

AVALUACIÓ DE L'APTITUD DE BIOESTABILITZATS COM A ESMENA ORGÀNICA PER A LA REHABILITACIÓ DE SÒLS.

Autor: Sergi Cortés Iglesias

Director: Josep Maria Alcañiz Baldellou

Llicenciatura de Ciències Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona

Bellaterra, juny de 2013

Resum

L'objectiu d'aquest estudi ha estat avaluar l'efecte que té sobre algunes propietats fisicoquímiques del sòl i el creixement de plantes, l'adició del producte compostat obtingut a partir de la fracció orgànica dels residus sòlids urbans de recollida no selectiva, material anomenat bioestabilitzat. S'ha dut a terme un bioassaig amb blat (*Triticum aestivum*), utilitzant bioestabilitzat procedent de dues plantes de tractament mecànic i biològic, Vacarisses i Mataró, que s'ha aplicat a diferents dosis en un sòl de baixa qualitat. S'ha observat una relació positiva entre el creixement del blat i la dosis de bioestabilitzat aplicada. Pel que fa a la germinació, ha estat lleugerament estimulada per les dosis intermèdies de bioestabilitzat assajades. En quant a les propietats fisicoquímiques del sòl, s'ha observat un increment de la salinitat en funció de la dosis de bioestabilitzat aplicada, que en les més elevades podria ser problemàtica. També, el contingut de matèria orgànica ha augmentat de manera proporcional a la dosis, cosa que ha millorat les propietats físiques del sòl. Per altra banda, s'han trobat continguts d'impropis (vidre, plàstic ...) i concentracions d'alguns metalls pesants bastant elevades, així com una considerable variabilitat entre les partides de bioestabilitzat. Finalment, es conclou que abans de permetre l'aplicació de bioestabilitzat per a la rehabilitació de sòls degradats, cal aprofundir més en l'estudi d'aquest material.

Paraules clau: bioestabilitzat, bioassaig, fracció orgànica, residus sòlids urbans, tractament mecànic i biològic.

Resumen

El objetivo de este estudio ha sido evaluar el efecto que tiene sobre algunas propiedades fisicoquímicas del suelo y el crecimiento de plantas, la adición del producto compostado obtenido a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos de recogida no selectiva, material denominado bioestabilizado. Se ha llevado a cabo un bioensayo con trigo (*Triticum aestivum*), utilizando bioestabilizado procedente de dos plantas de tratamiento mecánico y biológico, Vacarisses i Mataró, que se ha aplicado a distintas dosis en un suelo de baja calidad. Se ha observado una relación positiva entre el crecimiento del trigo y la dosis de bioestabilizado aplicada. En lo que refiere a la germinación, ha sido ligeramente estimulada

para las dosis intermedias de bioestabilizado ensayadas. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del suelo, se ha observado un incremento de la salinidad en función de la dosis de bioestabilizado aplicada, que en las más elevadas podría ser problemática. También, el contenido de materia orgánica, que ha aumentado de forma proporcional a la dosis, cosa que ha mejorado las propiedades físicas del suelo. Por otro lado, se han encontrado contenidos de impropios (vidrio, plástico, metales...) y concentraciones de algunos metales pesados bastante elevadas, así como una considerable variabilidad entre las partidas de bioestabilizado. Finalmente, se concluye que antes de permitir la aplicación de bioestabilizado para la rehabilitación de suelos degradados, hace falta profundizar más en el estudio de este material.

Palabras clave: bioestabilizado, bioensayo, fracción orgánica, residuos sólidos urbanos, tratamiento mecánico y biológico.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect on some physicochemical properties of the soil and plant growth, the addition of composted product obtained from the organic fraction of municipal solid waste collection non selective, material called compost-like output. It has carried out a bioassay with wheat, using compost-like output from two mechanical and biological treatment plants, Vacarisses i Mataró, which has been applied to different doses of low quality soil. We observed a positive relationship between the growth of wheat and applied bio-stabilized dose. Regarding germination was slightly stimulated by compost-like output intermediate doses tested. In terms of the physicochemical properties of the soil, there has been an increasing salinity depending on the compost-like output dose applied, that the highest doses may be problematic. Also, the organic matter content increased in proportion to the dose, which has improved the physical properties of the soil. On the other hand, it have found inappropriate content (glass, plastic ...) and concentrations of some heavy metals quite high, and considerable variability between batches of compost-like output. Finally, we conclude that before the application before allowing bioestabilitzat for the rehabilitation of degraded land, we delve deeper into the study of this material. Finally, we conclude that before allowing compost-like output application for soil remediation, it is necessary to go deeper into the study of this material.

Keywords: compost-like output, bioassay, organic fraction, municipal solid waste, mechanical and biological treatment.

