



# DIVULGACIÓ DE L'ÚS DEL BIOCHAR EN AGRICULTURA: UNA METODOLOGIA VERSÀTIL I SOSTENIBLE PER A LA REGENERACIÓ I BIOREMEDIACIÓ DE SÒLS I EL FILTRATGE D'AIGUA DE REG

SETEMBRE 2020

## RESUM

Els sòls agrícoles mediterranis acostumen a presentar problemes remarcables d'estructura, dèficits de matèria orgànica, fertilitat i biodiversitat edàfica, així com presència destacable de substàncies contaminants pròpies de l'ús de maquinària agrícola pesada, l'aplicació de pesticides i l'excés de fertilització o desequilibris de l'aigua de reg. Més enllà dels problemes que això ocasiona a la productivitat agrícola, aquestes problemàtiques posen en risc la salut de les persones i el medi ambient i afavoreixen el canvi climàtic. Aquests problemes, entre altres, es poden resoldre, o bé paliar, a partir de l'aplicació d'un producte àmpliament estudiat: el biochar, un material molt versàtil i sostenible produït a partir de la piròlisi de restes vegetals de proximitat, fet que promou l'economia circular i social. Les activitats demostratives realitzades en el marc d'aquest projecte han permès fer difusió dels sistemes de producció de biochar a partir de la reutilització de restes vegetals, de les principals característiques del biochar que el fan apropiat per al seu ús en el sector agrícola, així com de les diverses aplicacions en aquest sector com és la filtració d'aigua de reg, la millora del procés de compostatge i la regeneració de sòls per a una millora en la producció dels cultius. Aquestes activitats s'han dut a terme mitjançant un recorregut demostratiu a Can Moragues (Riudarenes, la Selva) que inclou una àrea de producció de biochar amb diferents carboneres, dues parcel·les agrícoles demostratives on s'han dut a terme diferents plantacions i un extens programa de divulgació que ha contribuït a popularitzar l'ús d'aquest producte entre el sector agrícola català. El projecte ha estat liderat pels grups de recerca QUESTRAM i FORESTREAM de la Universitat de Barcelona, amb experiència en l'ús d'esmenes orgàniques i biochar per a la restauració de sòls, i també hi han participat una entitat experta en la producció de biochar (Idària, Empresa d'inserció, sccl) i una entitat especialista en la gestió agrícola sostenible i la transferència de tecnologia (Fundació Emys).

## 01. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte ha estat demostrar, de forma didàctica i visual, que la producció de biochar a partir de restes vegetals i la seva utilització en l'àmbit agrícola són accions que poden contribuir, de manera sostenible i respectuosa amb el medi ambient, a restaurar, preservar i millorar la qualitat dels sòls agrícoles i la biodiversitat edàfica, millorar la qualitat de l'aigua i aconseguir-ne un ús més eficient, així com potenciar l'efecte de la fertilització a més llarg termini.

En concret, s'han perseguit els següents objectius específics:

- Condicionar dos espais agrícoles degradats, que presenten problemàtiques relacionades amb la qualitat del sòl i l'aigua de reg, i que dificulten la viabilitat de les explotacions agrícoles, per a convertir-los en espais demostratius.
- Popularitzar, entre els diferents actors del sector agrícola, les característiques del biochar i les tecnologies que es poden emprar per a la seva producció.
- Donar a conèixer, a partir de la visualització i del seguiment científic de les activitats en els espais demostratius, l'eficàcia del biochar per filtrar l'aigua de reg, els efectes de l'addició de biochar

en el procés de compostatge i els beneficis de l'aplicació del biochar en sòls de conreu pel que fa a la millora de la qualitat del sòl i la producció dels cultius.

- Implementar un extens pla de difusió de l'activitat a partir de la generació de material formatiu i divulgatiu (rètols, tríptics, fitxes tècniques, vídeos) i la realització de jornades demostratives per a diferents sectors de l'àmbit agrícola català.

