats i fosfats en les mostres del recinte AO no es veu reflectida en un augment del percentatge del pH i, per tant, en la dissolució dels fitòlits. De fet, tot i que en les mostres del recinte AO també s'han obtingut els majors percentatges de fitòlits dissolts, no podem considerar aquests percentatges com a significativament elevats. Cal recordar que els fitòlits són estables en ambients àcids fins a un pH al voltant de 9, i que en medis més bàsics on el pH augmenta per sobre de 9, pateixen un procés de dissolució (BENAYAS, 1963; PIPERNO, 1988). De totes formes, aquest pH només augmenta

quan s'ha produït un increment o un aportació de circulació hídrica que reactiva el procés (ALBERT *et al.* 1997; ALBERT *et al.* 2003).

Un segon aspecte que cal considerar en relació a la composició mineralògica dels sediments analitzats és la pròpia litologia de les peces estudiades. Els resultats de l'anàlisi per Difracció de Raigs X (FRX) indiquen que el principal component d'aquests materials és l'òxid de calci (CaO, entre el 47-54% a les calcàries i el 32% a la dolomia), mentre que el diòxid de silici (SiO₂) és un component molt menys present (entre 7-1% en les calcàries i 1% en la dolomia, aproximadament) (PISCIOTTA, 2004). Per tant, en aquest cas, i segons els resultats de l'estudi de la FIA, s'observa una certa relació entre els components de les litologies i la composició mineralògica de les mostres analitzades per a l'estudi de fitòlits, amb uns percentatges baixos de FIA que indiquen una elevada presència de calcites.

Respecte al nombre estimat de fitòlits per gram de FIA, les diferències observades entre les mostres es poden relacionar amb la tipologia de les moles estudiades. Les mostres extretes de moles de vaivé (peces ALP53 i ALP54, tipus V-P, mostres 1 i 2) presenten un nombre relativament elevat de fitòlits, en comparació amb els resultats de l'estudi quantitatiu de les mostres que procedeixen de les moles rotatives (peces ALP51 i ALP52, tipus R-A, mostres 3 i 4) (Fig. 3.9). En aquest últim cas tampoc no podem considerar que el baix nombre de fitòlits quantificats estigui relacionat amb els efectes d'una dissolució química d'aquests elements, ja que els percentatges obtinguts en totes les mostres són en general baixos i no s'observa un increment excessiu de la dissolució excessiu. Un altre aspecte interessant és que el percentatge de fitòlits alterats per la dissolució és més elevat en la mostra 2, que correspon a una mola de vaivé de granit (ALP54). Aquesta mateixa observació, respecte a l'obtenció de percentatges de fitòlits dissolts proporcionalment més elevats en les mostres extretes del sediment adherit a peces de granit, es pot apreciar en els resultats obtinguts en l'estudi de mostres procedents del Turó de la Font de la Canya (Avinyonet del Penedès) explicat anteriorment.

Si bé els resultats de l'estudi quantitatiu de fitòlits revela diferències significatives entre les diferents mostres analitzades, en l'estudi morfològic s'aprecia una certa homogeneïtat en els resultats obtinguts en totes, la qual cosa ens indica una presència vegetal molt similar. Morfològicament s'observa que els fitòlits procedents del recinte AO (mostres 1, 2 i 4) són pràcticament idèntics (Fig. 3.10). En totes aquestes mostres s'aprecia el predomini de les morfologies de la família de les gramínies, que es

troben representades en totes les seves parts (fulla, tija i inflorescència). Les inflorescències es troben representades en percentatges que coincideixen amb els que es documenten en altres estudis de fitòlits realitzats amb mostres procedents d'utilatge de mòlta (al voltant del 21%), i que han estat interpretades com a restes del processat de plantes de la família de les gramínies (ALBERT, PORTILLO, 2005). La identificació de les característiques cèl·lules curtes (Fig. 3.12d) en totes les mostres estudiades ens indica la presència de plantes gramínies de tipus C₃, que pertanyen a la subfamília festucoide.

La diferència més notable observada en l'estudi morfològic és la presència de fitòlits de palmàcies (Fig. 3.12f), especialment en la mostra procedent del recinte AN (mostra 3). Com veurem més endavant, aquestes plantes han estat identificades en altres mostres de molins de jaciments protohistòrics realitzats en el marc d'aquest treball (vegeu apartats 3.3.4 i 3.3.5), així com en l'estudi de fitòlits de mostres procedents del sediment adherit a diversos fragments ceràmics del jaciment de Sant Jaume-Mas d'en Serrà (Alcanar, Montsià) (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004). En el treball esmentat, la presència de palmàcies (atribuïdes molt probablement a espècies tipus margalló), juntament amb la d'altres morfologies corresponents al tronc i l'escorça de plantes dicotiledònies i a canyissars, van ser interpretades com les restes vegetals d'elements constructius procedents dels nivells d'enderroc o d'amortització d'un pis superior del recinte on van ser recuperats els vasos ceràmics. En el cas de les mostres d'Alorda, cal recordar que cap de les peces estudiades van ser trobades *in situ*, per la qual cosa la presència de les palmàcies podria estar també relacionada a restes vegetals no relacionades amb la funcionalitat de les peces. Per altra banda, la mostra 3 (peça ALP51) és també la que presentava el nombre més baix de fitòlits morfològicament identificats, per la qual cosa cal ser prudents en la interpretació.

Per últim, cal esmentar que en estudis previs realitzats també amb utilatge de mòlta d'aquest jaciment, es van identificar restes del processat de cereals de tipus *Triticeae* (atribuïts probablement a blat o ordi) i de faves en moles rotatives a partir de l'estudi de fitòlits i midons (ÉQUIPE d'Alorda Park, 2002). Tot i que podem considerar que en general el registre arqueobotànic del jaciment és pel moment pobre, a nivell paleocarpològic també s'han identificat restes de cereals corresponents a ordi (*Hordeum vulgare*) i blat (*Triticum*) (CANAL, BUXÓ, informe intern inèdit 1998).

3.3.3.4. Conclusions

L'estudi mineralògic de les mostres d'Alorda Park revela una destacada presència de components mineralògics que, com els fosfats i els carbonats, es relacionen amb sediments més calcaris i amb les mateixes litologies de les peces estudiades, formades bàsicament per roques carbonatades.

En l'estudi quantitatiu dels fitòlits s'han obtingut dos resultats diferents, que en aquest cas es poden relacionar amb la tipologia de les moles estudiades: el grup de les mostres extretes de moles de vaivé (peces ALP53 i ALP54, mostres 1 i 2) amb un elevat nombre estimat de fitòlits per gram de FIA, i un segon grup format per les mostres de les rotatives (peces ALP51 i ALP52, mostres 3 i 4), amb un nombre molt més reduït. L'estudi morfològic revela una certa homogeneïtat en els resultats obtinguts en totes les mostres, la qual cosa ens indica una presència vegetal molt similar, molt especialment entre els mostres procedents del recinte AO (mostres 1, 2 i 4), amb uns resultats pràcticament idèntics. La identificació de morfologies de fitòlits que pertanyen a les inflorescències del grup festucoide ens permet suggerir que en aquestes peces es devien processar espècies de cereals, tot i que també s'hi troben presents altres restes de plantes, com les palmàcies, tenint en compte que cap d'aquestes moles no han estat documentades *in situ*.

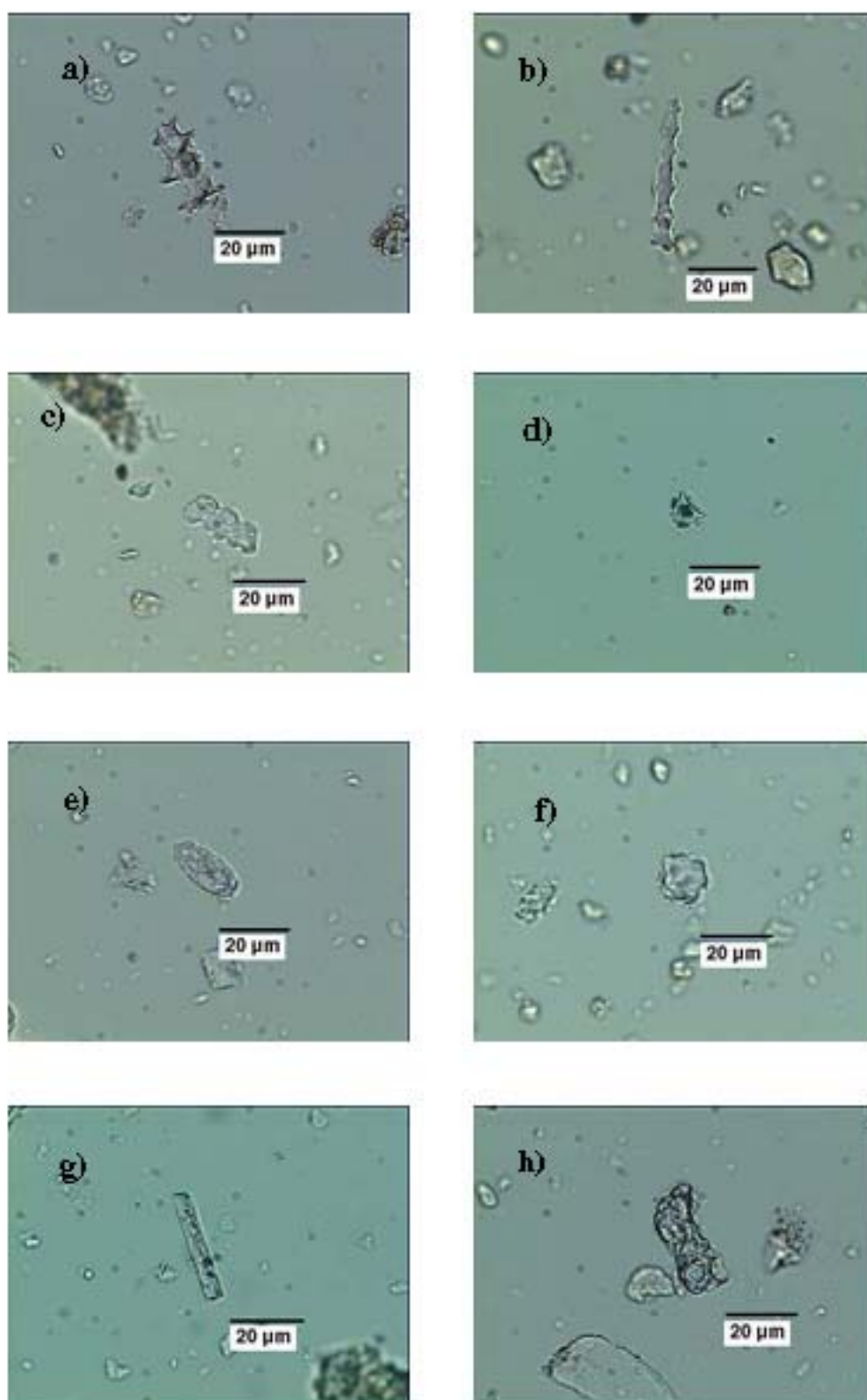


Fig. 3.12: Microfotografies de fitòlits identificats en les mostres d' Alorda Park. Les fotografies han estat preses a 400 x. a) Cèl·lula llarga equinada. b) Cèl·lula llarga equinada. c) Cèl·lula llarga polilobulada. d) Cèl·lula curta. e) Paral·lelepípede escabrat. f) Esferoide equinat. g) Cilindroide escabrat. h) Morfologia alterada.

