Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca
AGAUR

Memòria justificativa de recerca de les convocatòries BCC, BE, BP, CTP-AIRE, INEFC i PIV

La memòria justificativa consta de les dues parts que venen a continuació:
1.- Dades bàsiques i resums
2.- Memòria del treball (informe científic)

Tots els camps són obligatoris

1.- Dades bàsiques i resums

Nom de la convocatòria

BP

Llegenda per a les convocatòries:

BCC	Convocatòria de beques per a joves membres de comunitats catalanes a l'exterior
BE	Beques per a estades per a la recerca fora de Catalunya
BP	Convocatòria d'ajuts postdoctorals dins del programa Beatriu de Pinós
CTP-AIRE	Ajuts per accions de cooperació en el marc de la comunitat de treball dels Pirineus. Ajuts de mobilitat de personal investigador.
INEFC	Beques predoctorals i de col·laboració, dins de l'àmbit de l'educació física i l'esport i les ciències aplicades a l'esport
PIV	Beques de recerca per a professors i investigadors visitants a Catalunya

Títol del projecte: ha de sintetitzar la temàtica científica del vostre document.
Estabilitat i diagènesis dels fitòlits de silici en els jaciments arqueològics

Dades de l'investigador o beneficiari

Nom	Cognoms
Dan	Cabanes i Cruelles

Correu electrònic
dancabanes@gmail.com / dan.cabanes@weizmann.ac.il

Dades del centre d'origen

Kimmel Center for Archaeological Science, Dpt. of Structural Biology.
Weizmann Institute of Science
76100, Rehovot, Israel

Número d'expedient
2009 BP-A 00060

Paraules clau: cal que esmenteu cinc conceptes que defineixin el contingut de la vostra memòria.
Fitòlits; diagènesis; dissolució; índex de variació dels fitòlits (Phytolith Variation Index); test ràpid de solubilitat

Data de presentació de la justificació
4 de Juny del 2012

Dan Cabanes i Cruelles

Nom i cognoms i signatura
del/de la investigador/a

Stephen Weiner

Vist i plau del/de la responsable de la
sol·licitud

Resum del projecte: cal adjuntar dos resums del document, l'un en anglès i l'altre en la llengua del document, on s'esmenti la durada de l'acció

Resum en la llengua del projecte (màxim 300 paraules)

Els fitòlits són un dels components principals dels sediments arqueològics. Són relativament estables i menys propensos a la degradació biològica que altres restes vegetals, però també poden ser afectats per la diagènesis. Per entendre com la diagènesis afecta als fitòlits hem desenvolupat una aproximació experimental utilitzant solucions alcalines per determinar l'estabilitat individual de fitòlits fòssils i moderns. L'experimentació ha estat completada amb un estudi de camp a Izbet Sartah. Els resultats mostren com la diagènesis canvia la composició dels conjunts de fitòlits, i per tant afecta la interpretació arqueològica. Conseqüentment, hem desenvolupat un mètode per determinar l'estat de preservació dels fitòlits en els jaciments arqueològics.

L'experimentació mostra com els fitòlits moderns són més solubles que els fitòlits fòssils. Tant els fitòlits fòssils com els moderns són menys estables si són cremats. No totes les morfologies es preserven igual, indicant així que hi ha unes morfologies més estables que unes altres. Els fitòlits amb decoracions delicades, especialment aquells formats a la inflorescència de gramínies, són més propensos a la dissolució que els de les fulles.

L'avaluació de l'estat de preservació dels fitòlits en jaciments arqueològics es pot realitzar utilitzant un conjunt de tècniques com ara: l'Index de Variació de Fitòlits, el mètode de dissolució ràpida, la identificació de morfologies delicades i la utilització del FTIR. Proposem que la diagènesis dels fitòlits depèn directament de la quantitat inicial de fitòlits en els sediments, la velocitat de sedimentació, i la presència o absència de fitòlits i plantes modernes en l'àrea estudiada.