## 02. Descripció de les actuacions realitzades

Les activitats de demostració s'han dut a terme en terrenys agrícoles degradats de Can Moragues (Riudarenes, Girona), finca de la Fundació Emys. S'ha preparat un recorregut demostratiu que inclou diferents espais: una parcel·la de secà de 90 m<sup>2</sup>, una parcel·la de regadiu de 400 m<sup>2</sup>, un espai on s'han instal·lat les carboneres, un espai per al compostatge amb biochar i una sala per a la realització de sessions de divulgació. A les parcel·les s'han dut a terme plantacions i s'ha fet un seguiment de mesures de planta i, al laboratori s'ha realitzat la caracterització dels sòls. A més, s'ha dut a terme un extens pla formatiu i divulgatiu.

A continuació s'inclouen els detalls de les diferents actuacions.

## Procés de compostatge amb biochar

En les parcel·les demostratives s'han comparat dues esmenes: compost i compost+biochar. La Fundació Emys ja disposava d'un compost de qualitat produït a partir de triturat vegetal i fems d'ovella. L'esmena compost+biochar es va preparar mesclant bé volums iguals d'aquest compost i d'un biochar produït per Idària a partir de bruc, alzina i arboç a parts iguals. Les dues esmenes es van caracteritzar a 10 dies i 5 mesos després de mesclar per comparar l'evolució en cada cas.

## Parcel·la de secà

El camp es va dividir en dues parcel·les de 45 m<sup>2</sup>, a una d'elles es va addicionar compost (8 L/m<sup>2</sup>) i a l'altra compost+biochar (16 L/m<sup>2</sup>) i es va barrejar amb el sòl (Figura 1). Es van realitzar mesures de densitat aparent abans i després del tractament. Cadascuna de les parcel·les es va subdividir en 9 parcel·les de 5 m<sup>2</sup> i a cadascuna d'elles es van sembrar 10 g de mostassa (2 g/m<sup>2</sup>).

El seguiment va consistir en mesurar, després de dos mesos, l'alçada de les cinc plantes més altes i les cinc més baixes de cada parcel·la. No es va poder recollir el fruit degut a la situació de confinament per COVID-19.



Figura 1. Parcel·la de secà.

## Parcel·la de regadiu

El camp es va dividir en 4 feixes de 80 m<sup>2</sup> cadascuna. A dues d'elles es va addicionar compost (6 L/m<sup>2</sup>) i a l'altra compost+biochar (12 L/m<sup>2</sup>) i es va barrejar amb el sòl (Figures 2 i 3). En cada feixa es va plantar alfàbrega (cultiu semianual delicat), espígol i sàlvia (cultius més resistents a la sequera) i, més endavant, enciam (cultiu de creixement ràpid).

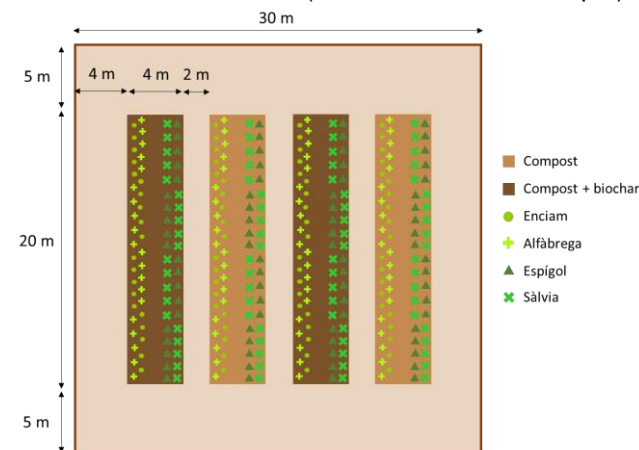


Figura 2. Esquema de la parcel·la de regadiu.

Es van plantar al voltant de 50 plantes de cada tipus en cada tractament per tal de tenir una bona estadística.



Figura 3. Parcel·la de regadiu.

En el cas de la sàlvia i l'espígol, el seguiment ha consistit en mesurar les alçades de planta. En el cas de l'alfàbrega i l'enciam, quan es van considerar prou crescuts, es van collir i es va determinar, per separat, el pes de la part aèria i de l'arrel.