3.3.4. Castellot de la Roca Roja (Benifallet, Baix Ebre) i Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre)

3.3.4.1. Materials

En el nostre treball hem inclòs les analítiques realitzades amb instruments de mòlta procedents de dos jaciments ilercavons situats en el curs inferior de l'Ebre, el Castellot de la Roca Roja (Benifallet, Baix Ebre) i el Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre). Les mostres van ser extretes de la superfície laboral de quatre moles de tipologia i litologies diferents. En la taula es pot trobar la descripció i procedència d'aquestes peces, així com els principals resultats obtinguts de l'estudi de fitòlits (Fig. 3.13). En aquest cas hem optat per exposar els resultats de manera conjunta, donat que només ha estat possible estudiar dues mostres de cadascun dels jaciments, i tenint present que aquests es troben en el mateix àmbit geogràfic.

Les peces del Castellot de la Roca Roja (CRR1 i CRR2, mostres 1 i 2) van ser documentades en la mateixa unitat estratigràfica (UE3125), interpretada com a nivell d'enderroc del sector 9 en la intervenció arqueològica de setembre de 2001. Es tracta de dues moles de vaivé, de granit, que presenten característiques morfològiques molt similars i que corresponen tipològicament al mateix grup (tipus V-P/A), format per peces que podrien haver funcionat tant com a parts passives com actives. Les moles del Castellet de Banyoles (CBA1 i CBA2, mostres 3 i 4) procedeixen de les excavacions de 2000 i de 2002, respectivament, i van ser documentades en estratigrafia en dues habitacions diferents (Rec. 35, UE223 i Rec. 42, UE262), en unitats interpretades com a enderrocs del mateix període cronològic (entorn al 200 aC). Les peces del Castellet són una mola de vaivé de gres (tipus V-P/A) i una mola rotativa de granit (tipus R-A), en aquest cas corresponent a un fragment de part activa. Hem seleccionat per a l'estudi de fitòlits aquestes peces donat que fins al moment només han estat recuperades en context estratigràfic aquestes moles, que procedeixen de les campanyes d'excavació més recents.

Les mostres van ser extretes i processades en el Laboratori d'Arqueologia del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona. Es van seleccionar les parts de la superfície que permetien la possibilitat de recuperar el sediment dipositat directament sobre la superfície laboral de les peces. Les mostres van ser extretes amb pipetes de vidre aplicant aigua desionitzada, després de

raspallar el sediment adherit a la part més externa per tal d'evitar possibles contaminacions. En el cas de les moles de granit i molt especialment entre les peces del Castellot de la Roca Roja (peces CRR1 i CRR2, mostres 1 i 2), hem de dir que la roca utilitzada per a la fabricació de les mateixes és un granit de gra mitjà, molt alterat en la seva textura, que presentava a nivell visual un estat d'alteració considerable, cosa que va dificultar de manera important l'extracció de les mostres. La metodologia utilitzada en l'extracció de fitòlits ja s'ha descrit anteriorment.

Número mostra	Localització	% FIA	Número fitòlits 1 gr de FIA	Núm. de fitòlits morfològicament identificats	% fitòlits alterats	Observacions
1	Zona 3, Sect. 9, UE 3125	57,3	92.000	18	27,8	Mola de vaivé (tipus V-P/A), peça CRR1, granit
2	Zona 3, Sect. 9, UE 3125	55,9	71.000	12	16,7	Mola de vaivé (tipus V-P/A), peça CRR2, granit
3	Rec. 35, UE 223	54,3	35.000	5	20	Mola de vaivé (tipus V-P/A), peça CBA1, gres
4	Rec. 42, UE 262	61,1	62.000	8	25	Mola rotativa activa (tipus R-A), peça CBA2, granit

Fig. 3.13: Castellot de la Roca Roja (CRR, Benifallet, Ribera d'Ebre) i Castellet de Banyoles (CBA, Tivissa, Ribera d'Ebre). Descripció i localització de les mostres de molins analitzades i principals resultats obtinguts de l'estudi de fitòlits.

3.3.4.2. Resultats

En la taula es troben els principals resultats obtinguts en l'estudi quantitatiu i morfològic de les mostres de fitòlits dels dos jaciments (Fig. 3.13), així com també la descripció de la localització de les peces i la seva caracterització tipològica.

En primer lloc, no s'observen diferències importants pel que fa als resultats de l'estudi dels materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA), amb uns percentatges que se situen entre el 54% i el 61%, aproximadament (Fig. 3.13). Els percentatges obtinguts en les mostres del Castellot de la Roca Roja, ambdues corresponents a moles de vaivé de la mateixa tipologia (tipus V-P/ A) i litologia (granit), que procedeixen també del mateix context estratigràfic (UE3125) són pràcticament idèntics (al voltant del 56-57% de FIA, mostres 1 i 2). En canvi, entre les mostres de Castellet de Banyoles s'observa una més elevada presència de components silícis en la que prové d'una mola rotativa de granit (mostra 4, al voltant del 61%), si el comparem amb els resultats obtinguts en l'estudi de la mostra 3, extreta d'una peça de gres (54%, aproximadament) (Fig. 3.13). Amb tot, no podem considerar com a excessivament elevats els percentatges de FIA que s'han obtingut en cap de les mostres d'aquests jaciments, si els comparem per exemple, amb

els resultats de l'estudi de Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà), amb percentatges de FIA superiors al 60% (Fig. 3.1).

En relació al nombre estimat de fitòlits per gram de FIA, cal dir que els resultats obtinguts les mostres d'ambdós jaciments han estat en general molt pobres. Les del Castellot de la Roca Roja (mostres 1 i 2) presentaven una quantitat aproximada de 92.000 i 71.000 fitòlits, respectivament (Fig. 3.13). Les del Castellet de Banyoles (3 i 4), n'han donat encara un nombre més reduït (entre 35.000-62.000 fitòlits per gram de FIA, respectivament). Al baix nombre de fitòlits quantificats s'afegeix una significativa presència de fitòlits alterats, amb una mitjana del percentatge d'aquests que se situa al voltant del 22,3% (Fig. 3.13). En general, els fitòlits identificats en totes aquestes mostres presentaven signes d'alteració química en la seva superfície. S'observa que els percentatges de fitòlits dissolts més elevats corresponen a dues peces de granit (mostres 1 i 4, superior a 25%). Es pot considerar doncs, que els efectes de la dissolució química podrien haver influït en certa mesura en la preservació dels fitòlits de les mostres estudiades.

Els resultats de l'estudi morfològic de fitòlits es troben representats a la figura corresponent (Fig. 3.14). Els fitòlits van ser dividits en diferents grups segons el tipus de plantes o parts d'aquestes en què es van formar: gramínies, fulles de plantes dicotiledònies, tronc/escorça de dicotiledònies i palmàcies. Com es pot observar, els resultats obtinguts en aquest estudi difereixen molt entre les mostres d'ambdós jaciments, però s'ha d'afegir que cal interpretar-los amb precaució, ja que el nombre de fitòlits morfològicament identificats és en totes les mostres excessivament baix (menys de 20 fitòlits, Fig. 3.13).

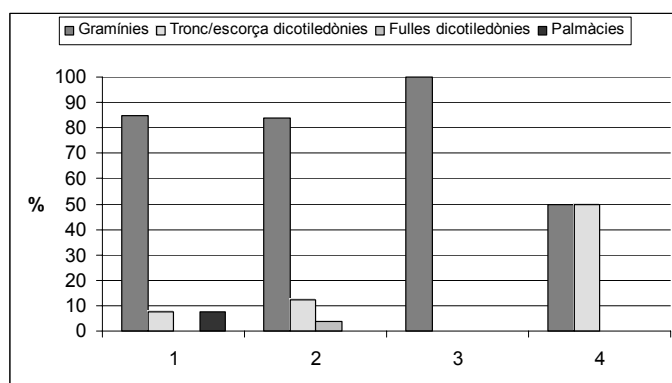


Fig. 3.14: Castellot de la Roca Roja i Castellet de Banyoles. Resultats de l'anàlisi morfològica dels fitòlits identificats en les mostres.

Les mostres del Castellot de la Roca Roja (mostres 1 i 2, peces CRR1 i CRR2) presenten una majoritària presència de fitòlits de la família de les gramínies (al voltant del 84% del total de fitòlits quantificats) (Fig. 3.14). Les plantes dicotiledònies es troben millor representades en la mostra 2, per la presència de morfologies corresponents a les parts del tronc i l'escorça (al voltant de 12,4%) i en menor mesura de les fulles d'aquestes mateixes plantes (3,6%, aproximadament). En la mostra 1 les dicotiledònies apareixen representades per un 7,7% de fitòlits corresponents al tronc i l'escorça (Fig. 3.15c). Per últim, cal destacar en aquesta darrera mostra la identificació de morfologies de palmàcies, amb les característiques formes esferoïdes amb marge equinat (Fig. 3.15e), tot i que no en nombre abundant. El grup de les gramínies es troba representat de manera exclusiva per les parts corresponents a la tija i les fulles d'aquestes plantes. Les cèl·lules curtes han estat identificades en la mostra 2, indicant que es tracta bàsicament de poàcies de la subfamília festucoide.