Els resultats d'aquesta investigació han estat publicats en dos articles afegits al final de l'informe (Cabanes et al., 2011 i Cabanes et al., in press), presentats en congressos internacionals i utilitzats indirectament en altres investigacions (Cabanes et al., 2010; Cabanes i Albert 2011: Namdar et al., 2011)

Resum en anglès (màxim 300 paraules)

Silica phytoliths are a major component in sediments from archaeological sites. Although they are relatively stable and less prone to biological degradation than other plant remains they can also be affected by diagenesis. To understand how diagenesis affects phytolith assemblages we developed an experimental approach using alkaline solutions to determinate the individual stability of modern and fossil phytoliths. The experiments have been completed with a field case study at Izbet Sartah. The results show that diagenesis might change the composition of phytolith assemblages, hence affecting the archaeological interpretation. Therefore, we developed a method to evaluate the preservation state of phytoliths in archaeological sites.

The experiments show that modern phytoliths are more soluble than fossil phytoliths. Moreover, both modern and fossil phytoliths are less stable after being burnt. Not all the phytolith morphologies preserve in the same way, indicating that there are a set of morphologies more stable than others. Phytoliths with delicate decorations, especially those originated in the grass inflorescence are more prone to dissolution than those from the leaves.

The evaluation of phytolith preservation in the archaeological sites can be carried out using a set of techniques such as the Phytolith Variation Index, the rapid dissolution method, the identification of delicate morphologies and the use of FTIR to determinate the mineralogical composition of the sediments. We propose that phytolith diagenesis depends on the initial amount of phytolith deposited in the sediments, the sedimentation rate, and the presence or absence of modern phytoliths and plants in the area studied.

The results of this research have been published in two papers attached at the end of this report (Cabanes et al., 2011 and Cabanes et al., in press), presented in international conferences and already used in other investigations (Cabanes et al., 2010; Cabanes & Albert 2011; Namdar et al., 2011).

Resum en anglès (màxim 300 paraules) – continuació -.

2.- Memòria del treball (informe científic sense limitació de paraules). Pot incloure altres fitxers de qualsevol mena, no més grans de 10 MB cadascun d'ells.

Els fitòlits de silici han estat utilitzats en el camp de la paleoecologia i de l'arqueobotànica per estudiar els canvis climàtics passats i l'ús dels recursos vegetals per les poblacions pretèrites (Piperno, 1988, 2006). Les seves característiques físques i químiques, i la seva mida microscòpica, els converteixen en un element molt important per poder entendre els processos de formació en els jaciments arqueològics (Cabanes et al., 2009, Weiner 2010). Tot i què les investigacions que es basen en l'estudi de fitòlits han augmentat considerablement en els darrers anys els treballs sobre la tafonomia d'aquests microfossils s'havien deixat en un segon terme (Madella et al. in press). Durant aquest dos anys del Programa Beatriu de Pinós al Weizmann Institute of Science he desenvolupat sota la supervisió del Prof. Steve Weiner, i també de la Dra. Ruth Shahack-Gross un programa investigador que ha aconseguit abordar el problema de la diagènesis dels fitòlits i desenvolupar un nou mètode per poder avaluar l'estat de preservació dels fitòlits en els jaciments arqueològics. L'objectiu final d'aquestes investigacions ha estat poder entendre millor les condicions de preservació dels fitòlits per aconseguir dades d'alta resolució que ens ajudin a comprendre la gestió dels recursos vegetals durant el passat. Els resultats directes d'aquestes investigacions han estat publicats en dos articles al Journal of Archaeological Science (Cabanes et al, 2011; Cabanes et al, in press) afegits al final de la memòria. A més, aquests resultats ja han començat a ser utilitzats en altres recerques que no estan relacionades directament amb la diagènesis dels fitòlits però que utilitzen aquest microfòssils per entendre els processos de formació arqueològics (Cabanes et al, 2010; Cabanes & Albert, 2011; Namdar et al., 2011). Els resultats d'aquestes investigacions també s'han donat a conèixer a nivell internacional en dues reunions científiques diferents a la Universitat de Barcelona i el Weizmann Institute of Science.