Pel que fa al cultiu d'alfàbrega, es van mantenir algunes plantes en cada tractament per tal d'avaluar la seva resistència a la sequera. Es van deixar de regar i es va realitzar una mesura semiquantitativa de les fulles seques.

Finalment, en els darrers mesos de projecte s'ha dut a terme una altra plantació en les feixes que havien quedat buides. En aquest cas s'ha plantat enciam i carbassó, i s'han provat quatre esmenes diferents que combinen un compost comercial provinent d'una planta compostadora, de pitjor qualitat que el compostat a Emys, i dos tipus de biochar, l'emprat amb anterioritat i un biochar generat a partir de restes de bruc i produït a la pròpia finca.

## Filtratge d'aigua de reg

Es van realitzar diversos prototips de sistemes per al filtratge d'aigua. Finalment, es va optar per un cartutx de filtratge comercial emplenat amb biochar i instal·lat en el sistema de reg (Figura 4).



Figura 4. Sistema de filtratge.

## Producció de biochar

Es van instal·lar diversos sistemes de carbonització de restes vegetals per a la producció de biochar i es van realitzar demostracions *in-situ* durant les jornades divulgatives. Aquests sistemes són una carbonera amb un sistema de recirculació dels gasos de combustió, un forn kon-tiki que atura la carbonització afogant amb aigua i un sistema més senzill de carbonització que només controla l'entrada d'oxigen, tots ells mòbils (Figura 5).



Figura 5. Àrea demostrativa de les carboneres.

### Caracterització d'esmenes i sòls esmenats

Al laboratori s'han analitzat les esmenes, compost i compost+biochar, a 10 dies i 5 mesos després de fer la mescla, per tal d'avaluar els canvis produïts. També s'han analitzat els sòls esmenats en cadascun dels tractaments i s'han comparat amb el sòl inicial. Finalment, s'han simulat les mescles de sòl esmenat al laboratori per tal de poder determinar algun dels paràmetres de caracterització.

Els paràmetres analitzats han estat el pH, la conductivitat elèctrica, la densitat aparent, la capacitat de retenció d'aigua, la capacitat d'intercanvi catiònic, la concentració de cations d'intercanvi, els micronutrients disponibles al sòl, el carboni i nitrogen elementals i la respiració microbiana.

### Formació i difusió

Durant els dos anys de projecte s'ha preparat una sèrie de materials didàctics i s'han realitzat nombroses jornades per tal de donar a conèixer el biochar i les tecnologies per produir-lo, així com els usos del biochar en l'àmbit agrícola.

A la mateixa finca, s'han realitzat tres jornades divulgatives per a professionals del sector agrícola i una jornada formativa per a estudiants d'una escola agrícola. També s'han realitzat quatre jornades tècniques del PATT, dues a la finca i dues en línia. Properament també es farà una sessió formativa en el marc del curs d'agricultura ecològica anual de la Fundació Emys.

S'han elaborat quatre cartells divulgatius que s'han instal·lat en diferents punts del recorregut demostratiu que mostren el disseny de la parcel·la de regadiu, el funcionament de la carbonera, els usos del biochar i els resultats més rellevants del projecte. També s'han preparat dos tríptics, a l'inici i al final de projecte, un vídeo divulgatiu i aquesta mateixa fitxa.

Finalment, s'ha fet difusió de les activitats a les xarxes socials i a les pàgines web de les tres entitats que han participat en el projecte.

## 03. Resultats

### Efecte de l'addició de biochar al compost en les propietats de l'esmena final

S'han comparat el compost (C) i el compost+biochar (C+B) a 10 dies i 5 mesos de la mescla. S'ha observat que, mentre que en el C disminueix la concentració de cations d'intercanvi a temps de compostatge elevats, en la mescla C+B el biochar és capaç de mantenir-la constant al llarg del temps. De la mateixa manera s'ha observat una disminució de la conductivitat elèctrica en la mescla C+B posant de manifest la capacitat del biochar de retenir nutrients en forma iònica. D'altra banda, a causa de l'elevat contingut en carboni del biochar, la relació carboni/nitrogen augmenta de 10 en el C a 40 en el C+B, essent aquesta última relació més favorable pels microorganismes un cop afegida al sòl.

