L'ATZAVARA
26: 67-72 (2016)
ISSN 0212-8993 eISSN 2339-9791

Terra Negra: un sòl sobre pissarres al Montnegre

Marcos Fernández-Martínez [1,2,3], Guillem Bagaria [3,4], Rosa Cañizares [3,5], Irene Raya [3,5], Catherine Preece [3], Olga Margalef [3], Xavier Domene [3,5]

[1] ICHN, Delegació de la Serralada Litoral Central, Mataró, Catalunya
[2] CSIC, Global Ecology Unit, CREAF-CSIC-UAB, Cerdanyola del Vallès, Catalunya
[3] CREAF, Cerdanyola del Vallès, Catalunya
[4] Grup de Naturalistes d'Osona – ICHN, Vic, Catalunya
[5] Departament de Biologia Animal, Vegetal i Ecologia, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Catalunya

Terra Negra: a soil over shales in Montnegre. – Montnegre's mountain range boasts a large variety of landscapes because of the spatial variability of its geological materials. Its parent materials are comprised of igneous and metamorphic rocks, mainly granites, shales and phyllites with small incursions of calcareous and basaltic rocks. As a result, Montnegre also presents a certain diversity of soil types. Very close to Sant Martí de Montnegre we can find one of the most geologically interesting sites in Montnegre, the so called Terra Negra, surely named this way because of the colour of its rocks and soils. Terra Negra is located on a doughnut-like incursion of black shale, dating from the Carboniferous Period, rounded mainly by phyllites and hornfels and by granite at the north side. On the 11th of April 2015 we carried out a field exploration of the location to collect soil data and samples for further analyses in the laboratory. Therefore, the main aim of this paper is to present the data we have collected from the soil of Terra Negra. Finally, with the available data, we discuss some of the properties of the soil and their effects on the local plant community.

Introducció

La indiscutible importància del sòl, pel que fa al sosteniment de la vida, ha fet que la seva observació i estudi hagi atret l'atenció d'una gran quantitat de pagesos, científics i naturalistes al llarg de la història. És per això que l'edafologia, la ciència que estudia els sòls, és encara avui dia una de les disciplines cabdals per entendre com funcionen els ecosistemes terrestres. Malgrat això, i com en altres disciplines, les rareses edafològiques a escala local són a voltes obviades. En aquest sentit, l'11 d'abril del 2015 la delegació de la Serralada Litoral Central de la ICHN va organitzar una sortida per observar i analitzar un sòl sobre pissarres del Carbonífer situat a Terra Negra, a la serra del Montnegre. L'objectiu era avaluar les característiques fisicoquímiques d'aquests sòls locals que ens permetessin entendre millor quina és la seva gènesi, llurs propietats i els possibles riscos als que pot estar sotmès enfront d'un eventual increment de la temperatura, torrencialitat de les precipitacions i estrès hídric. En aquest article fem una breu introducció a les característiques geològiques del massís del Montnegre, exposem els mètodes emprats per fer les anàlisis del sòl, tant al camp com al laboratori, i finalment presentem i discutim llurs característiques fisicoquímiques i l'impacte que el canvi global pot tenir sobre el sòl i, per tant, sobre l'ecosistema en general.

El Montnegre i llurs materials geològics

La serra del Montnegre, anomenada així des de temps immemorials probablement per la foscor dels seus boscos d'alzina, està situada a la Serralada Litoral Central catalana i n'inclou el punt més alt (Turó d'en Vives, 767 m s.n.m.). El clima és mediterrani amb una marcada influència marina: la temperatura mitjana anual es troba al voltant dels 12,9ºC i la precipitació ronda els 700-800 mm per any, amb una marcada variabilitat interanual (ca. 25%) (Martín-Vide, 2002). És, per tant, una de les zones més plujoses del litoral català (Martín-Vide, 1992), fet que determina un paisatge poc freqüent en tot el llevant peninsular, amb boscos densos i vegetació exuberant. Pel que fa a la vegetació arbòria, hi predominen els boscos d'alzina (*Quercus ilex* L.), sovint barrejats amb pi pinyer (*Pinus pinea* L.), mentre que a les zones més altes s'hi poden trobar perxades de castanyers (*Castanea sativa* Mill.), rouredes de roure africà (*Quercus canariensis*

© Els autors
Aquesta obra està subjecta a una llicència de Reconeixement-NoComercial 4.0 Internacional de Creative Commons (cc by-nc 4.0)