1. Introducció

Els RSU inclouen residus domèstics i similars generats en comerços oficines, institucions; a més dels residus de la neteja urbana, neteja de mercats, de parcs i jardins (*Bernal i Gondar, 2008*). La producció d'aquests residus a nivell mundial va en augment, la qual cosa exigeix que es busquin alternatives per a realitzar una gestió el més sostenible possible. A Europa, segons dades de l'Agència Europea de Media Ambient (AEMA), cada ciutadà es desfà d'una mitjana de 502 kg de residus domèstics a l'any, xifra que es veu incrementada any rere any a causa d'un augment del nivell de vida i del consum de recursos. Aquests residus fins fa relativament poc es destinaven majoritàriament a dipòsits controlats, però des de l'entrada en vigor de la

directiva europea 1999/31/CE relativa a l'abocament de residus, es limita la quantitat de RSU degradable que pot ser depositada als abocadors. Per la qual cosa, fins aleshores els Estats membres han elaborat un seguit d'estratègies basades en el reciclatge, el compostatge, la biogàsificació i la valorització material o energètica dels residus.

Dins els RSU, hi ha la fracció resta, que són tots aquells residus que no han estat separats selectivament. La seva gestió és complicada, ja que es tracta d'un material molt heterogeni que conté tot tipus de residus. Les opcions disponibles a l'hora de gestionar-la són la incineració i la biometanització (condicions anaeròbies) i bioestabilització (condicions aeròbies) de la matèria orgànica, mitjançant un tractament mecànic i biològic (TMB).

El producte resultant del TMB en condicions aeròbies és un material estabilitzat, que conté un contingut elevat de matèria orgànica i al qual se li han eliminat molts dels contaminants que podia tenir originalment. Per tant, aquest material podria ser útil com a esmena orgànica, tal i com s'intenta justificar en *Shabani et al. (2011)*, *Fernández (2013)*, *Simpson (2008)*, *Frióni (1998)*; si bé és cert que l'aplicació de bioestabilitzat al sòl pot generar impactes estètics, efectes negatius en l'activitat de la biota del sòl, efectes sobre el creixement de les plantes i contaminació per metalls pesants.

En quant a la legislació, actualment no existeix cap decret que reguli l'ús d'aquest material. En la legislació Espanyola, a l'article 3 de la Llei 22/2011 referent a residus i sòls contaminats s'indica que no es considera compost el material orgànic obtingut en les plantes de tractament mecànic i biològic de la fracció resta, material que s'anomenarà bioestabilitzat.

Com ja s'ha comentat al resum, l'objectiu d'aquest projecte és provar si el material bioestabilitzat generat a partir de la porció orgànica de la fracció resta dels residus municipals pot ser útil com a esmena orgànica en la restauració de sòls degradats. L'estudi s'ha dut a terme mitjançant una caracterització de dos bioestabilitzats diferents, mesurant els seus efectes sobre la germinació i el creixement de la vegetació, i analitzant les propietats fisicoquímiques que atorga el bioestabilitzat al sòl.

2. Metodologia

2.1 Disseny experimental

El bioassaig realitzat ha tingut una durada de 3 mesos i mig (des de mitjans de febrer a finals de maig de 2013). S'ha utilitzat un sòl de baixa qualitat per tal d'apreciar de manera clara quins són els efectes derivats d'aplicar-hi diferents dosis de material bioestabilitzat. El sòl pertany a un horitzó B d'un *Calcixerept típic*, i ha estat pres d'un petit tal·lus situat als camps experimentals de la UAB. Els bioestabilitzats utilitzats pertanyen a les plantes de tractament mecànic-biològic de Mataró i de Vacarisses.

El disseny del bioassaig consisteix en preparar 4 tractaments (dosis) diferents per a cada bioestabilitzat (x2) i per a cadascun d'ells 3 rèpliques, a més a més de 3 controls. És a dir, en total hi van haver 27 mostres, que es van introduir en testos metàl·lics de 12l de capacitat. A cada test s'hi van sembrar 15 llavors de blat.

Durant tot el bioassaig es van mantenir tots els testos a un 50% de la capacitat de camp.

2.2 Els mètodes d'anàlisi

Per una banda, es van analitzar les propietats fisicoquímiques de les mescles a diferents temps. Es va determinar la humitat del sòl per gravimetria (assecat a 105°C), el pH (extracte 1:2'5), la conductivitat elèctrica CE (extracte 1:5), el carboni orgànic total (TOC) amb el mètode de Walkey-Black modificat (*Nelson i Sommers, 1982*), la matèria orgànica recalçant mitjançant una hidròlisi amb HCl 6M (*Rovira i Vallejo, 2002*), les pèrdues per calcinació a 550°C que representen una aproximació de la matèria orgànica total, també es va dur a terme l'anàlisi de la taxa de respiració del sòl (respirometria), així com un anàlisi de la concentració d'anions i cations solubles.

Per altra banda, es va dur a terme un seguiment de l'evolució de les plantes de blat sembrades. Es va controlar la germinació i l'elongació en els estadis inicials; es va fer una aproximació de la biomassa aèria en un estadi entremig realitzant un mostreig destructiu de d'una plàntula per a cada test; es va controlar el procés d'espigació; es va calcular la biomassa final per a tots els tractaments i es va realitzar una quantificació dels pigments fotosintètics.