### Efecte sobre propietats del sòl: parcel·la de secà

El sòl sense tractar presentava una compactació molt elevada amb una densitat aparent de 2,0 g/cm<sup>3</sup> que va disminuir a 1,5 g/cm<sup>3</sup> amb el llaurat i l'addició de les esmenes. També presentava un pH molt elevat, de 8 i un contingut de carboni del 1,2 %, que no es van veure modificats per l'addició de C de les esmenes. En canvi, el contingut de carboni es va duplicar amb l'addició de C+B. Pel que fa a l'alçada de la planta de mostassa, va ser similar pels dos tractaments.

### Efecte sobre propietats del sòl: parcel·la de regadiu

El sòl sense tractar d'aquesta parcel·la és de textura franco-argilosa-sorrenca, amb un pH de 6,5, molt baix contingut de matèria orgànica (1%) i absència de carbonats. Per valorar l'efecte del biochar com esmena s'ha realitzat la comparació de diversos paràmetres de caracterització en el sòl inicial (S), el sòl esmenat amb compost (S+C) i el sòl esmenat amb compost+biochar (S+C+B). S'ha observat que l'addició de les esmenes augmenta el pH de 6,5, lleugerament àcid, a 6,9 en el cas de S+C i a 7,2 en el cas de S+C+B. També s'ha observat que el biochar contribueix, de manera significativa, a disminuir la densitat aparent del sòl (Figura 6) i a augmentar la seva capacitat de retenció d'aigua (Figura 7), la qual cosa posa de manifest que el biochar millora de l'estructura del sòl i pot ajudar en un estalvi d'aigua de reg.

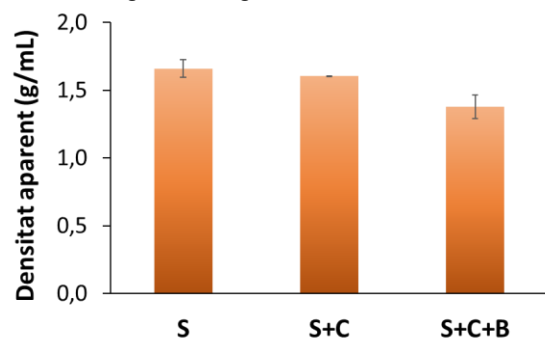


Figura 6. Canvis en la densitat aparent.

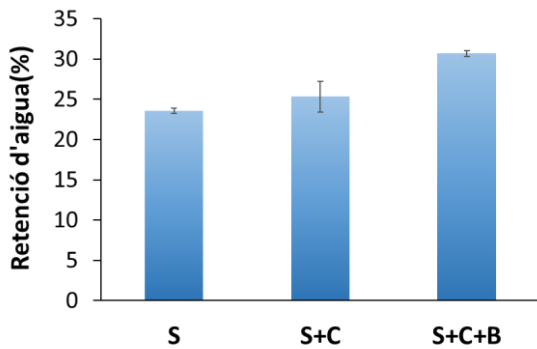


Figura 7. Canvis en la capacitat de retenció d'aigua.

Per que fa a la concentració de cations en el complex d'intercanvi també s'observa que augmenta en el S+C+B (Figura 8), la qual cosa posa de manifest la capacitat del biochar de retenir nutrients i potenciar l'efecte de la fertilització amb compost.

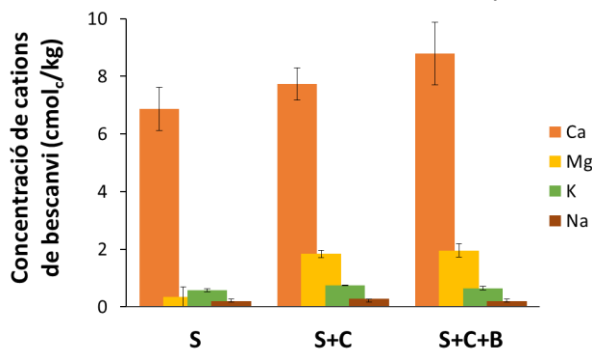


Figura 8. Canvis en la concentració de cations de bescanvi.