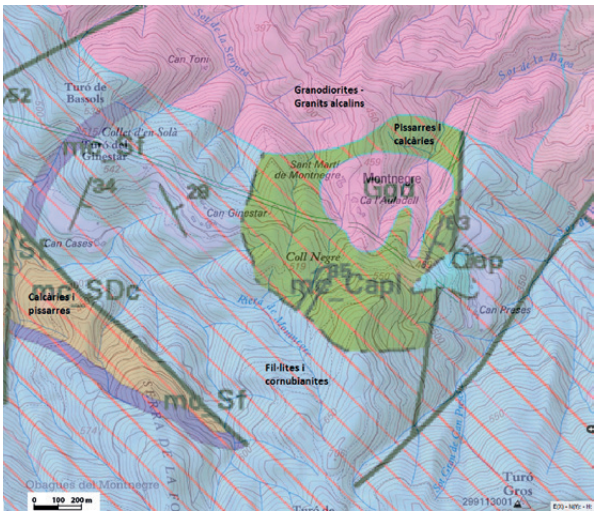

Figura 1. Mapa geològic i topogràfic de la regió d'estudi. Terra Negra es troba al Coll Negre. Font: modificat a partir de l'Atles Geològic de Catalunya, Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

Willd.) i de fulla gran (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) i fins i tot alguns fajos (*Fagus sylvatica* L.) (Montserrat 1950), tot plegat conferint una especial singularitat al massís del Montnegre.

La formació d'aquest massís es remunta a l'orogènia Herciniana, com en el cas de tota la Serralada Litoral Central i el Montseny, separada d'aquest últim per la falla de la Depressió Prelitoral (falla Vallès-Penedès). El massís del Montnegre està majoritàriament format per materials paleozoics del període Carbonífer-Permià: diversos i abundants substrats granítics i roques metamòrfiques a les zones més altes de la serralada (fil·lites i cornubianites, per exemple al Turó d'en Vives i al Turó Gros) (Carmona *et al.*, 1996a). En concret, a Sant Martí de Montnegre aflora un batòlit de granodiorita i granit alcalí envoltat per pissarres i calcàries (originades per un fort metamorfisme de contacte) (fig. 1). És justament en aquesta zona d'alternança de pissarres i calcàries on es troba Terra Negra i el sòl estudiat.

Materials i mètodes

Observació de camp

Un cop escollit l'emplaçament, prop de Coll Negre (fig. 2), es va fer la descripció de l'entorn, incloent dades sobre la climatologia, geomorfologia, substrat, vegetació, usos del sòl i pertorbacions. Per a l'estudi del sòl al camp es va procedir a fer una calicata, corresponent a un forat al terra amb un dels seus costats ben tallat i net, anomenat perfil, per permetre l'observació de la disposició dels diferents horitzons del sòl i poder procedir a la seva descripció.

Preparació de les mostres

Un cop al laboratori es va procedir a assecar les mostres a l'aire durant set dies. Un cop seques, es van desfer els agregats del sòl amb l'ajuda d'un corró i es va garbellar en un sedàs de 2 mm cadascuna de les mostres corresponents als diferents horitzons, per a obtenir la terra fina i separar-la dels elements grossos. La terra fina (diàmetre <2 mm) és la que dóna les propietats del sòl, ja que és la que interacciona de manera més important amb els factors biòtics i abiòtics que actuen sobre el sòl. Les anàlisis de laboratori, per tant, es varen realitzar sobre la fracció de terra fina. Per a l'anàlisi de carbonats, matèria orgànica i la calcinació en mufla (LOI, *loss on ignition*) es requereixen partícules molt fines, de manera que es va polvoritzar part de la terra fina amb un morter, fins a obtenir partícules de mida <0,2 mm.