En les mostres de Castellet de Banyoles (mostres 3 i 4, peces CBA1 i CBA2) han estat identificades morfologies que pertanyen a la família de les gramínies (100% i 50% del total de fitòlits quantificats, respectivament) i a les parts del tronc i l'escorça de plantes dicotiledònies (mostra 4, 50%) (Fig. 3.14). Tampoc en cap d'aquestes mostres han estat identificades morfologies pertanyents a les inflorescències de plantes gramínies.

En definitiva, cal recordar que les mostres dels dos jaciments estudiats han donat un nombre molt reduït de fitòlits morfològicament identificats, molt especialment en aquest últim que acabem d'exposar, per la qual cosa els resultats obtinguts no poden ser analitzats quantitativament.

3.3.4.3. Discussió

En els resultats sobre la composició mineralògica dels sediments analitzats no s'observen diferències importants entre les mostres estudiades, tot i que procedeixen de dos jaciments diferents (Fig. 3.13). Els percentatges obtinguts en l'estudi dels materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA) són pràcticament idèntics en les dues mostres del Castellot de la Roca Roja (mostres 1 i 2), la qual cosa no és una raresa si tenim en compte que procedeixen de moles documentades en la mateixa unitat estratigràfica (UE3125) i que molt probablement són peces fabricades amb la mateixa matèria primera, un granit que a nivell visual presenta una estructura fanerítica de gra mitjà i que es conserva molt alterat. En el cas del Castellet de Banyoles s'observa un

percentatge més elevat de components silícis en la mostra de la mola de granit (mostra 4) que en la mostra corresponent a la peça de gres (mostra 3) (Fig. 3.13). Aquests resultats són comparables als percentatges obtinguts en altres estudis, com els que ja han estat exposats del Mas Castellar de Pontós (Fig. 3.1) i del Turó de la Font de la Canya (Fig. 3.5), en les que s'han obtingut percentatges similars i que indiquen una més elevada presència de components silícis en les mostres extretes de roques ígnies.

En el cas del Castellet de la Roca Roja, el sediment va ser extret de la superfície d'unes peces de granit caracteritzat per un gra mitjà molt alterat en la seva textura, és dir, que a nivell visual presentava un estat d'alteració considerable. Això va dificultar en gran mesura l'extracció de la mostra i implica un greu problema en les tècniques d'extracció per al seu processat, ja que amb el sediment recollit per al nostre estudi molt probablement es van agafar també components minerals corresponents al propi instrument. Cal tenir present que en la composició mineralògica del granit es pot trobar fins a un 60% de quars, element silici cristal·lí que s'ha trobat molt present en aquestes mostres, tant en l'estudi de la FIA com en l'observació realitzada microscòpicament. En definitiva, el fet que el granit es trobi molt afectat podria haver influït en la pèrdua de material silici amorf i en la sobrerrepresentació dels components silícis cristal·lins com el quars, que s'inclouen en la FIA. També destaca la relativament elevada presència de fitòlits alterats en aquestes mostres (Fig. 3.13). En aquests percentatges de dissolució s'inclouen els fitòlits que no han pogut ser reconeguts morfològicament degut al seu elevat grau d'alteració química (Fig. 3.15h). En els resultats obtinguts en l'estudi de les mostres d'aquests dos jaciments s'observa una certa relació entre el baix nombre de fitòlits morfològicament identificats i els efectes de la dissolució química. En definitiva, en aquest cas podem considerar que la composició mineralògica del sediment de la zona, hauria produït tant l'alteració del granit com la dissolució dels fitòlits.

Respecte a l'estudi morfològic dels fitòlits, convé recordar que la interpretació dels resultats obtinguts pot presentar un elevat marge d'error, donat que el nombre de fitòlits quantificats és en totes les mostres excessivament baix, especialment en les mostres de Castellet de Banyoles (Fig. 3.13). L'estudi morfològic de les mostres del Castellet de la Roca Roja (mostres 1 i 2, peces CRR1 i CRR2) revela una majoritària presència de plantes de la família de les gramínies (Fig. 3.14), representades per les parts que pertanyen a la tija i les fulles d'aquestes plantes. Es tracta de gramínies de tipus C₃, de la subfamília festucoide. No s'han identificat morfologies corresponents a les inflorescències, part en la que es troben les llavors d'aquestes plantes, la qual cosa

no és habitual, tractant-se de mostres procedents d'utilatge de mòlta. De la mateixa manera, tampoc han estat identificades estructures multicel·lulars silicificades que ens permetin realitzar una identificació acurada de les espècies representades. Així doncs, els resultats de l'estudi quantitatiu i morfològic de fitòlits no ens permeten identificar amb fiabilitat les restes del processat de restes vegetals, tot i que es podria tractar de gramínies festucoides, que són les que apareixen de manera predominant en les dues mostres.

Per últim, en les mostres del Castellet també destaca la presència de fitòlits pertanyents a la família de les dicotiledònies (sobretot de les parts del tronc i l'escorça (Fig. 3.15c), així com de palmàcies en la mostra 1 (Fig. 3.15e), tot i que no en nombre elevat. En altres contextos la identificació de fitòlits d'aquestes plantes en nombre més elevat, ha estat relacionada amb la possible presència d'elements constructius de naturalesa vegetal de nivells d'enderroc de les habitacions on van ser recollides les mostres (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004). En aquest cas, la presència d'aquestes morfologies de fitòlits pot estar relacionada amb el component vegetal del sediment de la unitat estratigràfica en la que van ser documentades les peces (UE3125), interpretada també pels seus excavadors com a un nivell d'enderroc de l'habitació. Per acabar, podem considerar que els resultats obtinguts en l'estudi morfològic de fitòlits d'ambdues mostres, suggereixen que la composició vegetal identificada és similar.

Pel que fa a les mostres de Castellet de Banyoles (mostres 3 i 4, peces CBA1 i CBA2) els fitòlits identificats pertanyen bàsicament a la família de les gramínies (festucoides de les fulles i les tiges) i a les parts del tronc i l'escorça de plantes dicotiledònies. Les peces estudiades procedeixen d'estructures d'hàbitat diferents. No disposem pel moment de més dades en relació al registre arqueobotànic del jaciment, i tampoc de mostres de sediment de control per a l'estudi de fitòlits, per la qual cosa els resultats obtinguts en el marc d'aquest treball no poden ser contrastats per tal d'obtenir-ne una més acurada interpretació.

3.3.4.4. Conclusions

En general, les mostres analitzades d'aquests jaciments es caracteritzen per la baixa presència de fitòlits. La manca generalitzada en totes les mostres podria relacionar-se amb una mala conservació o dissolució química, ja que els percentatges de fitòlits alterats són relativament elevats. Per tant, podem considerar que el suport lític,

podria haver influït en la dissolució dels fitòlits, especialment en el cas de les mostres del Castellot de la Roca Roja que és un granit que a nivell visual es troba molt alterat. Els resultats de l'estudi de la composició mineralògica també es poden relacionar amb un problema en la tècnica d'extracció de les mostres, en les que es veurien afectats per un increment dels percentatges de materials silícis (FIA).

En relació a l'estudi morfològic dels fitòlits només podem considerar amb un cert marge de fiabilitat els resultats de l'estudi de les mostres del Castellot de la Roca Roja, que mostren una composició vegetal en certa manera similar, tenint en compte que pertanyen a moles de la mateixa tipologia (moles de vaivé tipus V-P/A) recuperades en el mateix context estratigràfic. S'han identificat gramínies del grup festucoide, que en cap cas s'atribueixen a la part de les inflorescències, com és habitual en mostres d'utilatge de mòlta. En aquest cas, no és possible concloure amb total seguretat que les plantes identificades en les mostres corresponen a les restes del processat de productes vegetals en les peces estudiades. D'altra banda, les experiències etnogràfiques han demostrat que les tiges i les fulles també poden ser processades per al consum humà (HILLMAN, 1981, 1984a i 1984b).