També s'ha observat un augment considerable del carboni en el sòl tractat amb compost+biochar (S+C+B), mentre que el percentatge de nitrogen s'ha mantingut semblant en S+C i S+C+B (Figura 9). Això és degut a l'elevada aportació de carboni i baixa aportació de nitrogen per part del biochar.

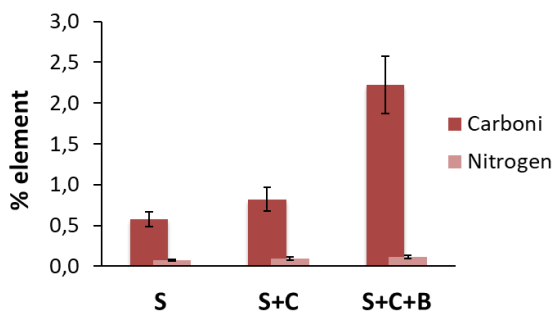


Figura 9. Canvis en el contingut de carboni i nitrogen.

En aquest sentit, l'addició de biochar contribueix a augmentar la relació carboni/nitrogen que afavoreix l'activitat microbiana del sòl a més llarg termini. Aquest fet es pot observar a la Figura 10, on la respiració microbiana es mostra força més elevada en tractament S+C+B.

Tot i que s'han observat beneficis importants en la qualitat del sòl quan aquest es tracta amb

compost+biochar, no ha estat possible observar canvis significatius en el creixement de les plantes.

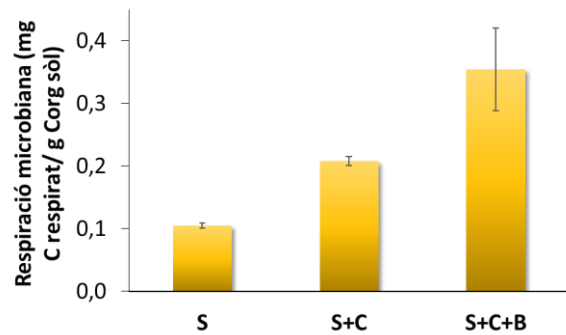


Figura 10. Canvis en l'activitat microbiana.

Com exemple, a les Figures 11 i 12 es mostra, respectivament, el pes final, tant de la part aèria com de l'arrel, de l'alfàbrega (n = 15 per a cada tractament) i de l'enciam (n = 20 per a cada tractament)

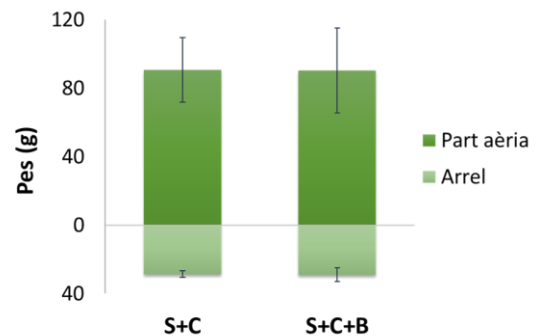


Figura 11. Canvis en el creixement de l'alfàbrega.

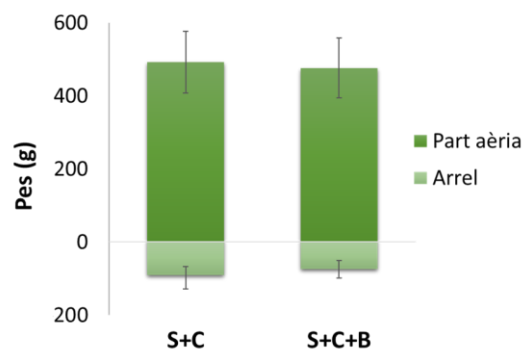


Figura 12. Canvis en el creixement de l'enciam.

