

Inventari de tossols de la zona volcànica de la Garrotxa

LLORENÇ PLANAGUMÀ I GUÀRDIA

Centre per a la Sostenibilitat Territorial
Doctorant de la Universitat de Girona
llplanaguma@gmail.com

Rebut: 23.2.2018
Acceptat: 27.2.2018

RESUM

Inventari realitzat a les colades de lava que contenen el que localment s'anomenen tossols, geomorfologia molt particular que es crea al fluir la lava per damunt d'una zona humida. A la zona volcànica de la Garrotxa hi ha unes 40 colades de lava que afluïren a la superfície i d'aquestes quaranta, només a 4 s'hi ha localitzat morfologies que es puguin associar a tossols. Si analitzem aquestes colades, les quatre tenen en comú que són relativament recents, que s'estenen per una superfície relativament planera i que es van originar en un període glacial. Aquest fet ha permès inventariar i interpretar la formació d'aquestes morfologies volcàniques classificant-les com a tossols (*rootless volcanic cones*). En total s'han cartografiat 240 tossols de diverses formes i mides molt alterades degut a l'explotació dels tossols per part de l'home en pedreres o grederes.

Paraules clau: Vulcanisme, Garrotxa, laves, paleoclimatologia.

ABSTRACT

This work consists of an inventory of the hillocks (*tossols*) located on lava flows. These features have a very particular geomorphology, which was created when lava flows over a marshy area. In La Garrotxa Volcanic Zone there are about 40 surficial lava flows and, of these, only four have morphologies that can be associated with tossols. An analysis of these lava flows shows that all four are relatively recent, extend over a relatively flat area and originated during a glacial period. These facts have enabled us to inventory, interpret and classify these formations as *tossols* (*rootless volcanic cones*). In total 240 *tossols* of various forms and sizes have been mapped. It has also been discovered that they were once exploited as quarries for the construction of houses, bridges and other buildings.

Key words: vulcanism, Garrotxa, lave flow, paleoclimatology.

INTRODUCCIÓ

El Camp Volcànic de la Garrotxa cobreix una àrea aproximada de 600 km² i està localitzat entre les ciutats d'Olot i Girona. L'erupció més antiga representada per la colada de lava localitzada al Molí Fondo a Sant Joan les Fonts és d'uns 700.000 anys (Araña *et al.*, 1983) i la més recent, la del volcà del Crosat, amb una edat compresa entre uns 11.500 anys (Guerin *et al.*, 1985) i uns 12.300 anys (Puiguriguer *et al.*, 2012) abans del present.

El vulcanisme de la zona està caracteritzat per cons d'escòries, de mida petita, producte d'erupcions de tipus fisural, és a dir; el magma surt per esquerdes, més o menys lineals, generant diferents fonts de piroclastos alineades al llarg de centenars de metres. El temps que dura l'erupció en un volcà amb aquestes característiques és de l'ordre de pocs dies a pocs mesos, per tant parlem d'erupcions de curta durada.

Fins ara s'han reconegut més de 50 punts emissors, dels quals més de 40 són cons volcànics molt ben preservats. Aquests volcans els trobem distribuïts principalment en dos sectors diferents, la zona nord, a la conca alta del riu Fluvià, i la zona sud, a la conca mitjana del riu Ter. La principal concentració de volcans és al sector nord, actualment protegits dins l'àmbit del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. En aquesta zona destaquen, entre molts altres, els singulars edificis del volcà del Montsacopa, al bell mig de la ciutat d'Olot, el del volcà de la Garrinada amb els seus tres cràters o el del volcà del Crosat i el Santa Margarida que varen fer erupció de forma simultània, situats al terme municipal de Santa Pau. Tanmateix, els pocs volcans que trobem en el sector sud tenen grans dimensions i una complexitat eruptiva superior als altres, que els fa més interessants. En aquest sector hi trobem el volcà de la Crosa de Sant Dalmai, amb un cràter circular de més d'un quilòmetre de diàmetre, situat a prop de l'aeroport de Girona (Bolós *et al.*, 2014).