Introducció i Objectius.

Els fitòlits de silici es formen a partir d'un procés de biomineralització en el que les plantes acumulen silici en forma d'òpal (SiO_2). Durant la seva formació aquests elements microscòpics adquireixen la forma de la cèl·lula on es diposita el silici, de tal forma que en resulta un motllo d'aquesta. A partir de la morfologia dels fitòlits es pot identificar de quina planta provenen, i fins i tot en quina part de la planta han estat formats. Els fitòlits es depositen en els sediments quan la planta es descompon o ha estat cremada. La seva natura inorgànica els fa resistents a processos diagenètics que la matèria orgànica vegetal no pot superar. No obstant, un cop depositats en els sòls o els sediments els fitòlits poden sofrir els mateixos processos diagenètics que sofreix la matriu sedimentària on han estat depositats. Els principals factors que poden afectar la preservació dels fitòlits són: el reciclatge actiu de les plantes vives dels fitòlits prèviament depositats en els sòls (Alexandre et al., 1997); la bioturbació dels sediments (Grave et

al., 1999); i el pH bàsic dels sediments ja què dissolt l'òpal que forma els fitòlits (Iler, 1979).

Tenint en compte aquest factors es va portar a terme un projecte experimental per a entendre com els fitòlits s'alteren en els sediments, i com es pot aplicar el coneixement obtingut en aquests experiments a la realitat arqueològica.

Així doncs, els objectius plantejats per a aquest dos anys d'investigació i recollits en la proposició de beca van ser:

1. Definir els processos d'alteració dels fitòlits en un pH bàsic (8-10) a partir d'una aproximació experimental.
    a. Identificar les morfologies resistents i les morfologies febles.
    b. Quantificar els grau de dissolució d'aquestes morfologies
    c. Diferenciar l'efecte de les altres temperatures sobre la preservació dels fitòlits.
    d. Caracteritzar analíticament els fitòlits alterats per pH bàsics.

2. Definir un model que es pugui aplicar a l'estudi dels fitòlits arqueològics per tal de identificar aquells conjunts de fitòlits esbiaixats per l'alteració.
    a. Modelització del procés d'alteració dels fitòlits per entendre com afecta als diferents conjunts arqueològics.
    b. Definir quines són les característiques que ens permeten diferenciar un conjunt alterat del que no ho està.

3. Aplicar el model obtingut a l'estudi dels fitòlits fòssils en diferents estats de preservació i corregir el possible biaix tafonòmic per una millor interpretació del conjunt.
    a. Obtenció de fitòlits en diferents jaciments i sota diferents estats de preservació
    b. Definir l'estat de preservació d'aquests fitòlits a partir de les característiques obtingudes a l'objectiu 2b.
    c. Interpretar el conjunt dels fitòlits tenint en compte el model tafonòmic desenvolupat.

Materials i Mètodes.

El llistat complet de mostres utilitzades en l'aproximació experimental i l'aproximació arqueològica es poden trobar en els dos articles afegits al final de la memòria (Cabanes et al., 2011, Cabanes et al., in press). En qualsevol cas, per a l'aproximació experimental es van utilitzar mostres modernes de *Triticum aestivum* recol·lectat al nord d'Israel i mostres arqueològiques procedents del jaciment de Tel Dor. Per a l'aproximació arqueològica les mostres estudiades provenien del jaciment de Izbet Sartah i els seus voltants.