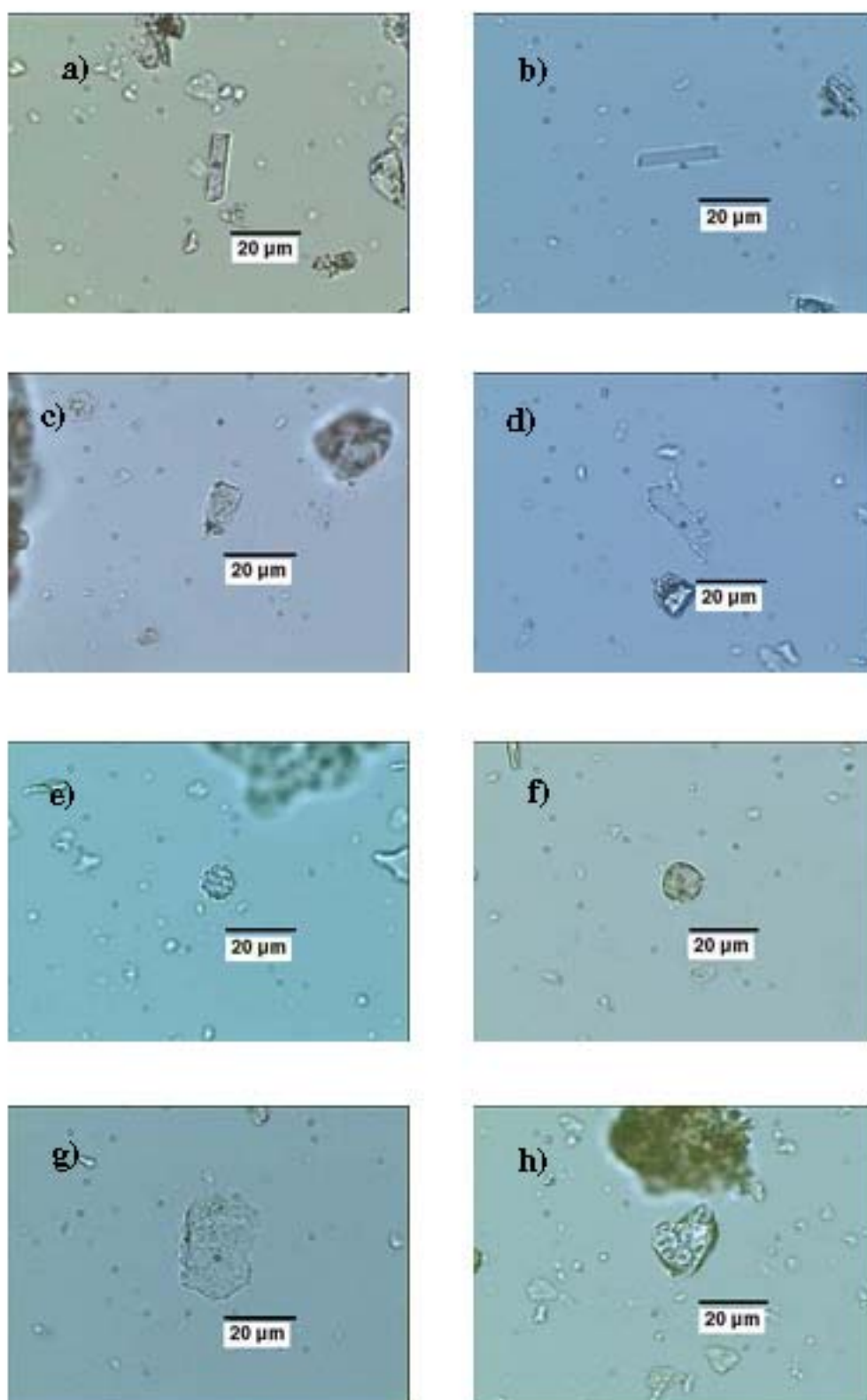


Fig. 3.15: Microfotografies de fitòlits identificats en les mostres del Castellot de la Roca Roja (a-b-d-e-g) i el Castellot de Banyoles (c-f-h). Les fotografies han estat preses a 400 x.
 a) Cilindroide escabrat. b) Cilindroide psilat. c) Paral-lelepípede escabrat. d) Paral-lelepípede allargat escabrat. e) Esferoide equinat. f) Esferoide escabrat. g) Plaqueta escabrada. h) Morfologia alterada

3.3.5. Sant Jaume- Mas d'en Serrà (Alcanar, Montsià)

3.3.5.1. Materials i mètodes

De l'assentament de la primera edat del Ferro de Sant Jaume- Mas d'en Serrà (Alcanar, Montsià) s'han realitzat anàlisis de fitòlits de diverses moles vaivé. Les mostres procedeixen del sediment recuperat en la superfície de fricció de moles de granit. La descripció i procedència de les peces, així com els principals resultats obtinguts d'aquest estudi, es poden trobar de manera resumida en la taula (Fig. 3.16).

Totes les mostres extretes per a l'estudi de fitòlits han estat recuperades en les darreres campanyes d'excavació del jaciment. El procés d'extracció i d'estudi de les mostres va tenir lloc al Laboratori d'Arqueologia de la Universitat de Barcelona. Per a l'estudi de fitòlits es van extreure un total de sis mostres que procedeixen de la superfície de fricció de quatre moles de vaivé de granit (les peces SJ4, SJ5, SJ6 i SJ7). Les dues mostres restants (mostres 3 i 5) procedeixen del sediment adherit a la part més externa de la superfície laboral de les peces SJ5 i SJ6 i han estat analitzades per determinar si existeixen diferències en la composició vegetal i mineralògica respecte a les mostres extretes en contacte directe en les mateixes peces. Aquests materials van ser documentats en diversos nivells d'enderroc del jaciment (en el carrer C1, mostres 1 a 5 i en l'àmbit A4, mostra 6) que daten entre mitjans de segle VII aC i el primer quart del segle VI aC.

Les peces triades per a l'estudi de fitòlits conservaven una quantitat de sediment important, per la qual cosa van ser raspallades per tal d'eliminar els residus dipositats en la part més externa de la superfície del suport lític, en aquest cas el granit. Després es van seleccionar les parts de la superfície de la peça que permetien extreure el sediment adherit directament sobre la superfície de fricció de la mola. Les mostres analitzades van ser extretes amb pipetes de vidre i aigua destil·lada; per acabar, aquestes van ser introduïdes directament en tubs de centrifugat de 15 ml, per tal de ser processades al laboratori.

D'aquest jaciment també s'han analitzat mostres per a l'estudi de fitòlits de sediment recuperat en l'interior de diversos vasos ceràmics procedents dels recintes A3 i A4 del jaciment (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). Els resultats d'aquests darrers estudis permetran complementar la interpretació dels resultats obtinguts en les mostres de molins.

Número mostra	Localització	% FIA	Número fitòlits 1 gr de FIA	Núm. de fitòlits morfològicament identificats	Observacions
1	UE 1033, àmbit C1, sector 1	28	200.000	22	Mola de vaivé (tipus V-P), peça SJ4, granit
4	UE 1033, àmbit C1, sector 1	9,3	400.000	34	Mola de vaivé (tipus V-P), peça SJ6, granit
5	UE 1033, àmbit C1, sector 1	6,4	300.000	34	Mola de vaivé (tipus V-P), peça SJ6, granit. Sediment adherit a la part més externa amb concrecions
2	UE 1039, àmbit C1, sector 1	12,1	100.000	12	Mola de vaivé (tipus V-P), peça SJ5, granit
3	UE 1039, àmbit C1, sector 1	16,4	100.000	14	Mola de vaivé (tipus V-P), peça SJ5, granit. Sediment adherit a la part més externa
6	UE 1040, àmbit A4, sector 1	15,2	1.100.000	114	Mola de vaivé (tipus V-P), peça SJ7, granit

Fig. 3.16: Sant Jaume Mas d'en Serrà (Alcanar, Montsià). Descripció i localització de les mostres de molins analitzades i principals resultats obtinguts de l'estudi de fitòlits.

3.3.5.2. Resultats

En la taula es poden observar els principals resultats obtinguts de l'estudi quantitatiu i morfològic de fitòlits, representats bàsicament pel percentatge de la fracció insoluble a l'atac de l'àcid (FIA), el nombre estimat de fitòlits per gram de FIA i el nombre de fitòlits identificats morfològicament (Fig. 3.16). En la taula s'inclou una breu descripció de la localització de les mostres així com també la caracterització tipològica de les peces estudiades.

El percentatge de materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA) és en general baix en totes les mostres analitzades (amb uns percentatges inferiors al 28%, Fig. 3.16), indicant que en la composició de les mostres estudiades es troba una part important de carbonats i/ o fosfats. Entre les mostres procedents del carrer C1 (UE1033 i UE1039), els percentatges de FIA obtinguts són diversos: en les mostres de la UE1033 són de 6,4-9,3% (mostres 5 i 4, respectivament) i 28% (mostra 1), mentre que en les mostres de la UE1039 (mostres 2 i 3) els resultats han estat molt més homogenis (al voltant del 12 i 16%, respectivament). S'observa també que aquests percentatges són molt similars en el cas de les mostres que han estat extretes de les mateixes peces (mostres 2 i 3, peça SJ5 i mostres 4 i 5, peça SJ6), de manera que la composició mineralògica és pràcticament la mateixa. En aquest últim cas, podem observar que la mostra que ha donat el més baix percentatge de components silícis és la que va ser extreta com a mostra de control de la peça SJ6 (mostra 5), on a nivell macroscòpic es varen observar concrecions calcàries. Per últim, en la mostra procedent del recinte A4 (UE1040, mostra 6) s'ha obtingut un percentatge de FIA també baix, que se situa al voltant del 15% (Fig. 3.16).

En relació als resultats de l'estudi quantitatiu de fitòlits podem dir que en general han estat pobres, a excepció feta de la mostra de l'àmbit A4 (mostra 6) (Fig. 3.16). Es poden distingir tres grups de mostres en funció dels resultats obtinguts en la quantificació de fitòlits. Les mostres de la UE1033 (mostres 1, 4 i 5) que presentaven una quantitat que es troba entre els 200.000 i els 400.000 fitòlits per gram de FIA; les mostres de la UE1039 (mostres 2 i 3), amb un nombre de 100.000 fitòlits per gram de FIA; per últim, la mostra 6 (àmbit A4, UE1040) amb 1.000.000 aproximadament de fitòlits per gram de FIA (Fig. 3.16).

Els fitòlits identificats en totes les mostres varen mostrar en general, signes evidents d'alteració química en la seva superfície, fet que ha estat també observat en l'estudi d'altres mostres de ceràmiques procedents d'aquest mateix jaciment (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). D'altra banda, la mitjana del percentatge de dissolució és de 15,4%, percentatge no gaire elevat si el comparem amb els resultats obtinguts en altres estudis també presentats aquí. Aquesta dissolució no hauria afectat però, la identificació morfològica dels fitòlits.

Els resultats de l'anàlisi morfològica dels fitòlits es troben representats en la figura corresponent. Aquests han estat dividits en diferents grups en funció del tipus de plantes o parts de les mateixes en les que van ser formats: gramínies, tronc/escorça de plantes dicotiledònies, fulles de dicotiledònies i palmàcies (Fig. 3.17). Segons indica aquesta figura, els resultats varien molt entre les diferents mostres estudiades. De fet, el nombre de fitòlits que han estat morfològicament identificats no arriba a 50, excepte en la mostra 6, per la qual cosa aquests resultats no poden ser considerats amb fiabilitat i la interpretació morfològica haurà de centrar-se en els resultats d'aquesta última.

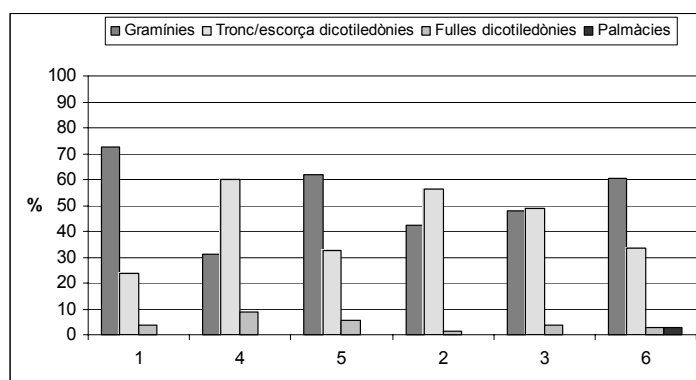


Fig. 3.17: Sant Jaume Mas d'en Serrà. Resultats de l'anàlisi morfològica dels fitòlits identificats en les mostres.