Tots els volcans del Camp Volcànic de la Garrotxa es consideren monogenètics, és a dir, s'han format durant un únic episodi eruptiu, que es produeix per l'ascens i sortida d'una bossada de magma la qual, en esgotar-se, marca l'extinció de l'activitat en aquell punt. Habitualment presenten diverses fases eruptives sense que mostrin una separació temporal significativa entre elles. Una característica d'aquest tipus de vulcanisme és la gran diversitat d'estils eruptius (tipus d'activitat), morfologies i dipòsits malgrat l'homogeneïtzació composicional del magma (Martí *et al.*, 2011). D'aquesta manera, a la Garrotxa s'han identificat diversos tipus d'activitats eruptives: Les més tranquil·les, són les efusives que donen les colades de lava; l'activitat estromboliana és poc explosiva però amb un percentatge de gas suficient per generar explosivitat. I finalment l'activitat més violenta que es dona amb la interacció del magma amb l'aigua del subsòl, motiu pel qual s'anomena freatomagmàtica.

Damunt de les colades de lava hi localitzem tres tipus de morfologies diferents que tenen una gènesi distinta. Els *hornitos* es formen damunt de tubs volcànics al sortir la lava per una esclatxa del tub quan el conducte va ple i la lava té més pressió que la que pot aguantar. Els *blisters* o butllofes per inflació, són petites cavitats que es formen quan la lava té més pressió de la normal i empeny el sostre ja solidificat cap amunt. Els *rootless volcanic cones* o tossols és una forma de relleu volcànic que s'assembla a un veritable con volcànic, però es diferencia en que no és una activitat eruptiva provocada per l'ascens d'un magma (Planagumà *et al.*, 2016). Es caracteritzen per l'absència de qualsevol conducte que connecta magma sota de la superfície. Són producte de la interacció d'una colada de lava i una zona de sediments humits. Fins a l'actualitat no s'han descrit moltes d'aquestes morfologies a la Terra, i les descripcions provenen d'Islàndia (Thordarson, 2000).

La formació dels tossols a la Garrotxa es dona quan l'emissió d'una colada de lava flueix per damunt d'una zona de molleres, torbera constituïda per ciperàcies i altres herbes i moltes. Inicialment la colada de lava flueix de manera normal i no és fins que queda en repòs que l'aigua expulsada per la torba i els sediments, pel pes de la colada, entra dins d'aquesta generant vapor d'aigua que ascendeix, a través d'ella, quan aquesta s'està solidificant. Aquest fenomen provoca una petita erupció al damunt de la lava (Planagumà *et al.*, 2016).

Les colades de lava que encara conserven els tossols es donaren en erupcions que ocorregueren en unes èpoques més fredes que l'actual i en les quals el que dominaria en el paisatge serien espais oberts formats per prats estacionals i/o estepes fredes, i uns pocs pins disseminats pel territori (Mallarach *et al.*, 1985) i en alguna raconada microclimàtica podria haver-hi algun bosquet termo-mesòfil que s'expandiria quan les temperatures s'incrementessin ja durant l'Holocè (Burjachs, 1990); (Puiguriguer *et al.*, 2012). En les zones més humides i de surgències d'aigua hi localitzariem hàbitats de molleres amb torbes característics de zones més fredes, com ara Escòcia, Irlanda, Islàndia o en hàbitats d'alta muntanya als Pirineus. Per aquest motiu es considera que la formació dels tossols ve condicionada per aquests tipus de terrenys que actuen més com una esponja que com una massa d'aigua relativament profunda.

TAULA 1. Edats de les colades de lava amb presència de tossols.

	Edat	Metodologia	Referència	Observacions
Volcà de Montolivet	Entre 18.000 i 9.500 anys	Paleontologia	Bolòs, A., 1925	Datació relativa a partir d'una capa piroclàstica sobre un jaciment paleontològic amb fauna del Magdelanià (entre 18.000 i 9.500 anys).
Volcà del Puig Jordà	17.100 (+/- 1.600)	Termoluminiscència	Guérin <i>et al.</i> , 1985	Datació absoluta, realitzada en la colada de lava que aflora en les fonts de Sant Roc.
Volcà del Crosat	11.500 (+/- 1.500)	Termoluminiscència	Guérin <i>et al.</i> , 1985	Datació absoluta, realitzada en la colada de lava que aflora en la Pomareda.
	Entre 13.270 i 13.040	Carboni 14	Puiguriguer <i>et al.</i> , 2006	Datació relativa al datar-se l'argila amb matèria orgànica localitzada just per sota els piroclastos del volcà del Crosat.

METODOLOGIA

La metodologia utilitzada en aquest inventari consta de quatre fases.