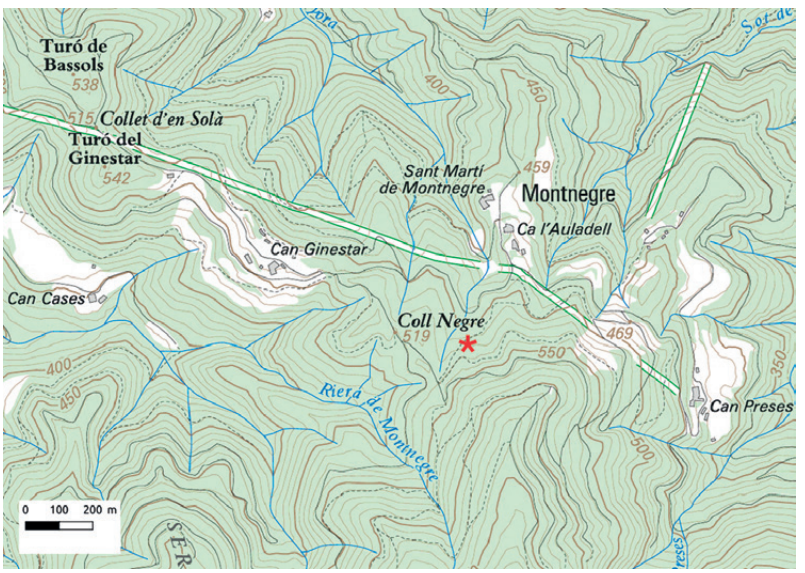

Figura 2. Mapa topogràfic de la zona d'estudi. *Terra Negra* es troba al *Coll Negre*. Font: modificat a partir de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

Taula 1. Descripció de l'entorn del perfil de Terra Negra.

Sistema cartogràfic de referència: UTM (ETRS89) **Àrea de mostreig:** Sant Martí de Montnegre **Localització:** Coll Negre (Terra Negra) **Autors:** Guillem Bagaria Morató, Marcos Fernández-Martínez	**Data:** 11/05/2015 **Coordenades:** 31T E: 463929, N: 4613264 **Altitud:** 506 m **Unitat administrativa:** Sant Celoni (Vallès Oriental)
Classificació WRB 2014: Skeletic, Dystric Leptosol (Humic) **Classificació SSS 2014:** Lithic Xerorthent	**Règim de temperatura del sòl:** Mèsic **Règim d'humitat del sòl:** Xèric (pel poc gruix)
Usos del sòl: Forestal **Influència humana:** Activitats antigues de carboneig **Cultius:** - **Vegetació:** Alzinar amb surera **Espècies:** *Quercus ilex, Quercus suber* **Recobriment herbaci:** 0% **Recobriment arbustiu:** 10% **Recobriment arbori:** 100% **Material parental:** Esquistos i pissarres no carbonatades del Carbonífer-Permià **Profunditat efectiva:** 23 cm **Afloraments rocosos:** Puntuals, d'esquistos i pissarres, 10% **Pedregositat superficial:** Esquistos i pissarres, 20% **Erosió:** No se n'observa. **Segellat/encrostament:** Nul.	**Topografia:** Pendent **Forma del paisatge:** Vessant **Element del paisatge:** Bosc esclerofil·le en vessant **Posició:** Part alta del vessant **Pendent:** 26º **Orientació:** Nord **Forma del pendent:** Convex en paral·lel i en perpendicular al pendent. **Dinàmica de la geoforma**: No se n'observa. **Drenatge:** Bo. **Nivell freàtic:** No s'observa. **Condicions d'humitat:** Sec.

Mètodes analítics

La classe textural es va determinar per duplicat segons criteri de la USDA i en base a la granulometria determinada per un mètode basat en el temps de sedimentació de les partícules. El pH real i potencial es varen mesurar per duplicat en un extracte 1:2,5 (pes/volum) en aigua i KCl 1M, respectivament. La conductivitat elèctrica es va avaluar en un extracte 1:5 (p/v) en aigua. Els carbonats es van determinar per duplicat en un calcímetre per atac amb HCl 17,5% (Bundy i Bremner, 1972; MAPA, 1994). El carboni orgànic es va estimar per duplicat mitjançant el mètode d'oxidació humida amb dicromat potàssic de Walkley-Black (Nelson *et al.*, 1996). La matèria orgànica es va inferir a partir dels valors de carboni oxidable multiplicats per 1,724. Finalment, la calcinació en mufla (Santisteban *et al.*, 2004) es va realitzar per triplicat durant 18 hores a 375ºC, seguit d'una calcinació a 550ºC durant 5 h, per tal d'obtenir la matèria orgànica total, incloent la fracció més recalcitrant de la matèria orgànica (Gélinas *et al*., 2001).

Addicionalment es van determinar els carbonats i es va realitzar calcinació en mufla de mostres polvoritzades no alterades de pissarra per tal de determinar-ne possibles traces de carbonats i de matèria orgànica en els materials que han donat lloc a aquest sòl.