En primer lloc, observem significatives diferències en els resultats obtinguts en l'estudi morfològic de les mostres procedents de l'àmbit C1 (UE1033 i UE1039). Entre les mostres de la UE1033 (mostres 1, 4 i 5), els percentatges de la mostra 1 (peça SJ4) són els que s'ajusten més als que normalment s'obtenen en l'estudi de mostres d'utilatge de mòlta, amb el predomini de les plantes gramínies (al voltant del 72% del total de fitòlits identificats), i una menor presència de morfologies corresponents a les parts del tronc/ escorça de plantes dicotiledònies (23%, aproximadament) i de les fulles d'aquestes mateixes plantes (no superior a 4%) (Fig. 3.17) (ALBERT, informe intern inèdit 2003; ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004a). En canvi, els resultats obtinguts en l'estudi de les mostres 4 i 5, ambdues corresponents a la mateixa peça (SJ6), han donat percentatges que varien molt d'una a l'altra: les gramínies es troben representades entre el 31-62%, aproximadament, el grup corresponent al tronc/ escorça de plantes dicotiledònies per 60-32% i el de les fulles de les mateixes entre 8-5%, respectivament (Fig. 3.17). Per tant les diferències observades entre la mostra extreta del sediment adherit directament sobre la peça i la corresponent mostra de control són significatives. Per contra, entre les mostres de la UE1039 (2 i 3), també corresponents a la mateixa peça (SJ5), les diferències a nivell morfològic són mínimes: en ambdues mostres observem un lleuger predomini de les dicotiledònies, representades bàsicament per les parts del tronc/ escorça (56-48%, aproximadament) sobre les gramínies (42-47%) i les fulles de les dicotiledònies, amb una reduïda presència (1,3-3,7%), respectivament (Fig. 3.17).

Com ja s'ha comentat, la única mostra amb un nombre mínim de fitòlits identificats amb característiques morfològiques per a una interpretació fiable dels resultats ha estat la mostra 6 (àmbit A4, UE1040), amb el predomini de les gramínies (al voltant del 60% del total de fitòlits identificats) i una presència menor de les plantes dicotiledònies (tronc/ escorça 33% i fulles 3%, aproximadament). En aquesta mostra resulta d'interès esmentar la identificació de fitòlits corresponents a palmàcies, amb la presència de les característiques morfologies esferoides amb el marge equinat (Fig. 3.18d), tot i que no en una elevada representació (menys del 3% del total de fitòlits identificats, Fig. 3.17).

Pel que fa als fitòlits procedents de la família de les gramínies, s'ha distingit entre morfologies que pertanyen a les fulles, a la tija i a les inflorescències, part d'aquestes plantes on es troben les llavors. En les mostres d'aquest jaciment les inflorescències es troben representades per una mitjana del percentatge que se situa al

voltant del 19% del total quantificat (Fig. 3.19), que coincideix també amb el percentatge obtingut en la mostra 6 (peça SJ7), que com ja s'ha dit és la que ha donat el major nombre de fitòlits. En aquestes mostres les inflorescències es troben representades únicament per la presència de morfologies corresponents a cèl·lules llargues de marge equinat (Fig. 3.18g-h). Pel que fa als fitòlits formats en la tija i les fulles d'aquestes plantes, cal esmentar la presència de morfologies característiques del teixit epidèrmic de les fulles, com són les cèl·lules llargues polilobulades, les cèl·lules bulbiformes i les cèl·lules curtes (Fig. 3.18e), la morfologia d'aquestes últimes ens indica que es tracta de gramínies de tipus C₃ (TWISS, 1992), corresponents a la subfamília festucoide. Per últim, una característica comú observada en totes les mostres és que no han estat identificades estructures multicel·lulars silicificades.

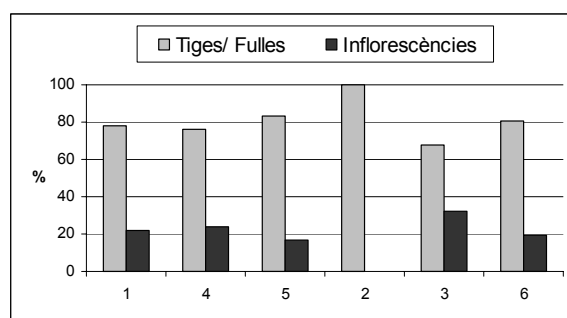


Fig. 3.19: Sant Jaume Mas d'en Serrà. Resultats de l'anàlisi morfològica de fitòlits de gramínies. Comparació del percentatge de tiges/ fulles i inflorescències.

3.3.5.3. Discussió

Els resultats sobre la composició mineralògica de les mostres estudiades ens indiquen que la presència de materials insolubles a l'atac de l'àcid (FIA) es troba representada per uns percentatges en general baixos, és a dir, amb un component destacat de carbonats i fosfats. Els components silícis, que es troben representats per les argiles, els quarsos i els fitòlits, difereixen entre les mostres, independentment de la seva localització en el jaciment (àmbit C1 i recinte A4). Així doncs, els resultats obtinguts en l'estudi mineralògic de les mostres de l' àmbit C1 revelen diferències fins i tot entre les mostres procedents de la mateixa unitat estratigràfica (UE1033, mostres 1, 4 i 5) (Fig. 3.16). D'altra banda, entre les mostres que procedeixen de les mateixes peces (mostres 2 i 3, peça SJ5 i mostres 4 i 5, peça SJ6), els resultats obtinguts en l'estudi dels sediments adherits directament sobre la superfície de la peça i les corresponents mostres de control, són molt similars indicant que la composició

mineralògica és pràcticament la mateixa. Això ens suggereix que en aquest cas no s'aprecia un problema en l'extracció de les mostres, que molt probablement es veuria reflectit en un augment del percentatge de components silícis en els sediments extrets directament sobre la peça, tenint en compte que es tracta de peces de granit. Aquesta major presència de components silícis en les mostres procedents de roques ígnies ha estat anteriorment observada en altres estudis (vegeu resultats de Mas Castellar de Pontós i Turó de la Font de la Canya).

L'elevada presència de carbonats i fosfats en aquestes mostres, no es veu reflectida per un augment del percentatge de dissolució dels fitòlits derivat d'un augment del pH. Al respecte cal recordar que els fitòlits són estables en ambients àcids fins a un pH al voltant de 9 i que en medis més bàsics on el pH augmenta per sobre de 9 aquests pateixen un procés de dissolució (BENAYAS, 1963; PIPERNO, 1988). De totes formes, aquest pH només augmenta quan ha hagut un increment o una aportació de circulació hídrica que reactiva el procés (ALBERT *et al.*, 1997; ALBERT *et al.*, 2003).

Els fitòlits identificats en aquestes mostres presentaven, en general, signes d'alteració química en la seva superfície, encara que aquesta dissolució no ha impedit significativament la seva identificació morfològica. Aquest fenomen ha estat també observat en l'estudi de les mostres procedents de ceràmiques d'aquest mateix jaciment (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). S'observa que en aquestes mostres els percentatges més elevats de fitòlits dissolts han estat obtinguts en els sediments adherits en contacte directe amb la matèria primera, que com ja s'ha dit és granítica. De totes formes, aquesta dissolució observada, que no pot ser considerada com a elevada (la mitja del percentatge de fitòlits alterats és del 15,4%), no sembla ser la causa del baix nombre de fitòlits. Per tant, els resultats en general baixos que han estat obtinguts en la quantificació de fitòlits, poden ser interpretats com a una pobre presència de restes vegetals en la majoria d'aquestes, especialment entre les que procedeixen de l'àmbit C1. La mostra de l'àmbit A4 (UE1040, peça SJ7) és la única que ha donat un nombre relativament elevat de fitòlits, pel que en la discussió dels resultats de l'estudi morfològic ens centrarem en aquesta última.

Les mostres de l'àmbit C1 procedeixen de dues unitats estratigràfiques diferents (UE1033 i UE1039), que corresponen al nivell de circulació d'un carrer (C1). Com ja s'ha comentat, a nivell mineralògic s'observen diferències en quant als percentatges obtinguts en l'estudi de la FIA, però amb un component relativament elevat de carbonats i fosfats, sobretot en les mostres 4 i 5, que pertanyen a la mateixa peça SJ6

(Fig. 3.16). Totes les mostres han donat un reduït nombre de fitòlits per gram de FIA, que en aquest cas pot suggerir una baixa presència de components vegetals en els sediments analitzats, donat que el reduït nombre d'aquests no pot ser explicat pel fenomen de la dissolució. Els resultats morfològics indiquen que el component vegetal en aquestes mostres és similar en relació als tipus de plantes representades (gramínies i diferents parts de plantes dicotiledònies), tot i que els percentatges difereixen entre les mostres (Fig. 3.17). En aquest cas, el grup de les gramínies només es troba representat de forma relativament abundant en la mostra 1 (peça SJ4), mentre que en les quatre mostres restants aquests resultats són diversos i no s'observa aparentment cap relació entre els resultats obtinguts en les mostres que procedeixen de les mateixes peces, és a dir, entre les mostres extretes del sediment adherit directament a la superfície de fricció de la peça (mostres 2 i 4) i les corresponents a mostres de control (mostres 3 i 5) (Fig. 3.17). Donat que en totes aquestes mostres el nombre de fitòlits morfològicament identificats ha estat baix (inferior a 50), cal considerar aquests resultats amb molta precaució.

En la interpretació dels resultats de l'estudi de les mostres de l'àmbit C1 cal tenir present que les unitats estratigràfiques de les quals procedeixen les mostres (UE1033 i UE1039), han estat interpretades pels seus excavadors com a nivells d'enderroc i amortització que van ser dipositats en un espai de circulació del poblat, anomenat carrer C1, que comunica els diversos àmbits del Barri Nord i del Barri Central. Així doncs, les peces estudiades no van ser trobades *in situ*, en el seu espai funcional, sinó que aquestes van ser recuperades formant part de l'enderroc de dos dels recintes de l'assentament (els àmbits A7 i A4). L'estudi previ de fitòlits realitzat sobre mostres procedents del sediment adherit a diversos fragments ceràmics de l'àmbit A4 (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b), ha revelat la presència de restes vegetals que pertanyen als nivells de destrucció del recinte, que hauria disposat d'un pis superior, i en les que van ser identificades de manera abundant les plantes dicotiledònies, interpretades com a restes d'elements constructius i fusta. Aquests resultats poden ser relacionats als obtinguts en el cas que ara ens ocupa, cosa que explicaria que també trobem en algunes de les mostres una elevada presència de morfologies procedents de les parts del tronc i l'escorça de dicotiledònies, especialment en les mostres de control. Cal recordar que les mostres de control procedeixen del sediment adherit a la part més externa de la superfície de les peces, pel que no és una raresa que trobem una major abundància de restes de plantes dicotiledònies procedents dels sediments d'enderroc del recinte.