La primera és el recull bibliogràfic i de cartografies antigues amb informació dels tossols. S'han consultat de més antic a més modern diferents obres. El primer és el llibre *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot* (Bolós, 1841, segona edició, ampliada). De la mateixa època, un altre naturalista que descriu els tossols és l'enginyer i inspector general del cos de mines francès Édouard Louis Daniel de Bill el qual, al 1828 redacta una nota als *Annales de mines* sobre els volcans de la Garrotxa: *Note sur les volcans éteints des environs d'Olot, en Catalogne*. La primera publicació

amb una descripció més precisa dels tossols i on fa un llistat amb noms d'aquestes morfologies fou la de Josep Gelabert i Rincón on va redactar dues publicacions rellevants on els tossols hi tenien especial importància: "Los volcanes extinguidos de la província de Girona" (1904) i "El Vora-Tosca, Conferència científico-artística" (1917). La primera cartografia on apareixen tossols és de Jaume Marcet Riba, "Carte géologique de la zone volcanique d'Olot" (1926), on cartografia de manera poc exacte els tossols de les tres colades de lava: Bosc de Tosca, volcà del Crosca i Pla de Dalt. Finalment, Josep Maria Mallarach cartografia els tossols en la Carta geològica de la regió volcànica d'Olot: litologia i geomorfologia (Mallarach, 1982) i en fa una descripció en el llibre Els volcans Olotins i el seu paisatge (Mallarach & Riera, 1981).

En la segona fase es cartografien a partir del model digital d'elevacions de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya tots els turonets que aparentment s'hi observen.

La tercera fase es basa en una recerca oral a partir d'entrevistes amb veïns de la zona per tal de conèixer la localització i el nom dels tossols que ells saben.

La quarta és una cartografia, georeferenciació i treball de camp per tal de confirmar quins són tossols i quins no.

RESULTATS

En la zona volcànica hi ha 4 colades on s'han localitzat morfologies que es puguin associar a tossols. Possiblement hi pugui haver altres colades amb tossols, però aquests podrien perfectament estar erosionats o tapats per altres colades i sediments producte de barratges més recents. En aquestes 4 colades de lava en total s'han pogut cartografiar i inventariar 240 tossols repartits de la següent manera:

Colada de Bosc de Tosca (Puig Jordà)

Al Bosc de Tosca, situat entre el volcà de Cabriolers i el riu Fluvià, hi ha 110 Tossols. Els tossols es troben repartits al llarg de la colada de lava que prové del volcà del Puig Jordà. Aquesta colada està datada a les fonts de Sant Roc, i té uns 17.000 anys (Guérin *et al.* 1985). Aquesta emissió de lava va fluir per una zona relativament planera on en alguns indrets hi havia mulleres torboses. El resultat fou que en aquesta colada s'hi generaren diferents turonets al seu damunt, producte de la interacció dels sediments humits amb la colada.

Colada de la fageda d'en Jordà (volcà del Crosca)

La colada de lava de la Fageda d'en Jordà es va generar per l'emissió efusiva de l'erupció fissural que van formar el volcà del Crosca, el volcà de Santa Margarida, el turó de Can Xel i petits cons volcànics de tipus *spatter*. L'activitat eruptiva va tenir diferents fases explosives de tipus estrombolià i freatomagmàtica i una d'efusiva al final, producte de la desgasificació del magma. La fase efusiva va crear una colada de lava de tipus Aa que es va estendre per una plana producte del barratge d'antigues colades existents a la zona. En aquesta colada de lava s'han inventariat 103 tossols, que es troben distribuïts sobretot a la part més distal de la colada respecte el cràter, on devia haver-hi la zona humida.