Resultats i discussió

Descripció de l'entorn

Les condicions climàtiques que influeixen el sòl són mediterrànies, amb una precipitació mitjana anual d'aproximadament 750 mm i una temperatura mitjana anual de 12,8ºC. El règim de temperatures del sòl és mèsic, amb temperatura mitjana anual entre 8 i 15ºC i una diferència inferior a 6ºC entre la temperatura mitjana d'estiu i la d'hivern, i el règim d'humitat és teòricament ústic, amb humitat limitada, però present en l'època en què les condicions són favorables per al creixement de les plantes, tot i que el poc gruix fa que a la pràctica el règim sigui xèric (Soil Survey Staff, 1999). El perfil es va realitzar a una altitud de 506 m s.n.m i en un pendent de 26º en orientació nord, sobre pissarres i esquistos. El terreny té un ús forestal, com la major part del Montnegre, amb presència testimonial de plantes herbàcies, un 10% de recobriment arbustiu i un recobriment pràcticament total de l'estrat arbori, format bàsicament per alzina (*Quercus ilex*) i alzina surera (*Quercus suber*). Tot i el fort pendent, l'erosió observada era baixa, només amb una mica de moviment de fullaraca pendent avall. El poc gruix de sòl es manifesta superficialment en la presència relativament freqüent d'afloraments rocosos (10%) i l'elevada pedregositat superficial (20%). Els únics signes d'explotació detectats van ser d'extracció de suro. La taula 1 mostra informació més detallada sobre l'entorn del sòl estudiat.

Descripció dels horitzons

El perfil estudiat presentava una profunditat minsa, de fins a 23 cm (fig. 3). S'hi van diferenciar tres horitzons principals (A1, A2 i C) pels lleugers canvis en llur contingut en elements grossos, estructura, i contingut en matèria orgànica (taules 2 i 3), a més d'un horitzó orgànic superficial format per fullaraca en diferents graus de descomposició. El contingut en matèria orgànica és de molt abundant a abundant en tot el perfil, tot i que els colors molt foscos semblarien indicar que el contingut és superior. Caldria afegir, però, que aquest color és en part degut al color fosc de les pissarres que en són el material original (5Y 2.5/2 en sec, 5Y 2.5/1 en humit). Els valors de matèria orgànica obtin-

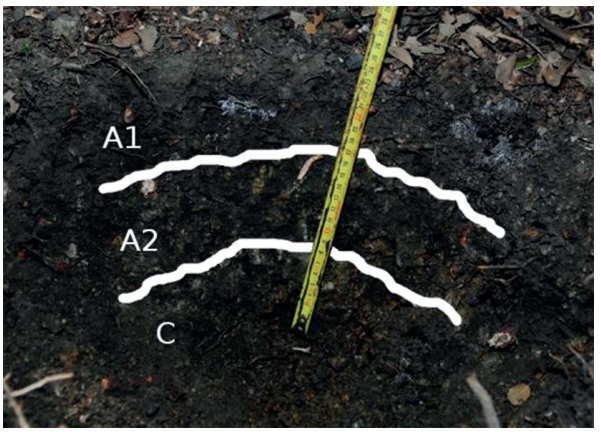

Figura 3. Detall de la calicata mostrant el perfil del sòl.

guts mitjançant la calcinació en mufla, indiquen possible presència de material grafitós en la roca mare (4,8%), formada durant el Carbonífer-Permià (Carmona *et al*., 1999). Un cop finalitzat el procés de calcinació, el sòl presenta un color vermell intens (2,5YR 4/6 en sec); coloració que suggereix un contingut significatiu d'òxids de ferro. Aquest fet ens indica que el color fosc original del sòl pot ser causat en part per l'elevat contingut en minerals foscos amb ferro o altres metalls provinents de les pissarres. Minerals rics en metalls com els sulfurs de ferro (e.g., pirites), les biotites, moscovites o clorites són comuns en aquestes litologies. Cal destacar que el sòl s'enriqueix en carboni de la fracció que es calcina a 375 (làbil) i 550ºC (moderadament recalcitrant) respecte la roca mare, per incorporació externa provinent de la vegetació, però s'empobreix en la fracció més recalcitrant (LOI a 950ºC, taula 3). Això es veu clarament pel fet que els valors de matèria orgànica per LOI a 375 i 550ºC decreixen amb la profunditat del sòl, mentre que els de LOI 950ºC augmenten a mesura que ens apropem a la roca mare. El contingut en elements grossos és apreciable en tot el perfil, essent aquestes pissarres de forma angulosa i plana. Les pissarres també formen el component majoritari en la base del perfil consistent en un horitzó C típic. Tots els horitzons tenen textura francosorrenca, tot indicant que no hi ha hagut illuviació d'argiles. Els carbonats són absents en el sòl, i també en la roca mare. El pH és lleugerament àcid, fet inesperat a causa de l'absència de carbonats en el material parental (que, a priori, haurien de comportar pHs encara més àcids), suggerint la presència de bases al complex de canvi que aconsegueixen tamponar el pH. Aquestes bases haurien de provenir de minerals rics en calci o magnesi (e.g., biotites i clorites) presents en les pissarres (fig. 1). La relativa poca diferència entre pH real i potencial també concorda amb una certa presència de bases al complex de canvi. La conductivitat elèctrica, indicadora de salinitat, és baixa i sobretot ocasionada pels productes de mineralització de la matèria orgànica.