Aquesta manca de diferències pot ser deguda a que el biochar ha estat un període massa curt en el sòl. La majoria d'estudis detecten efectes positius en planta a més llarg termini, quan s'ha produït una certa evolució del biochar.

### Filtratge d'aigua de reg

S'ha demostrat que el biochar és capaç de retenir substàncies, tant en suspensió com en solució, que podrien resultar un perjudici per al conreu o per al sistema de reg. A la Figura 13 es pot observar visualment l'eliminació de la coloració ataronjada deguda als alts continguts en ferro. Per tant, la filtració amb biochar solucionaria el problema que té

la finca de Can Moragues amb l'obturació del sistema de reg i l'acumulació de ferro al sòl.



Figura 13. Aspecte de l'aigua de reg abans (esquerra) i després (dreta) de passar a través del filtre de biochar.

## 04. Àmbit d'aplicació

Donada la versatilitat del biochar, el present projecte ha demostrat que pot ser aplicat en diferents àmbits.

**Reutilització de residus d'origen vegetal:** La producció de biochar pot contribuir a una gestió més sostenible dels boscos i altres activitats que generen restes vegetals en grans quantitats com és el cas de les restes de poda o del bruc emprat per a la construcció de tancaments.

**Filtració d'aigua:** El biochar és un producte eficaç per a ser emprat com a biofiltre per a l'eliminació de substàncies no desitjables en les aigües de reg, ja que contribueix a disminuir la contaminació del sòl, però també a evitar pèrdues econòmiques derivades de la degradació del sistema de reg per acumulació de sals.

**Compostatge:** El biochar pot contribuir a millorar les propietats del compost a llarg termini, ja que evita la pèrdua de nutrients per lixiviació i augmenta la relació carboni/ nitrogen, la qual cosa afavoreix la proliferació de microorganismes. També pot contribuir a la reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle durant el procés de compostatge.

**Aplicació a sòls agrícoles:** La producció de biochar i la seva utilització en sòls agrícoles no requereix maquinària especialitzada, ni formació específica, ni mesures especials de protecció. A més, fomenta l'economia verda i permet fer front a problemes de compactació i de manca de fertilitat del sòl, així com aconseguir un ús més eficient de l'aigua i dels fertilitzants. La reutilització de restes vegetals en forma de biochar i subseqüent aplicació al sòl també fomenta l'economia circular i l'adaptació al canvi climàtic del sector agroalimentari.

## 05. Conclusions i accions futures

El present projecte ha demostrat alguns dels beneficis que suposa la utilització del biochar en el sector agrícola, com és l'eliminació de substàncies perjudicials en l'aigua de reg i la millora de l'estructura i la qualitat del sòl. En el cas de l'aplicació al sòl, s'aconsella que el biochar hagi estat en contacte amb el compost durant un període de temps superior a un mes i, per tal d'augmentar l'eficiència de l'esmena, es recomana fer una aplicació local en el forat de plantació.

Pel que fa al creixement de la planta, la utilització d'un compost de qualitat en ambdós tractaments, amb i sense biochar, no han permès veure diferències significatives a curt termini. Caldria veure si, a més llarg termini, la presència de biochar en el tractament amb compost+biochar pot mantenir la fertilització durant més temps que el tractament només amb compost.

En aquest sentit, en accions futures es pretén fer el seguiment de les plantes aromàtiques que encara estan plantades a la parcel·la de regadiu per tal d'avaluar l'efecte del biochar a més llarg termini. D'altra banda, també es recolliran resultats de les darreres plantacions d'enciam i carbassó efectuades en els darrers mesos de projecte emprant un compost de pitjor qualitat.

El projecte també ha servit per donar a conèixer a professionals de l'àmbit agrícola, el procés productiu i les característiques del biochar, així com els beneficis que pot comportar el seu ús en agricultura. Les jornades divulgatives han generat molt d'interès entre els participants que ja estaven emprant el biochar o que el volien emprar. Els materials i la informació generada permetran continuar la difusió dels resultats aconseguits en aquest projecte.