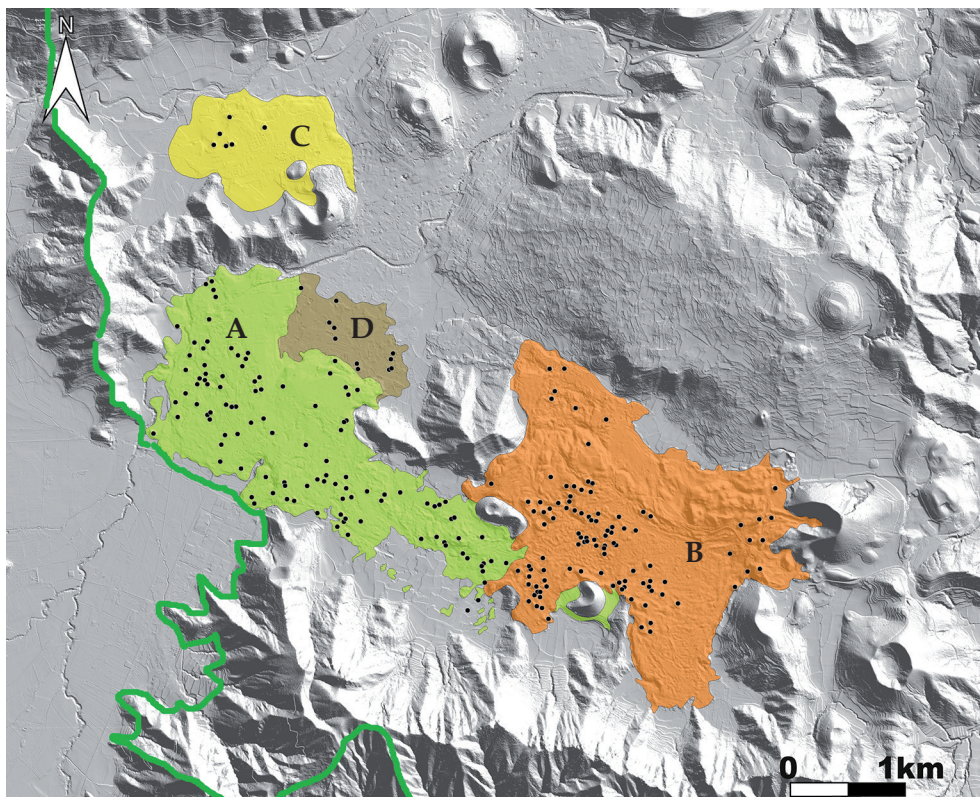


FIGURA 1. Cartografia dels tossols amb les quatre colades: de Bosc de Tosca (A), de la fageda d'en Jordà (B), del Pla de Dalt (C) i de la Moixina-Parc Nou (D).



FIGURA 2. Tossol de Can Central en la colada de lava del Bosc de Tosca.



FIGURA 3. Tossal del clot dels Gallufos a l'interior de la fageda d'en Jordà sobre la colada de lava del volcà del Croscat.

Colada del Pla de Dalt (Volcà de Montolivet)

La colada de lava del volcà de Montolivet va formar l'anomenat Pla de Dalt. L'edat d'aquesta erupció encara és desconeguda, tot i que se'n té una datació relativa a partir de fauna fòssil trobada sota una capa de piroclastos que es creu que venen del volcà de Montolivet. Aquesta fauna és típica de la zona entre 9.500 i 18.000 anys d'antiguitat. Aquesta colada de lava es va estendre per una vall planera producte del barratge i l'acumulació de sediments de les diferents colades de lava existents a Olot com la del volcà de la Garrinada, la del volcà del Montsacopa o altres volcans que actualment estan coberts per erupcions posteriors o l'entramat urbà com per exemple el volcà del Puig del Roser. En aquesta colada s'han localitzat 7 tossols, amb una estructura molt semblant als del Bosc de Tosca.

Colada de la Moixina – Parc Nou

Colada de lava d'origen desconegut i d'edat també desconeguda que es localitza en alguns punts per sota de la colada del Puig Jordà. Per tant, com a mínim sabem que és més antiga de 17.000 anys. En aquesta colada s'han inventariat 10 tossols.



FIGURA 4 – Tossol vora el camp de fútbol del Pla de Dalt en la colada de lava del volcà de Montolivet.



FIGURA 5. Tossol vora la via de l'antic carrilet d'Olot – Girona, ara via verda –

Tipus de dipòsits que genera l'activitat eruptiva dels tossols

La formació dels tossols és a causa de l'entrada d'aigua dins la colada de lava durant el seu procés de solidificació. L'evaporació de l'aigua entre les esquerdes de retracció que es comencen a formar provoca que el gas ascendeixi arrastrant restes de lava encara en estat fluid provocant petites erupcions al damunt de la lava. La pressió d'aquest gas alhora deforma part de la colada ja solidificada. A la zona trobem diferents deformacions, des de quasi verticals fins a les més inclinades.

Els dipòsits de roques que formen aquests petits cons volcànics estan formats especialment per piroclastos de mida bloc i alguns lapilli producte de l'activitat explosiva. El més característic està format per piroclastos soldats a causa de les elevades temperatures que tenen en el seu interior, aquests dipòsits tenen semblança als que formen un con d'esquitxos (spatter), és dir, un con de poca alçada format per una activitat molt poc explosiva i on aquests queden aglutinats i soldats entre ells. Degut a les característiques d'aquesta activitat eruptiva les bombes que s'hi localitzen solen ser molt compactes i amb morfologies de fus perfectes.