El sòl de Terra Negra i el canvi global

Els boscos d'alzina, hàbitat àmpliament distribuït arreu de Catalunya i bona part de la conca Mediterrània, són la vegetació dominant de Terra Negra i de la major part de la serra del Montnegre. Malgrat que estan adaptats a condicions de sequera més o menys severes, aquests boscos no estan exempts de patir els efectes produïts

Taula 2. Descripció dels horitzons.

Horitzó	Profunditat (cm)	Descripció
O	0-0,5	Fulles d'alzina amb diferents graus de descomposició.
A1	0,5-4/6	**Estat d'humitat**: sec. **Color**: 5y 3/1 (en sec), 5y 2.5/1 (en humit), heretat del color fosc del material parental. **Taques**: no s'observen. **Trets d'oxido-reducció**: oxidació. **Elements grossos**: 15% volum, esquistos i pissarres no carbonatades, <2 cm, angulosos i plans. **Textura**: francosorrenca (USDA). **Estructura**: moderada, granular, agregats 1-5 mm. **Consistència**: molt friables (en humit) i tous (en sec). **Matèria orgànica**: molt abundant, restes d'arrels i humus. **Activitat biològica**: arrels i larves de coleòpter. **Sistema radicular**: arrels d'alzina, 10% volum, 5-10 mm. **Porositat**: bona. **Acumulacions**: no se n'observen. **Reacció a l'HCl**: nul·la. **Límit inferior**: gradual, pla.
A2	4/6-12/15	**Estat d'humitat**: sec. **Color**: 5y 3/2 (en sec), 5y 2.5/1 (en humit), heretat del color fosc del material parental. **Taques**: no s'observen. **Trets d'oxido-reducció**: oxidació. **Elements grossos**: 35% volum, esquistos i pissarres no carbonatades, 2-10 cm, angulosos i plans. **Textura**: francosorrenca (USDA). **Estructura**: dèbil, granular, agregats 1-5 mm. **Consistència**: molt friables (en humit) i tous (en sec). **Matèria orgànica**: abundant, restes d'arrels i humus. **Activitat biològica**: arrels. **Sistema radicular**: arrels d'alzina, 5% volum, 5-10 mm. **Porositat**: bona. **Acumulacions**: no se n'observen. **Reacció a l'HCl**: nul·la. **Límit inferior**: gradual, pla.
C	12/15-20/23	**Estat d'humitat**: sec. **Color**: 5y 3/2 (en sec), 5y 2.5/1 (En humit), heretat del color fosc del material parental. **Taques**: no s'observen. **Trets d'oxido-reducció**: oxidació. **Elements grossos**: 75% volum, esquistos i pissarres no carbonatades, 2-10 cm, angulosos i plans. **Textura**: francosorrenca (USDA). **Estructura**: dèbil, granular (entre les pedres), agregats 1-5 mm. **Consistència**: molt friables (en humit) i tous (en sec). **Matèria orgànica**: abundant. **Activitat biològica**: algunes arrels. **Sistema radicular**: arrels d'alzina, 3% volum, 5-10 mm. **Porositat**: bona. **Acumulacions**: no se n'observen. **Reacció a l'HCl**: nul·la. **Límit inferior**: -.

Taula 3. Resultats analítics. CE, conductivitat elèctrica; C_{org}, carboni orgànic; LOI, loss on ignition (pèrdua de pes per combustió en mufla).