La mostra de l'àmbit A4 (mostra 6) procedeix d'una unitat estratigràfica interpretada com a nivell d'enderroc (UE1040, peça SJ7). L'estudi de la composició mineralògica ha donat resultats similars als obtinguts en l'anàlisi de les mostres extretes per a l'estudi de fitòlits en diversos fragments ceràmics recuperats en aquest àmbit i pertanyents a la mateixa unitat estratigràfica, en les que la presència de carbonats i fosfats va ser relativament elevada (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). Com ja s'ha dit, aquesta és la mostra que ha donat una major concentració de fitòlits per gram de FIA (Fig. 3.16). En aquesta mostra s'ha identificat un predomini de morfologies corresponents a plantes gramínies, tot i no en un elevat nombre, ja que també es troben presents les diferents parts de plantes dicotiledònies, entre les que destaquen les que pertanyen al tronc i l'escorça, amb una presència menor de les fulles de les mateixes (Fig. 3.17). Les gramínies es troben representades en totes les seves parts (tija, fulles i inflorescències), amb una presència d'aquestes últimes que no pot ser considerada com a molt elevada (inferior al 20% del total de fitòlits quantificats, Fig. 3.19), si tenim en compte els resultats obtinguts en altres estudis realitzats amb instrumental de mòlta en els que les morfologies de fitòlits de les inflorescències apareixen en major nombre (al voltant del 30%) (ALBERT, PORTILLO, 2005; informe intern inèdit 2004a). Per últim, destaquem la presència de morfologies de fitòlits corresponents a palmàcies (Fig. 3.18d), tot i que no de manera abundant, que han estat identificades únicament en aquesta mostra del recinte A4.

En l'estudi de les mostres de fitòlits del sediment adherit als fragments ceràmics procedents de la mateixa UE1040, les palmàcies van aparèixer en percentatges superiors al 15% del total de fitòlits quantificats, suggerint una presència important d'aquest tipus de plantes, molt probablement corresponents a espècies tipus margalló (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). En aquest estudi previ també es van identificar diferents parts de dicotiledònies en percentatges similars als obtinguts en aquest estudi, així com també morfologies de fitòlits corresponents a canyissars. Cal tenir present que les mostres procedeixen de nivells estratigràfics interpretats com a nivells d'enderroc o d'amortització d'un pis superior del recinte A4, en el que segons els seus excavadors eren observables a nivell macroscòpic fragments de fang amb desgreixants vegetals. Els resultats obtinguts en aquest estudi van suggerir que les mostres correspondrien a restes d'enderroc procedents de la destrucció del recinte, amb una evident varietat morfològica dels fitòlits, i amb la presència de fusta, canyissars i palmàcies tipus margalló, que poden ser interpretats com a restes d'elements

constructius. Donades les similituds entre les mostres prèviament analitzades i la interpretació de les mateixes que acabem d'exposar, es pot suggerir que la mostra 6, extreta d'una mola passiva de vaivé procedent de la mateixa unitat estratigràfica (UE1040) pugui correspondre al mateix tipus de sediment. Per tant, la composició vegetal identificada podria correspondre més aviat a restes de plantes procedents del nivell d'enderroc que no pas a les restes de la transformació de productes vegetals produïts durant la mòlta.

Per últim, una característica comú que s'observa a totes les mostres estudiades i que cal destacar és la total absència d'estructures multicel·lulars silicificades. En el cas de les mostres prèviament analitzades, les corresponents a l'estudi dels fragments ceràmics (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b), aquestes estructures van ser identificades en un nombre molt reduït. Cal recordar al respecte que els fitòlits presentaven en general evidents signes d'alteració química en la seva superfície, de manera que l'absència d'estructures cel·lulars completes podria explicar-se pels efectes de la dissolució química, i no a una fragmentació mecànica produïda durant els processos de mòlta o triturat de les plantes. La manca d'estructures multicel·lulars, juntament amb l'elevat índex de dissolució dels fitòlits, no ens ha permès realitzar una identificació més acurada del tipus de plantes a les que corresponen, tenint present que la família de les gramínies produeix morfologies de cèl·lules silicificades molt similars i que a partir de la observació microscòpica resulta impossible determinar les espècies (ROSEN, 1992a). Paral·lelament s'ha realitzat un mostreig macrobotànic en el jaciment per a l'estudi de llavors i fruits, que es troba encara en procés d'estudi, els resultats preliminars del qual no ens són pel moment coneguts.

3.3.5.4. Conclusions

L'estudi mineralògic ens indica un component en general elevat de carbonats i fosfats en els sediments analitzats, que s'observa independentment de la localització de les mostres en el jaciment (àmbit C1 i recinte A4) (Fig. 3.16). Cal remarcar que l'estudi dels components silícis entre les mostres que procedeixen de les mateixes peces, és a dir dels sediments adherits directament sobre la superfície de fricció i les corresponents mostres de control (mostres 2 i 3, peça SJ5 i mostres 4 i 5, peça SJ6), ens indica que la composició mineralògica és la mateixa, per la qual cosa en aquest cas no es pot considerar que en el procés d'extracció de les mostres de la superfície de les moles s'hagi incorporat minerals de la matèria primera, el granit.

En les mostres de l'àmbit C1 els fitòlits han estat quantificats en un reduït nombre, suggerint una baixa presència de components vegetals en els sediments analitzats, si tenim en compte que els percentatges de fitòlits dissolts tampoc no són elevats. Els fitòlits identificats podrien correspondre a les restes vegetals procedents dels nivells d'enderroc dipositats en aquest espai de circulació del poblat (carrer C1), i que haurien estat formats en la destrucció dels recintes A7 i A4.

Els resultats de l'estudi de la mostra de l'àmbit A4 (mostra 6) són similars als obtinguts prèviament en l'anàlisi de fitòlits de diverses mostres del sediment adherit en ceràmiques procedents del mateix context estratigràfic (UE1040), interpretat com a nivell d'enderroc del recinte A4 (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). Els fitòlits, que han estat identificats en un nombre relativament elevat i són morfològicament variats, poden correspondre a elements vegetals diversos (bàsicament fusta, canyissars i margalló) procedents de materials constructius de l'enderroc d'un pis superior del recinte.

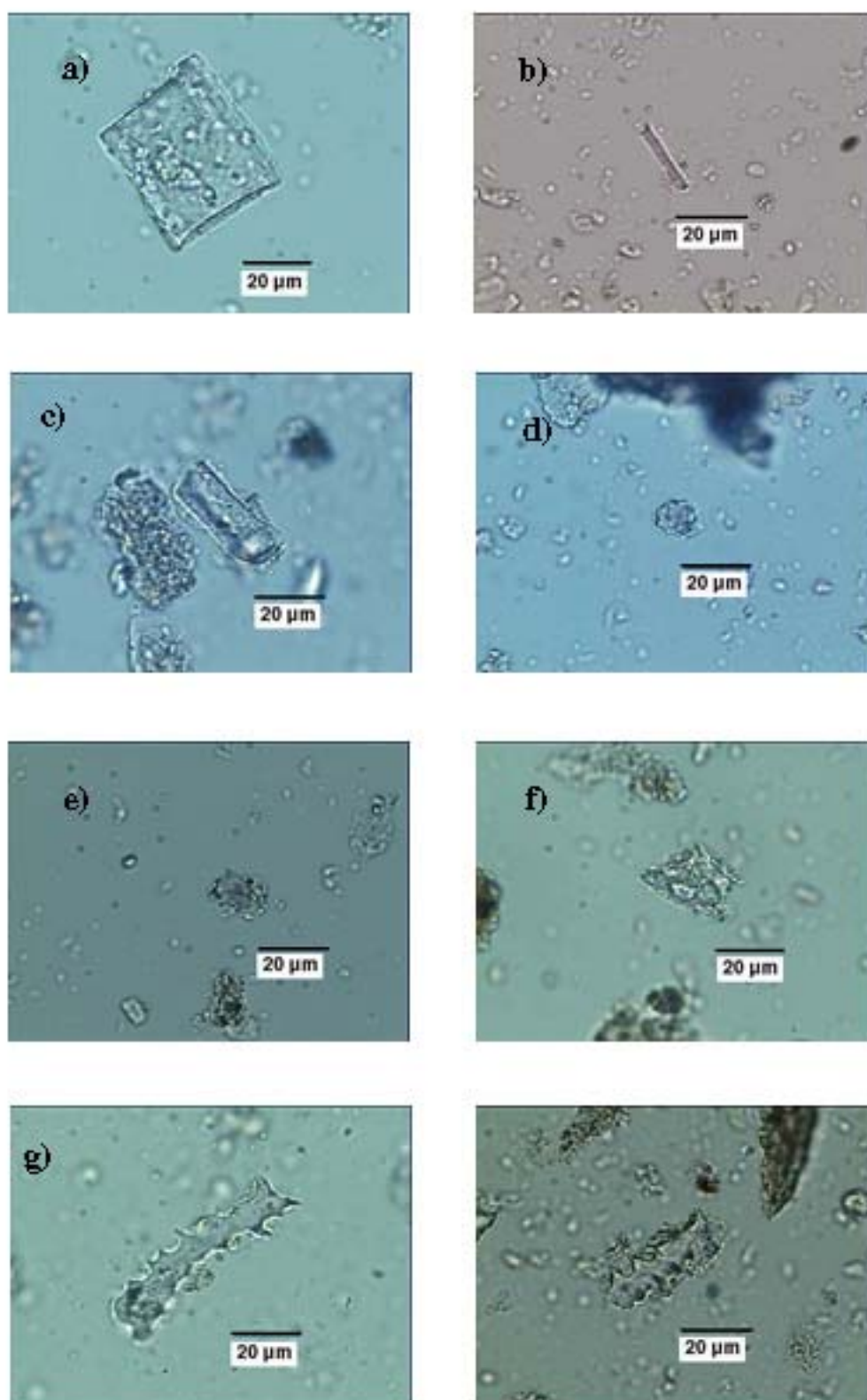


Fig. 3.18: Microfotografies de fitòlits identificats en les mostres de Sant Jaume-Mas d'en Serra. Les fotografies han estat preses a 400 x. a) Paral-lelepípede en bloc escabrat. b) Cilindroide escabrat. c) Paral-lelepípede allargat escabrat. d) Esferoide equinat. e) Cèl·lula curta. f) Morfologia alterada. g) Cèl·lula llarga equinada. h) Cèl·lula llarga equinada alterada per la dissolució

3.4. DISCUSSIÓ DELS RESULTATS

A continuació es comenten a mode de síntesi els resultats generals obtinguts en l'estudi de fitòlits. Les mostres estudiades procedeixen de diferents jaciments del període protohistòric i han estat extretes de moles de tipologia i matèries primeres també diverses.