FIGURA 6. Exemple de dipòsit de piroclastos soldats.



FIGURA 7. Bombes volcàniques característiques dels tossols.

DISCUSSIÓ

Els tossols de la zona volcànica de la Garrotxa constitueixen una de les morfologies més interessants de la zona. L'inventari realitzat ha permès identificar-ne un centenar més dels cartografiats fins l'actualitat. J. Gelabert (1904) en va descriure una seixantena, J. Marcet (1926) en va cartografiar una cinquantena i J.M. Mallarach (1982) uns cent-quaranta en la seva cartografia vulcanològica. En total s'ha ampliat a un centenar de tossols més a la zona.

S'ha descobert que tenen una rellevància important per conèixer el vulcanisme de la zona i la dinàmica de les colades de lava a nivell global. L'elevada densitat de tossols en algunes colades de lava, a més de les característiques particulars de determinats dipòsits que els formen (piroclastos soldats) ha permès interpretar la seva formació. L'inventari realitzat també ha permès estudiar com s'han utilitzat com a pedreres per a la construcció de masos, ponts i altres edificacions al llarg dels segles XVIII, XIX i principis del XX.

La descripció de les seqüències eruptives d'aquests tossols confirma la seva formació, la relació entre les colades de lava fluides d'un vulcanisme basàltic i la seva interacció amb zones humides típiques de climes freds on generen les molleres torboses. La formació d'aquests tossols es realitza quan la colada ja s'ha aturat i no mentre flueix, això es deu a que no s'observa cap deformació per moviment en cap dels dipòsits descrits.

La definició que dona el Diccionari de Geologia publicat per l'Institut d'estudis Catalans (Riba, 1997) de tossol és que es tracta del sollevament de la crosta d'un corrent de lava produït per una emissió incompleta d'aquest material per sota la crosta, a causa d'un canvi de pressió de la lava en un lloc determinat o al llarg d'una esquadra (en aquest cas, es tracta d'una



FIGURA 8. Bloc treballat de roques excavades en els tossols.

intumescència allargada); té forma de dom o de gran butllofa, pot superar els 20 m d'alçada i els 40 m de diàmetre, i es caracteritza per no tenir cap cavitat a l'interior i perquè la lava no hi ha estat brexificada (tret que el diferencien d'un blister).

En aquest cas després de la descripció de diferents tossols la definició quedaria de la següent manera: petita erupció damunt d'una colada de lava i sollevament de la crosta i la part ja solidificada de la colada a causa de la pressió exercida per l'evaporació d'aigua en el seu interior al haver fluït per damunt d'una zona humida de mulleres; té forma de dom i pot superar els 20 metres d'alçada i els 40 metres de diàmetre, i es caracteritza per estar format en el seu interior per dipòsits de piroclastos aglutinats i soldats.

Inventaris com els dels tossols són essencials per a la conservació del patrimoni natural geològic d'una zona, a través de l'inventari s'aporta informació geològica rellevant per a prendre decisions en la gestió del territori i així poder identificar les amenaces que poden malmetre el patrimoni natural. En aquest cas l'inventari també aporta informació essencial per conèixer una part de la història de la comarca i el seu patrimoni construït.

AGRAÏMENTS

Per a la realització d'aquest inventari s'agraeix al Parc Natural de la Zona Volcànica el seu suport, en especial a l'Emili Bassols que ha supervisat les feines realitzades i la Montse Grabolosa del Centre de Documentació del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Als geòlegs Xavier de Bolós i Ona Corominas per la seva col·laboració. A l'Associació de Veïns del Bosc de Tosca i altres veïns que han col·laborat en la identificació, Joan Aulines, Lluís Guillaumes, Lluís de Can Masot, Joana del Masnou, Joan de Can Toca, Pep i Maria de

Can Berga, Tomàs de Cal Filaner, Rosa de Can Païssa, Martí de Can Palet, Assumpció de la Fullaca, Ricard de Can Serra, Aurèlia i Josep Maria de Mas Sobiràs i Quimeta i Roser de Can Palleu. A Tosca, Serveis Ambientals per la infraestructura i logística. I a l'Arxiu de Fotografia d'Olot.