El mètodes utilitzats també es poden trobar detallats en els articles afegits al final de la memòria (Cabanes et al., 2011, Cabanes et al., in press) . Bàsicament es van modificar els sistemes d'extracció dels fitòlits moderns i de fitòlits fòssils per evitar utilitzar àcids que pugessin afectar la composició química de la superfície dels fitòlits. Aquest mètodes no pretenien recuperar la totalitat del conjunt dels fitòlits, en canvi buscaven recuperar la una conjunt de fitòlits de la màxima puresa. Part dels fitòlits obtinguts per aquest mètode es van cremar en un forn mufla per estudiar els efectes dels foc en la preservació dels fitòlits. La qualitat de la mostra a utilitzar es va comprovar amb el microscopi òptic i amb l'ajuda del FTIR. Els fitòlits van estar suspesos en una solució alcalina (pH10) durant 5 setmanes. La quantitat de silici alliberat a la solució durant aquest temps va ser quantificada, i les morfologies dels fitòlits analitzades abans i després de l'experiment per comprovar les diferències. Tot el procés va ser monitoritzat amb el FTIR per comprovar possibles canvis en la mineralogia dels fitòlits.

Per a l'aproximació arqueològica es va utilitzar el mètode de Katz et al. (2010) per extreure i quantificar els fitòlits de les mostres de Izbet Sartah. En aquest cas la mineralogia dels sediments també va ser estudiada amb l'ajuda del FTIR. Els resultats es van analitzar seguint un nou mètode proposat per a distingir la variació total del conjunt de fitòlits (Phytolith Variation Index, PVI). Aquest mètode pot detectar increments i disminucions de la importància relativa de cada morfologia de fitòlits respecte a la base de referència escollida. En aquest cas també es va utilitzar el nou mètode del Rapid Solubility Test, que consisteix en dissoldre fitòlits arqueològics per entendre quin nivell de preservació tenen. El detalls d'aquests mètodes es poden trobar en Cabanes et al. (in press), afegit al final de la memòria.

Resultats

Aproximació experimental.
Els resultats de l'aproximació experimental es poden trobar a Cabanes et al. (2011). Seguidament s'enumeren els principals fets contrastats:
1. El fitòlits fòssils són menys solubles que els fitòlits moderns.

2. Els fitòlits cremats són més solubles que els no cremats, independentment si són fòssils o moderns.
3. El pes perdut durant l'experiment és consistent amb la quantitat de silici detectat en la solució exceptuant el cas de la inflorescència del blat modern incinerat (veure article per més detalls).
4. Utilitzant el FTIR no es van observar grans canvis en la composició mineralògica de les mostres abans i després de l'experiment.
5. Canvis en les morfologies dels conjunts de fitòlits:
   a. Totes les morfologies decreixen en nombre, encara que hi ha algunes que ho fan més que unes altres, canviant així els percentatges inicials de cada morfologia.
   b. Els paral·lelepípedes allargats rugulats són especialment resistents en les mostres modernes, mentre que altres morfologies com les cèl·lules llargues dendrítiques, estòmates, pèls, o papillae són molt menys resistents.
   c. En les mostres arqueològiques totes les morfologies relacionades amb la inflorescència de les gramínies mostren uns índex de solubilitat més alts que les relacionades amb la fulla i les tiges d'aquestes plantes.
   d. Les mostres inicials, abans de l'experiment, mostren la presència de fitòlits "alterats" indicant així que aquestes morfologies per si soles no són indicatives de l'estat de preservació dels fitòlits.

Discussió de l'aproximació experimental

Davant d'aquest resultats proposem què:

El fet de què els fitòlits es preserven o no en els sediments arqueològics o el paleosòls depèn de la solubilitat del mineral què forma el fitòlits, com de robust és el morfotipus afectat, el règim hidrològic local, l'activitat biològica i probablement d'altres factors encara per determinar. Els fitòlits cremats són més solubles que els fitòlits que no s'han cremat i per tant més susceptibles de desaparèixer. El fet de que algunes morfologies siguen relativament més estables es pot deure a la pèrdua de decoració de morfologies més complexes i la conseqüent impossibilitat d'identificar aquestes com a tals. Les dades obtingudes indiquen que la estabilitat del fitòlits depèn de la seva solubilitat i de la seva fragilitat, per tant es possible que la dissolució dels fitòlits estigui acompanyada del seu trencament quant aquests esdevenen més prims.