Horitzó	Profunditat (cm)	Elements grossos (% en volum)	Sorres (%)	Llims (%)	Argiles (%)	Classe textural (USDA)
A1	0,5-5	15	55,2	39,2	5,5	Francosorrenca
A2	5-14	35	55,5	34,2	10,3	Francosorrenca
C	14-22	75	58,8	30,9	10,3	Francosorrenca

Horitzó	pH (1:2,5 p/v, H_2O)	pH (1:2,5 p/v, KCl 1M)	CE (mS/cm, 1:5 p/v, H_2O)	Carbonats (%)	C_{org} (%)	Matèria orgànica (%)	LOI 375ºC (%)	LOI 550ºC (%)	LOI 950ºC (%)	Total LOI (%)
A1	5,8	4,8	100	0	3,9	6,7	8,7	1,8	1,2	11,7
A2	6,1	4,8	82	0	2,6	4,4	6,4	1,8	1,3	9,5
C	6,6	5,0	82	0	1,3	2,2	4,5	1,7	1,4	7,5
Roca				0			2,0	1,4	1,4	4,8

pel canvi climàtic. Per aquesta regió es preveu un augment pronunciat de les temperatures, de la freqüència i de la intensitat de les sequeres (Llebot, 2010), que potencialment produiran un augment en la mortalitat dels arbres (Allen *et al.*, 2010); de fet, aquest fenomen ja s'ha pogut observar aquest començament d'any a diverses pinedes de la conca de la riera d'Argentona. Tanmateix, també es preveu una reducció en la quantitat de precipitació a la vegada que un augment en la seva torrencialitat (Llebot, 2010). Així doncs, malgrat que l'actual precipitació mitjana anual a Terra Negra és relativament alta (700-800 mm anuals), la vegetació local pot, tanmateix, patir els efectes de la sequera a causa de les propietats del sòl (poca profunditat) i les característiques topogràfiques de la zona (marcat pendent), que no són del tot favorables a la retenció d'aigua.

Perquè les plantes puguin fer un bon ús de l'aigua de pluja, l'aigua ha de poder infiltrar-se, moure's i ser retinguda pel sòl. El pendent del terreny i la poca profunditat dels sòls de Terra Negra no permeten una gran retenció d'aigua i, per tant, un augment en la variabilitat anual o de la torrencialitat en el règim pluviomètric és probable que comporti problemes per algunes espècies vegetals de la zona. En el cas de les alzines, els efectes directes de la sequera més comuns són una reducció en el creixement, un augment en la mortalitat dels arbres i una reducció en la producció de glans (Ogaya i Peñuelas 2007; Sánchez-Humanes i Espelta 2011; Fernández-Martínez et al., 2015). L'alzina, però, és una espècie amb capacitat de rebrotar, el que li confereix una certa resistència a episodis de mortalitat a curt termini (Lloret *et al.*, 2004)**.** Malgrat això, és probable que a llarg termini esdevinguin episodis de defoliació forestal i fins i tot canvis en l›estructura de la comunitat d'aquests boscos (Peñuelas *et al.,* 2013). Es preveu que tots aquests canvis en la dinàmica de la vegetació tinguin un impacte important en els sòls que la sustenten, incloent canvis en els cicles dels nutrients, deteriorament de l'estructura del sòl i erosió (Anderegg *et al.*, 2013). Aquestes consideracions haurien de ser tingudes en compte a l'hora d'elaborar futurs plans de gestió i conservació de la zona de Terra Negra. S'ha de tenir present que aquests són uns sòls molt poc comuns a la serralada litoral i que la seva extinció suposaria una pèrdua irreversible del nostre patrimoni natural.

Agraïments

Volem donar les gràcies a Arnau Montserrat, Max Olivella, Marc Mussons, Eric Espuña, Júlia Miguel, Edgard Mestre, Raül Polo i Alba Moreno, estudiants de Ciències Ambientals de la UAB, per realitzar part de les anàlisis físiques i químiques del sòl. Agraïm també l'ajuda i els comentaris del Dr. Josep Maria Alcañiz per ajudar-nos en la interpretació del sòl de Terra Negra i als Drs. Sergi Pla i Juan José Pueyo per ajudar-nos a entendre la geoquímica de la zona. Fem també un especial agraïment al0 Sol, el nostre astre rei, per il·luminar-nos cada dia i evitar, tal volta, que ens sumim en les tenebres. Tampoc seria just oblidar-nos de la Gea on tenim les nostres arrels, i que nodreix el nostre afany de fer més pregon el coneixement de tot allò que ens envolta.