REFERÈNCIES

- ARAÑA, V.; APARICIO, A.; MARTÍN, C.; GARCÍA, L.; ORTIZ, R.; VAQUER, R.; BARBERI, F.; FERRARA, G.; ALBERT, J. & GASSIOT, X. 1983.** El volcanismo neógeno-cuaternario de Cataluña: Caracteres estructurales, petrológicos y geodinámicos. *Acta Geológica Hispánica*. T. 18, 1: 1-17.
- BOLÓS, A. 1925.** L'estació paleontològica del Pont de Ferro i algunes consideracions sobre el vulcanisme olotí. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 2ª sèrie vol. V, 4. Barcelona.
- BOLÓS, F. 1841.** *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot y de sus inmediaciones hasta Amer, y de los nuevamente descubiertos, y no publicados.* Barcelona. Imp. Herederos de la viuda Pla.
- BOLÓS, X.; PLANAGUMÀ, LL. & MARTÍ, J. 2014.** Volcanic stratigraphy of the Quaternary La Garrotxa Volcanic Field (north-east Iberian Peninsula). *Journal of Quaternary Science*, 29 (6): 547-560
- BURJACHS, F. 1990.** Evolució de la vegetació i paleoclimatologia des de fa més de 85.000 anys a la regió d'Olot. Anàlisi pol.línica del Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts, La Garrotxa) *Vitrina*, 5: 39-46. Museu Comarcal de la Garrotxa, Olot.
- DE BILLY, E.L.D. 1828.** Note sur les volcans éteints des environs d'Olot, en Catalogne. *Annales des Mines, ou Recueil des mémoires sur l'exploitation des mines, et sur les sciences qui s'y rapportent*, IV: 181-210.
- GELABERT, J. 1904.** *Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona.* Imp. O. Viader. San Feliu de Guíxols.
- GELABERT, J. 1917.** El Vora-Tosca, conferència científico-artística donada en la ciutat d'Olot el dia 11 de setembre de l'any 1917. Impremta d'Octavi Viader.
- GUÉRIN, G.; BEMHAMOU, G. & MALLARACH, J.M., 1985.** Un exemple de fusió parcial en medi continental. El vulcanisme quaternari de Catalunya, *Vitrina*, 1: 19-26.
- MARTÍ, J.; PLANAGUMÀ, L.; GEYER, A.; CANAL, E. & PEDRAZZI, D. 2011.** Complex interaction between Strombolian and phreatomagmatic eruptions in the Quaternary monogenetic volcanism of the Catalan Volcanic Zone (NE of Spain). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 201: 178-193.
- MALLARACH, J.M. PÉREZ R. & ROURA, J.M. 1985.** Aportacions al coneixement del clima i la vegetació durant el Quaternari Recent en el NE de la Península Ibèrica. *Vitrina*, 1: 49-54
- MALLARACH, J.M. & RIERA, M. 1981.** *Els volcans Olotins i el seu paisatge.* Olot. Serpa.
- MALLARACH I CARRERA, J.M. 1982.** Carta geològica de la regió volcànica d'Olot: Litologia i geomorfologia. [Mapa].E.1:20.000. Ajuntament d'Olot.
- MARCET RIBA, J. 1926.** Períodos eruptivos de la provincia de Gerona. *Estudios Geol.*, 9: 189-217.
- PLANAGUMÀ, L., BOLÓS, X. & COROMINAS, O. 2015.** Els tossols del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Col·lecció Pedres i Cultura. Geonat.
- PUIGURIGUER, M.; ALCALDE, G.; BASSOLS, E.; BURJACHS, F.; EXPÓSITO, I.; PLANAGUMÀ, LL.; SAÑA, M. & YLL, E. 2012.** 14C dating of the last Croscat volcano eruption (Garrotxa Region, NE Iberian Peninsula). *Geologica Acta*, 10 (1): 43-47.
- RIBA, O. (dir.) 1997.** Diccionari de geologia. Institut d'Estudis Catalans: Enciclopèdia Catalana. (Diccionaris de l'Enciclopèdia. Diccionaris Temàtics).
- THORDARSON, T. 2000.** Rootless eruptions and cone groups in Iceland: products of authentic explosive water to magma interactions. Abstract in *Volcano/Ice Interactions on Earth and Mars*, ed. V. C. Gulick and M. T. Gudmundsson. Reykjavík: University of Iceland, p. 48.