Implicacions arqueològiques:

La identificació de l'origen anatòmic dels fitòlits depèn en gran mesura de morfotipus específics. Segons els nostres experiments alguns d'aquests morfotipus són menys estables que uns altres. En termes generals els fitòlits indicatius de la inflorescència són més susceptibles al canvi que els fitòlits de fulles i tiges, conseqüentment, si el conjunt de fitòlits estudiat ha sofert diagènesis els efectes d'aquesta pot arribar a canviar la interpretació arqueològica del conjunt original.

Resultats de l'aproximació arqueològica.

1. Durant el procés d'excavació i mostreig es van definir dues àrees diferenciades: l'àrea central, que inclouria els límits arquitectònics del jaciment coneguts fins aleshores, i l'àrea perifèrica, que bàsicament inclouria l'àrea fora dels límits arquitectònics. Independent de l'àrea analitzada els sediments mostraven un alt grau de bioturbació.
2. La composició mineralògica dels sediments és relativament homogènia (argila, calcita i quars) sent la calcita d'origen geogènic. L'argila és més abundant en la zona central del jaciment que en la zona exterior. Només tres mostres d'un sediment blanquinós a l'àrea central donen una composició diferent (fosfats carbonatats, i argila alterada tèrmicament) què possiblement deriva de les restes d'una activitat relacionada amb el foc.
3. La concentració de fitòlits per gram de sediment disminueix del centre a la perifèria del jaciment, amb correlació amb la composició mineralògica.
4. Quan es comparen els resultats del PVI (Phytolith Variation Index) es pot observar què totes les mostres arqueològiques tenen valors molt similars, exceptuant les tres mostres de sediment blanc. A més quan es contrasten aquests valors amb les concentracions de fitòlits s'observa com a mesura que les mostres s'allunyen del centre del jaciment les concentracions de fitòlits decauen i el PVI augmenta.
5. Evidència de diagènesis: Prèviament havíem demostrat que en el cas de les gramínies els fitòlits originats a la inflorescència i certes morfologies delicades tendeixen a dissoldre's més ràpidament. A Izbet Sartah els fitòlits de la inflorescència i les morfologies delicades disminueixen del centre a la perifèria del jaciment, mentre que els fitòlits alterats augmenten i els de les fulles i tiges es mantenen estables. Això està en consonància amb els resultats obtinguts amb el test de solubilitat ràpida, que indiquen que les concentracions més altes de fitòlits es deuen a un menor efecte de la diagènesis sobre aquests.

Discussió de l'aproximació arqueològica.

1. Límits del jaciment i preservació dels fitòlits

a. La presència de quantitats relativament altes de fitòlits 20 m més enllà dels límits arquitectònics del jaciment indica que les activitats humanes no es limitaven a la part central d'aquest.

b. Els test de dissolució i els resultats morfològics indiquen que tots els conjunts de fitòlits recuperats a Izbet Sartah tenen un grau d'alteració considerable si els comparem amb els resultats previs obtinguts a Tel Dor (Aproximació experimental; Cabanes et al. 2011). Aquest resultats indiquen que qualsevol reconstrucció de l'ús dels recursos vegetals a Izbet Sartah podria resulta errònia degut a l'alteració que han sofert.

2. Model per a la diagènesis dels fitòlits en els jaciments arqueològics. Es postulen tres factors principals per a l'alteració dels fitòlits en els jaciments:

a. Velocitat d'acumulació dels sediments: Si en el jaciment arqueològic la velocitat de sedimentació és ràpida, per exemple durant una ocupació continuada, i no durant una ocupació estacional, un enterrament ràpid del fitòlits pot evitar que aquest es concentrin en la zona activa de les arrels, i per tant no seran tant susceptibles de ser reciclats.

b. El nombre inicial de fitòlits en els sediments: Si la quantitat inicial de fitòlits és alta, encara que part del conjunt de fitòlits sigui dissolt pel pH o reciclat per les plantes, la proporció dels fitòlits desapareguts continuarà essent baixa, i per tant continuaran estant relativament ben preservats. En canvi si la quantitat de fitòlits inicial és baixa, la proporció de fitòlits desapareguts serà més alta i la seva preservació més dolenta.

c. La presència de fitòlits moderns: La presència de plantes modernes cobrint els sediments influeix també en la preservació dels fitòlits; durant l'aproximació experimental vam demostrar que els fitòlits moderns es dissolen més que els fitòlits fòssils, per tant, si les plantes modernes depositen fitòlits suficients tendiran a reciclar els fitòlits moderns enlloc dels fòssils.