## 06. Referències

- Doumer, M.E.; Rigol, A.; Vidal, M.; Mangrich, A.S. 2016. Removal of Cd, Cu, Pb and Zn from aqueous solutions by biochar. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23, 2684-2692.
- Rovira, P.; Sauras, T.; Salgado, J.; Merino, A. 2015. Towards sound comparisons of soil carbon stocks: A proposal based on the cumulative coordinates approach. *Catena* 133, 420-431.
- Venegas, A.; Rigol, A.; Vidal, M. 2016. Effect of ageing on the availability of heavy metals in soils amended with compost and biochar: evaluation of changes in soil and amendment properties. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23, 20619-20627.

## DADES DEL CENTRE DE RECERCA

---

**NOM:** Universitat de Barcelona. Facultat de Química

**ADREÇA:** Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona

**DADES DE CONTACTE:** Anna Rigol Parera



## PRESSUPOST

---

**Pressupost total del projecte:** 29 906.00 €

**Contribució de la UE al pressupost:** 12 859.58 €

Autors: Anna Rigol<sup>1</sup>, Miquel Vidal<sup>1</sup>, Teresa Sauras<sup>2</sup>, Núria Roca<sup>2</sup>, Ander Achotegui<sup>3</sup>, Marc Ojosnegros<sup>4</sup>, Annaïs Pascual<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Secció de Química Analítica, Facultat de Química, Universitat de Barcelona ([annarigol@ub.edu](mailto:annarigol@ub.edu))

<sup>2</sup>Secció de Fisiologia Vegetal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona ([msauras@ub.edu](mailto:msauras@ub.edu))

<sup>3</sup>Fundació Emys ([ander@fundacioemys.org](mailto:ander@fundacioemys.org))

<sup>4</sup>Idària Empresa d'Inserció SCCL ([idaria.sccl@gmail.com](mailto:idaria.sccl@gmail.com))

## DIFUSIÓ DEL PROJECTE

---

**Jornada tècnica PATT** on es va donar a conèixer el biochar i es va presentar el projecte demostratiu. Riudarenes, 12 de juliol de 2019.

**Jornada tècnica PATT** on es va fer una demostració de diferents sistemes de carbonització per a la producció de biochar. Riudarenes, 26 de setembre de 2019.

**Jornada tècnica PATT** on es van donar a conèixer els beneficis de lús del biochar en l'àmbit agrícola. En línia, 24 de juliol de 2020.

**Jornada tècnica PATT** on es van presentar els principals resultats del projecte. En línia, 23 de setembre de 2020.

**Tríptic inici projecte 2019.** Disponible a <https://www.fundacioemys.org/wp-content/uploads/2020/09/Triptic-inici-projecte-2019.pdf> i a <http://www.idaria.cat/wp-content/uploads/2020/11/Tri%CC%81ptic-inici-projecte-2019.pdf>

**Tríptic final projecte 2020.** Disponible a <https://www.fundacioemys.org/wp-content/uploads/2020/09/Triptic-final-projecte-2020.pdf> i a <http://www.idaria.cat/wp-content/uploads/2020/11/Tri%CC%81ptic-final-projecte-2020.pdf>

**Vídeo divulgatiu 2020.** Publicat a <https://www.youtube.com/watch?v=pEQzRSL3Qz0>

### Webs entitats

Web d'Idària Empresa d'Inserció SCCL. <http://www.idaria.cat/portfolio/projecte-biochar/>

Web de la Universitat de Barcelona. <https://www.ub.edu/portal/web/quimica/detall/-/detall/membres-del-grup-questram-de-la-facultat-de-quimica-participen-en-un-projecte-sobre-la-divulgacio-de-l-us-del-biochar-en-agricultura>

### Amb el finançament de:

---



Generalitat de Catalunya  
**Departament d'Agricultura,  
Ramaderia, Pesca i Alimentació**



**Fons Europeu Agrícola  
de Desenvolupament Rural:**  
Europa inverteix en les zones rurals

Projecte finançat a través de l'operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.

Ref.: 066\_2018