Els resultats sobre la composició mineralògica de les mostres estudiades són diversos, ja que els components dels sediments analitzats poden variar molt segons la zona estudiada. En primer lloc, observem que en les mostres procedents de la costa central catalana (Alorda Park) i de la part inferior del curs de l'Ebre (Sant Jaume Mas d'en Serrà) s'han obtingut els percentatges més baixos de FIA (en totes les mostres analitzades és inferior al 25%, vegeu Fig. 3.9 i 3.16), mostrant una composició mineral dominada per carbonats i fosfats.

Un segon factor que cal considerar i que es desprèn dels resultats obtinguts en aquest estudi, és la composició mineralògica de la mateixa litologia amb la que van ser fabricades les peces. S'ha observat en la major part dels casos una relació entre les mostres extretes de roques ígnies (basalts i granits, formades en gran mesura per components silícis) i la obtenció de percentatges més elevats de FIA, és a dir, de components insolubles a l'atac de l'àcid, com el quars, l'argila i els silícis entre els quals es troben els fitòlits. Els percentatges més elevats de FIA s'han obtingut en les mostres procedents de les moles de basalt de Mas Castellar de Pontós (al voltant del 60%, vegeu Fig. 3.1), i uns valors similars hem obtingut també entre les mostres procedents de peces de granit del Turó de la Font de la Canya i els jaciments de la vall de l'Ebre (Castellot de la Roca Roja i Castellet de Banyoles). Això ens indica que durant el procés d'extracció de la mostra es produeix una inclusió de determinats components mineralògics corresponents a la mateixa roca utilitzada com a matèria primera. Aquesta problemàtica es veuria reflectida en un augment dels components silícis en les mostres extretes de roques ígnies (basalts i granits).

Aquest fenomen no es reflecteix però, en l'estudi de les mostres de moles de granit del jaciment de Sant Jaume Mas d'en Serrà. Els resultats de l'estudi de la FIA no varien entre mostres extretes directament sobre la superfície de fricció de les peces i les extretes del sediment no adherit directament a la litologia de les mateixes peces. Per tant, considerem imprescindible en tot estudi d'aquest tipus, l'extracció de mostres de

sediment que siguin analitzades com a mostres de control que ens permetin realitzar una més acurada interpretació dels resultats.

Malgrat els fitòlits han estat identificats en totes les mostres analitzades, en general no s'han trobat en un nombre abundant (vegeu taules resultats principals núm. fitòlits per 1 gr de FIA). Podem considerar que els fitòlits es troben en un bon estat de conservació, tot i que en alguns casos s'ha observat que aquests presentaven signes evidents d'alteració química en la seva superfície. Un bon exemple són les mostres de Sant Jaume Mas d'en Serrà, en les que aquesta alteració s'ha detectat tant en les mostres de molins com les procedents del sediment adherit a diversos vasos ceràmics (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). Els percentatges de fitòlits dissolts no poden ser considerats com a excessivament elevats, ja que la mitjana del percentatge de dissolució és de 15,4% (aproximadament) per al conjunt total de les mostres analitzades. Entenem per percentatge de dissolució la identificació de fitòlits que no han pogut ser reconeguts morfològicament degut al seu elevat grau d'alteració. En la majoria dels casos, s'ha observat que els percentatges de dissolució més elevats no es poden relacionar a l'obtenció d'un baix nombre de fitòlits en l'estudi quantitatiu. Això ens indica que el fenomen de la dissolució no és la causa del reduït nombre de fitòlits; creiem, doncs, que es tracta de mostres en general pobres pel que fa a la presència vegetal. Un últim aspecte que cal comentar en relació al fenomen de la dissolució, és que s'ha observat també que els percentatges més elevats de fitòlits dissolts (superiors al 20%, aproximadament), sempre s'obtenen en les mostres procedents de peces elaborades amb roques ígnies, especialment de granit. Aquest fenomen ha estat apreciat en les mostres de control de Sant Jaume Mas d'en Serrà, ja que ens han permès observar que els percentatges de dissolució més elevats s'obtenen en els sediments adherits directament sobre el suport lític, la roca de granit. Els resultats obtinguts en aquest estudi ens permeten suggerir que determinades matèries primeres poden influir en la preservació o alteració dels fitòlits.

Per a la discussió dels resultats de l'estudi morfològic dels fitòlits només hem tingut en compte aquelles mostres en les que ha estat possible comptabilitzar fins a un mínim de 50 fitòlits, ja que són les que ens permeten treballar amb un marge d'error més baix en la interpretació dels resultats (Fig. 3.20). Cal dir que aquestes mostres pertanyen a nivells arqueològics de cronologies bastant antigues, de la primera Edat de Ferro (una mostra procedent de Sant Jaume, datada de mitjans de segle VII aC- primer quart del segle VI aC, SJ6) i un conjunt de mostres del període ibèric antic, que daten de

segle V aC (tres mostres procedents de Mas Castellar, MC1, MC2 i MC3 i dues d'Alorda Park, ALP1 i ALP2) i del segle IV aC (dues mostres del Turó de la Font de la Canya, TFC5 i TFC6). Es tracta de moles de diversa tipologia i matèria primera (Fig. 3.20), recuperades en diferents tipus de contextos arqueològics, tot i que la majoria provenen del farciment de sitges, com és el cas de tots els exemplars de Mas Castellar i del Turó de la Font de la Canya.

Número mostra	Jaciment	% FIA	Número fitòlits 1 gr. de FIA	Núm. de fitòlits morfològicament identificats	Observacions
MC 1	Mas Castellar-Pontós	63,6	1.352.000	161	Mola de vaivé (tipus V-P/A), peça 88, basalt
MC 2	Mas Castellar-Pontós	55,1	1.063.000	81	Mola de vaivé (tipus V-P), peça 85, granit
MC 3	Mas Castellar-Pontós	52,5	2.157.000	190	Mola de vaivé (tipus V-P/A), peça 86, granit
TFC 5	Turó Font de la Canya	57,3	641.000	65	Mola de vaivé (tipus R-A), peça 13 calcària
TFC 6	Turó Font de la Canya	59,9	2.414.000	200	Mola rotativa activa (tipus R-P), peça 8, gres
ALP 1	Alorda Park	24,2	1.667.000	127	Mola rotativa activa (tipus V-P), peça 53, dolomia
ALP 2	Alorda Park	18,4	832.000	88	Mola rotativa activa (tipus V-P), peça 54, granit
SJ 6	Sant Jaume-Mas d'en Serrà	15,2	1.064.000	114	Mola rotativa activa (tipus V-P), peça 7, granit

Fig. 3.20: Taula de resultats generals. Descripció i localització de les mostres de molins analitzades i principals resultats obtinguts de l'estudi de fitòlits (només mostres ens les que han estat identificats més de 50 fitòlits).

En relació als resultats de l'anàlisi morfològica dels fitòlits, una característica comuna que observem en totes aquestes mostres és el predomini de les plantes de la família de les gramínies, en percentatges que se situen entre el 60-80% del total de fitòlits quantificats (Fig. 3.21). Les dicotiledònies es troben representades en menor mesura, principalment per les parts del tronc i l'escorça d'aquestes plantes, però la morfologia dels fitòlits identificats ens permet considerar que es tractaria bàsicament de petites branques, i amb una més reduïda presència de les fulles. Per últim, en alguns jaciments han estat identificades també morfologies que pertanyen a les palmàcies (mostres d'Alorda Park i Sant Jaume Mas d'en Serrà, Fig. 3.21). Estudis previs demostren que la producció de fitòlits és diferent segons el tipus i la part de la planta. A partir de l'estudi de la col·lecció de referència, sabem que les gramínies produeixen

aproximadament 20 vegades més que el tronc i l'escorça de les plantes dicotiledònies (WILDING, DREES, 1971; ALBERT, WEINER, 2001) i 16 vegades més fitòlits que les fulles de les mateixes dicotiledònies (ALBERT, WEINER, 2001). Així doncs, és especialment important tenir en compte aquesta diferència en la producció de fitòlits quan analitzem i interpretem les mostres procedents de jaciments arqueològics (ALBERT, 1995).

Pel que fa a les plantes dicotiledònies, s'han identificat morfologies que corresponen sobretot a fitòlits de les parts procedents del tronc i de l'escorça, i molt especialment els d'aquest últim grup. El predomini de fitòlits de l'escorça sobre els que procedeixen del tronc es poden atribuir a la presència de petites branques, tot i que els estudis experimentals que ens puguin resoldre aquest tema es troben encara en curs. Les fulles de dicotiledònies es troben poc representades, tot i que es troben a totes les mostres estudiades.

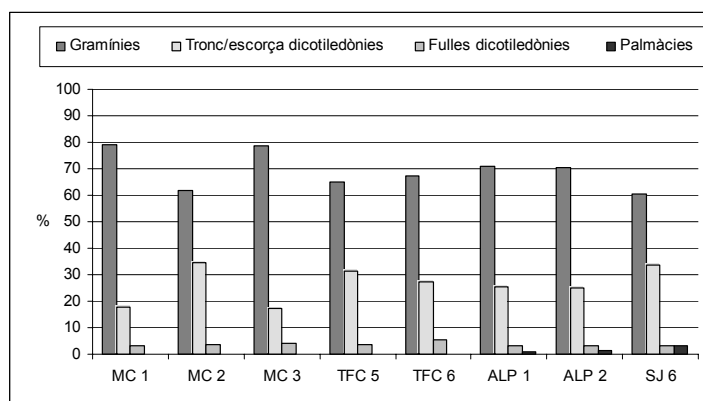


Fig. 3.21: Resultats generals de l'anàlisi morfològica dels fitòlits identificats en les mostres.