En general, l'aproximació arqueològica i l'aproximació experimental, han demostrat què els fitòlits en els jaciments arqueològics tendeixen a la diagènesis. En jaciments amb poca sedimentació els fitòlits sofriran més els efectes diagenètics que en jaciments amb altes taxes de sedimentació. A més els jaciments amb poca sedimentació en la zona mediterrània tendiran a tenir una mescla de fitòlits moderns i fòssils, degut al reciclatge de les plantes modernes. En jaciments profundament enterrats la preservació dels fitòlits serà més bona i per tant el seu anàlisi més fiable.

Finalment proposem 4 passos per avaluar l'estat de preservació dels fitòlits arqueològics:
1. Determinar les concentracions de fitòlits en els sediments.
2. Per a l'anàlisi morfològic dels fitòlits en jaciments a l'aire lliure només utilitzar les mostres arqueològiques amb valors molt més alts que en les mostres de control.
3. En cas de conjunts homogenis utilitzar l'índex de variació dels fitòlits (PVI) per ressaltar les diferències sobre la mitjana arqueològica.
4. Utilitzar el test de dissolució ràpida per avaluar la solubilitat dels fitòlits recuperats.

Conclusions.

Els fitòlits arqueològics són susceptibles de sofrir diagènesis un cop depositats als sediments i sòls. Aquesta diagènesis afecta més unes morfologies que unes altres, creant així un possible biaix en la interpretació dels fitòlits recuperats. Les condicions que més poden afectar a la preservació dels fitòlits són: un pH alcalí dels sediments combinat amb la presència d'aigua o humitat, una sedimentació lenta amb formació de sòls immediatament després de l'ocupació humana, un nombre baix de fitòlits inicials, i el fet de què els fitòlits estiguin cremats. La millor forma d'avaluar la preservació dels fitòlits és controlant el nombre de morfologies delicades i de fitòlits en posició anatòmica, conèixer la mineralogia dels sòls, utilitzar el PVI, i comprovar la seva solubilitat amb el test ràpid. Aquestes propostes han estat testades als jaciments de Tel es Safi i Izbet Sartah (Israel) amb resultats clarament positius.

Finalment, a nivell personal voldria remarcar la satisfacció d'haver pogut assolir tots els objectius que es van proposar en la memòria inicial d'aquesta convocatòria de recerca.

Alexandre, A., Meunier, J.-D., Colin, F., Koud, J.-M., 1997. Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathearing processes, Geochimica et Cosmochimica Acta 61, 677-682.

Cabanes, D., Burjachs, F., Expósito, I., Rodríguez, A., Allué, E., Euba, I., Vergés, J.M., 2009. Formation processes through archaeobotanical remains: The case of the Bronze Age levels in El Mirador cave, Sierra de Atapuerca, Spain, Quaternary International 193, 160-173.

Cabanes, D., Mallol, C., Expósito, I., Baena, J., 2010. Phytolith evidence for hearths and beds in the late Mousterian occupations of Esquilleu cave (Cantabria, Spain), Journal of Archaeological Science 37, 2947-2957.

Cabanes, D., Albert, R.M., 2011. Microarchaeology of a collective burial: cova des Pas (Minorca), Journal of Archaeological Science 38, 1119-1126.

Cabanes, D., Weiner, S., Shahack-Gross, R., 2011. Stability of phytoliths in the archaeological record: a dissolution study of modern and fossil phytoliths, Journal of Archaeological Science 38, 2480-2490.