Referències

Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H., *et al.* 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4): 660-684. doi: 10.1016/j.foreco.2009.09.001

Anderegg W.R.L., Kane J.M., Anderegg L.D.L. 2013. Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress. *Nature Climate Change*, 3(1): 30-36. doi: 10.1038/nclimate1635

Bundy L.G., Bremner J.M. 1972. A simple titrimetric method for determination of inorganic carbon in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 36: 273-275. doi: 10.2136/sssaj1972.03615995003600020021x

Carmona J.M., Viladevall M., Font X. 1996a. Els materials del massís paleozoic del Montnegre. *I Trobada d'Estudiosos del Montnegre i el Corredor*, pp. 9-14.

Carmona J.M., Viladevall M., Font X. 1996b. Les mineralitzacions del ferro del massís paleozoic del Montnegre. *I Trobada d'Estudiosos del Montnegre i el Corredor*, pp. 15-20.

Carmona J.M., Viladevall M., Font X. 1999. La cartografia

geològica del massís paleozoic del Montnegre. *II Trobada d'estudiosos del Montnegre i Corredor*. pp 9-12.
Fernández-Martínez M., Garbulsky M., Peñuelas J., Peguero G., Espelta J.M. 2015. Temporal trends in the enhanced vegetation index and spring weather predict seed production in Mediterranean oaks. *Plant Ecology*, 216: 1061-1072.
doi: 10.1007/s11258-015-0489-1
Gélinas Y., Prentice K.M., Baldock J.A., Hedges J.I. 2001. An improved thermal oxidation method for the quantification of soot/graphitic black carbon in sediments and soils. *Environmental Science & Technology*, 35: 3519-3525.
doi: 10.1021/es010504c
Llebot J. 2010. El canvi climàtic a Catalunya, 2n Informe del Grup d'Experts en Canvi Climàtic de Catalunya.
Lloret F., Peñuelas J., Ogaya R. 2004. Establishment of coexisting Mediterranean tree species under a varying soil moisture regime. *Journal of Vegetation Science*, 15(2): 237-244.
doi: 10.1111/j.1654-1103.2004.tb02258.x
MAPA. 1994. *Métodos Oficiales de Análisis*. Tomo III. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
Martín-Vide J. 1992. El clima. In: Carreras, C. (ed), *Geografia General dels Països Catalans*. Enciclopèdia Catalana, Barcelona, pp. 1-110.
Martín-Vide J. 2002. *El temps i el clima*. Rubes Editorial i Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
Montserrat P. 1950. *Flora de la cordillera litoral catalana en el trozo comprendido entre los ríos Besós y Tordera*. Tesis doctoral, Universidad Central de Madrid (Universidad Complutense).
Nelson D.W., Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *In*: Sparks D.L., Page A.L., Helmke P.A., Loeppert R.H. (eds). *Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods*. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 961-1010.
Ogaya R., Peñuelas J. 2007. Tree growth, mortality, and above-ground biomass accumulation in a holm oak forest under a five-year experimental field drought. *Plant Ecology*, 189(2): 291-299.
doi: 10.1007/s11258-006-9184-6
Peñuelas J., Sardans J., Estiarte M., Ogaya R., Carnicer J., Coll M., Barbeta A., Rivas-Ubach A., Llusià J., Garbulsky M., et al. 2013. Evidence of current impact of climate change on life: a walk from genes to the biosphere. *Global Change Biology*, 19(8): 2303-2338.
doi: 10.1111/gcb.12143
Sánchez-Humanes B, Espelta JM. 2011. Increased drought reduces acorn production in *Quercus ilex* coppices: thinning mitigates this effect but only in the short term. *Forestry*, 84: 73-82
doi: 10.1093/forestry/cpq045
Santisteban J.I., Mediavilla R., López-Pamo E., Dabrio C.J., Zapata M.B.R., García M.J.G., Castaño S., Martínez-Alfaro P.E. 2004. Loss on ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediments? *Journal of Paleolimnology*, 32(3): 287-299.
doi: 10.1023/B:JOPL.0000042999.30131.5b
Soil Survey Staff. 1999. *Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*, 2nd edition. Agricultural Handbook 436, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington DC, USA.