Com ja s'ha comentat, en algunes de les mostres destaca la presència de morfologies de fitòlits que pertanyen al grup de les palmàcies (mostres d'Alorda Park i Sant Jaume Mas d'en Serrà, Fig. 3.21). En estudis previs realitzats amb mostres procedents del jaciment de Sant Jaume Mas d'en Serrà, la presència d'aquest tipus de plantes, juntament amb diferents parts corresponents a dicotiledònies i a canyissars, ha estat interpretada com a les restes vegetals de diferents nivells d'enderroc (recinte A4, UE 1040), en el que segons els seus excavadors eren observables a nivell macroscòpic desgreixants vegetals en fragments de fang pertanyents a elements constructius (ALBERT, PORTILLO, informe intern inèdit 2004b). Per tant, almenys pel que respecta a la mostra de Sant Jaume, procedent d'una peça documentada en la mateixa

unitat estratigràfica (peça SJ7, UE 1040), podem considerar que les restes vegetals identificades corresponen a les restes del nivell d'enderroc que no pas a les restes del processat dels productes vegetals.

Les plantes gramínies estan representades morfològicament per totes les seves parts (tija, fulles i inflorescències). Les inflorescències d'aquestes plantes es troben al voltant del 18,2% del total de fitòlits de gramínies quantificats (Fig. 3.22). Aquest resultat és molt similar als obtinguts en altres estudis recents de fitòlits de molins de l'edat de Ferro en jaciments de l'àmbit de la Mediterrània, tot i que es presenta lleugerament més baix; per exemple, en jaciments de les illes de Sardenya (diferents Nuragis de l'altiplà de Pranemuru, província de Nuoro) i de Menorca (Talaiot de Biniparratxt Petit, Sant Lluís) s'han obtingut percentatges en les inflorescències que superen el 20% (ALBERT, informe inèdit 2003; ALBERT, PORTILLO, 2005). Podem afegir que recentment s'han obtingut percentatges d'inflorescències de gramínies molt similars en els sediments recollits en relació directa amb molins del jaciment del període Neolític Pre-Ceràmic d'Ayn Abü Nukhayla (Wadi Rum, Jordània) (ALBERT, HENRY, 2004). Cal recordar al respecte que és precisament a les inflorescències d'aquestes plantes on es troben les granes dels cereals, que són els principals productes panificables.

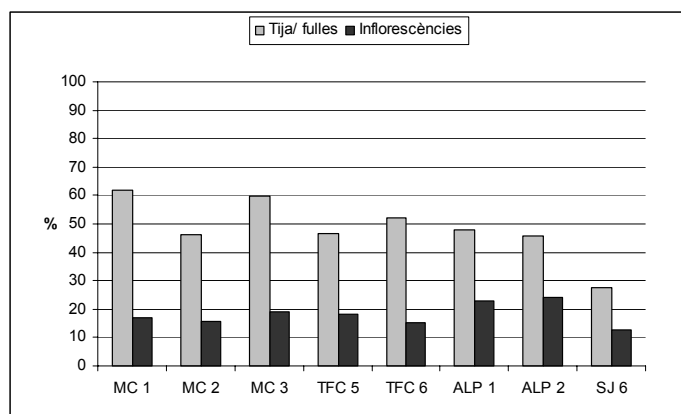


Fig. 3.22: Resultats generals de l'anàlisi morfològica de fitòlits de gramínies. Comparació del percentatge de tiges/ fulles i inflorescències.

Les gramínies que han estat identificades procedeixen principalment del grup festucoide (tipus C₃, TWISS, 1992) que com ja s'ha comentat, és el més comú en el nostre àmbit geogràfic i és característic d'un clima humit i temperat, al qual pertanyen cereals tan importants com el blat, l'ordi i la civada. Així doncs, els resultats obtinguts en aquest estudi indiquen que les moles podrien haver estat utilitzades per al processat d'aquest tipus de plantes. Cal tenir present que els estudis macrobotànics realitzats en

els últims anys (fem referència a la carpologia, estudi de les llavors i els fruits), mostren que els cereals i molt especialment l'ordi vestit (*Hordeum vulgare*) i el blat nu (*Triticum aestivum/ durum*) són les plantes conreades més importants durant la Protohistòria (entre d'altres, BUXÓ, 1997; ALONSO, 2000a).

Una característica comú que observem a totes les mostres és l'absència d'estructures multicel·lulars silicificades de gramínies, tot i l'elevada presència de fitòlits corresponents a aquestes plantes. Cal recordar al respecte que el fenomen de la dissolució química no pot ser considerat com la causa de l'absència d'estructures multicel·lulars completes, ja que els percentatges obtinguts en aquestes mostres no són en general excessivament elevats. Les estructures multicel·lulars són comuns entre les espècies de cereals, ja que aquestes plantes es troben molt silicificades. Respecte a aquesta temàtica, sabem que les estructures multicel·lulars silicificades es produeixen en major abundància quan existeix una bona silicificació de la planta (ROSEN, 1992a). L'absència d'estructures multicel·lulars de gramínies relacionades amb una elevada presència de fitòlits de plantes gramínies també s'ha documentat recentment en altres estudis relacionats amb la presència de molins en espais funcionals on les plantes podrien haver estat processades (ALBERT, HENRY, 2004; ALBERT, PORTILLO, 2005). Aquesta absència d'estructures multicel·lulars silicificades no ens ha permès realitzar una identificació més acurada de les plantes representades. Cal dir que aquestes plantes produeixen morfologies de cèl·lules silicificades que són molt similars i a partir de la observació microscòpica resulta impossible adscriure-les a cap d'aquestes espècies. Per tal d'obtenir identificacions acurades cal realitzar estudis morfomètrics de fitòlits, que es fonamenten en la microscopia electrònica amb làser i la digitalització de les imatges. Fins al moment, aquest tipus d'estudis morfomètrics només han estat realitzats en els Estats Units (Brigham Young University, Provo, Utah) on el Professor T.B. Ball ha aplicat els resultats a estudis arqueològics (BALL *et al.*, 1993; BALL *et al.*, 1996; BALL *et al.*, 1999; BALL *et al.*, 2001; BERLIN *et al.*, 2003; PORTILLO *et al.*, en premsa). En aquests moments, aquest tipus d'estudis morfomètrics estan essent introduïts per primera vegada a la zona Mediterrània, en el marc del projecte d'estudi del jaciment de la primera Edat de Ferro de Tel-Dor (Israel) (ALBERT *et al.*, en preparació). A partir d'aquests treballs pioners obtindrem una base de dades que pugui ser aplicada a l'estudi de mostres arqueològiques per tal d'extreure'n interpretacions paleoecològiques, però que molt especialment ens permetran avançar en el coneixement sobre les activitats econòmiques realitzades en el passat.

Per últim, podem considerar que l'absència d'estructures multicel·lulars no pot explicar-se en funció dels efectes d'una dissolució química, sinó que podria estar relacionada amb processos postdeposicionals que podrien haver afavorit la seva fractura o fins i tot a una degradació mecànica dels fitòlits produïda durant els processos de mòlta (PORTILLO, ALBERT, 2004; ALBERT, PORTILLO, 2005). Els espais intercel·lulars dels esquelets de silici normalment es troben menys silicificats que la cèl·lula per si mateixa i per tant, aquests es trenquen més fàcilment. Amb tot, hem de reconèixer que aquesta és una de les temàtiques en les que caldrà encara aprofundir, ja que per resoldre aquesta i d'altres aspectes funcionals cal realitzar treballs d'experimentació. Per tant, els resultats exposats en aquest treball de tesi doctoral no deixen de ser preliminars, ja que en aquests i altres aspectes, encara caldrà aprofundir.

3.5. CONSIDERACIONS FINALS

Per concloure, considerem d'interès remarcar les característiques comunes observades entre totes les mostres analitzades. En primer lloc, cal recordar que els fitòlits han estat identificats en totes les mostres, tot i que no en un elevat nombre. La preservació dels fitòlits pot estar relacionada tant amb les característiques del sediment analitzat com amb la litologia del molí. En aquest cas s'observa que el procés de dissolució és més important entre els materials elaborats amb roques ígnies. Un altre aspecte que podem considerar, és que l'absència d'estructures multicel·lulars podria relacionar-se també a una degradació mecànica que es produeix durant les activitats de transformació dels productes en les tasques mòlta (PORTILLO, ALBERT, 2004; ALBERT, PORTILLO, 2005).

A partir dels resultats obtinguts fins al moment, no s'observa una relació directa entre la varietat tipològica o morfològica dels instruments i els resultats obtinguts en l'estudi de fitòlits. D'això es desprèn que els diferents tipus de molins podrien haver estat utilitzats per a funcions similars, independentment de la seva morfologia i litologia. Per últim, l'estudi morfològic revela que les peces de molí analitzades devien ser utilitzades principalment per al tractament de gramínies de la subfamília festucoide. Podem afegir que s'han obtingut resultats morfològics similars en altres estudis de fitòlits realitzats recentment amb utilatge de mòlta de períodes diversos (Neolític Pre-Ceràmic, Bronze Final i Edat del Ferro) en diferents jaciments de l'àmbit Mediterrani

(ALBERT, HENRY, 2004; ALBERT, PORTILLO, informe inèdit 2004; ALBERT, PORTILLO, 2005).

Finalment, hem d'aclarir que les analítiques de fitòlits es troben encara en un estadi incipient de la recerca, molt especialment en relació a les seves aplicacions en l'estudi dels processos de transformació de productes vegetals. Considerem que en aquest marc de la recerca caldrà complementar els resultats que s'obtenen de l'estudi de fitòlits amb altres estudis arqueobotànics (com per exemple els midons), aplicar els estudis morfomètrics de plantes gramínies per tal d'identificar les espècies de cereals i aprofundir en els aspectes funcionals amb la realització d'estudis experimentals. Per tant, entenem que els resultats que acabem d'exposar tenen caràcter merament preliminar, ja que cal aprofundir en molts aspectes, i especialment en els relacionats amb la caracterització morfològica dels fitòlits i l'estudi de les col·leccions de referència, la qual cosa permetrà aprofundir en temàtiques tan interessants com la identificació de les espècies vegetals que podrien haver estat processades en aquests instruments. Entenem que l'aplicació d'aquest tipus d'estudis fitolitològics ens permetrà aprofundir en temàtiques tan interessants com la identificació i l'estudi d'espais funcionals en els jaciments arqueològics i que això significarà, sens dubte, una aportació important dels estudis arqueobotànics en la interpretació del registre arqueològic, especialment en els aspectes espacials i funcionals.