Cabanes, D., Gadot, Y., Cabanes, M., Finkelstein, I., Weiner, S., Shahack-Gross, R., in press. Human impact around settlement sites: a phytolith and mineralogical study for assessing site boundaries, phytolith preservation, and implications for spatial reconstructions using plant remains, Journal of Archaeological Science.

Grave, P., Kealhofer, L., 1999. Assessing Bioturbation in Archaeological Sediments using Soil Morphology and Phytolith Analysis, Journal of Archaeological Science 26, 1239-1248.

Iler, R.K., 1979. The Chemistry of Silica: Solubility, Polymerization, Colloid and Surface Properties and Biochemistry, Wiley-Interscience, New York.

Katz, O., Cabanes, D., Weiner, S., Maeir, A.M., Boaretto, E., Shahack-Gross, R., 2010. Rapid phytolith extraction for analysis of phytolith concentrations and assemblages during an excavation: an application at Tell es-Safi/Gath, Israel, Journal of Archaeological Science 37, 1557-1563.

Madella, M., Lancelotti, C., in press. Taphonomy and phytoliths: A user manual, Quaternary International.

Namdar, D., Zukerman, A., Maeir, A.M., Katz, J.C., Cabanes, D., Trueman, C., Shahack-Gross, R., Weiner, S., 2011. The 9th century BCE destruction layer at Tell es-Safi/Gath, Israel: integrating macro- and microarchaeology, Journal of Archaeological Science 38, 3471-3482.

Piperno, D.R., 1988. Phytolith Analysis: An Archeological and Geological Perspective, Academic Press, San Diego.

Piperno, D.R., 2006. Phytoliths : a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists, AltaMira Press, Lanham, MD.

Weiner, S., 2010. Microarchaeology. Beyond the Visible Archaeological Record, Cambridge University Press, Cambridge, New York.

Publicacions i presentacions a congressos originats directa o indirectament a partir de la convocatòria de recerca.

Publicacions:

Cabanes, D., Mallol, C., Expósito, I., Baena, J., 2010. Phytolith evidence for hearths and beds in the late Mousterian occupations of Esquilleu cave (Cantabria, Spain), Journal of Archaeological Science 37, 2947-2957.

Cabanes, D., Albert, R.M., 2011. Microarchaeology of a collective burial: cova des Pas (Minorca), Journal of Archaeological Science 38, 1119-1126.

Cabanes, D., Weiner, S., Shahack-Gross, R., 2011. Stability of phytoliths in the archaeological record: a dissolution study of modern and fossil phytoliths, Journal of Archaeological Science 38, 2480-2490.

Cabanes, D., Gadot, Y., Cabanes, M., Finkelstein, I., Weiner, S., Shahack-Gross, R., in press. Human impact around settlement sites: a phytolith and mineralogical study for assessing site boundaries, phytolith preservation, and implications for spatial reconstructions using plant remains, Journal of Archaeological Science.

Namdar, D., Zukerman, A., Maeir, A.M., Katz, J.C., **Cabanes, D**., Trueman, C., Shahack-Gross, R., Weiner, S., 2011. The 9th century BCE destruction layer at Tell es-Safi/Gath, Israel: integrating macro- and microarchaeology, Journal of Archaeological Science 38, 3471-3482.

Presentacions a congressos i reunions científiques:

Cabanes, D. Izbet Sartah: Preliminary Results and Phytolith Dissolution in Alkaline pH in First Annual Meeting European Research Council Project: Reconstructing Ancient (Biblical) Israel the Exact and Life Sciences Perspective, Tel Aviv University, Ma'alot, Israel, 2010

Cabanes, D.; Weiner, S.; Shahack-Gross, R.; Albert, R. M. Experimental Phytolith Dissolution in Alkaline pH. In Workshop on Site Formation and Postdepositional Processes in Archaeology, Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanya, 2010

Cabanes, D.; Weiner, S.; Shahack-Gross, R. Phytolith Stability in Archaeological Sediments. in MicroArchaeology Workshop. Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, 2011