També es va realitzar un test de germinació on es van utilitzar tres espècies diferents: raigràs (*Lolium perenne*), enciam (*Lactuca sativa*) i alfals (*Medicago sativa*).

3. Resultats i discussió

3.1 Caracterització del material bioestabilitzat

Els dos materials han estat produïts per processos similars (TMB). En les analítiques facilitades per les plantes i els paràmetres analitzats al laboratori s'observen unes característiques fisicoquímiques força similars. Els dos bioestabilitzats es caracteritzen per un baix grau d'estabilitat (grau I, Test de Rottegrade), típic d'un material que no ha completat el procés de compostatge. En el bioestabilitzat de Vacarisses (BV) s'observa una concentració de metalls pesants bastant superior que en el bioestabilitzat de Mataró (BM) arribant a superar els nivells fixats pel RD 824/2005 per a composts classe C (els de més baixa qualitat) pel Cu i el Pb. En quant al contingut d'impropis, és major al BM, amb un 4,09% d'impropis enfront el 1,57% trobat al BV.

Al BM hi ha una fracció molt important d'elements fibrosos que no trobem al BV, i es creu que prové de la indústria tèxtil que trobem a Mataró (Maresme), la qual no hi es al Vallès Occidental.

3.2 Efecte del bioestabilitzat sobre les propietats fisicoquímiques del sòl

Al llarg del bioassaig no observem variacions gaire importants en les mesures de pH, cosa que s'associa amb concentracions elevades de ions (Ca^{2+}) i altres bases que atribueixen una elevada capacitat amortidora al sòl. En quan a la salinitat si que s'observa un considerable augment proporcional a la quantitat de bioestabilitzat aplicada, que a les dosis altes arriba fins a una CE de l'orde de 0'9 dS/m en un extracte aquós 1:5, nivell que ja pot considerar-se problemàtic.

Pel que fa al contingut de carboni orgànic total (TOC), trobem que augmenta significativament en funció de la dosi de bioestabilitzat aplicada (figura 1). El TOC és menor al final del bioassaig a causa de la mineralització que s'ha produït i l'absorció de les plantes. És conegut que un increment en el contingut de matèria orgànica proporciona una millora de les propietats físiques del sòl (*Ingelmo i Rubio, 2008*). En aquest cas, s'observa un augment en la capacitat de retenció d'aigua (WHC), així com una millora de la porositat i de la infiltració.

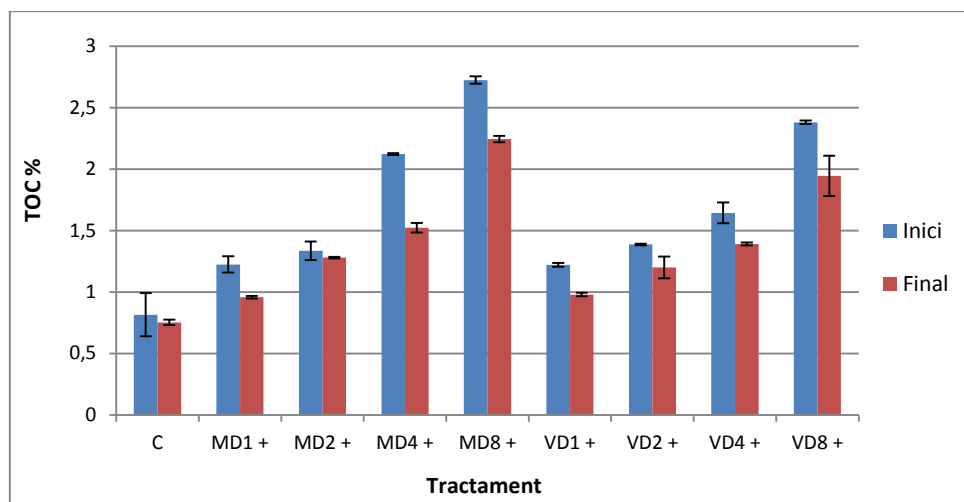


Figura 1. Evolució del TOC des de l'inici al final del bioassaig. S'ha dut a terme un test ANOVA ($\alpha=5\%$, $p\text{-valor}<0,0001$). Prenent com a referència C es mostren diferències estadísticament significatives ($p\text{-valor}<0,05$, test Fisher's PLSD) de la següent forma: *diferències a T1, **diferències a T4, + diferències a T1 i T4.

Referent a la taxa de respiració, s'observa un model d'una fase en el control, on la matèria orgànica mostra una mineralització constant. En canvi en la resta de tractaments s'observa un model de dues fases amb una primera on té lloc una mineralització ràpida d'aquella matèria orgànica més làbil i una segona on la mineralització es dona a un ritme més lent. Als tractaments esmenats amb la dosi elevada de bioestabilitzat (80g/kg) s'obté una taxa de respiració acumulada de fins a 20 vegades superior a la del control (figures 2 i 3).

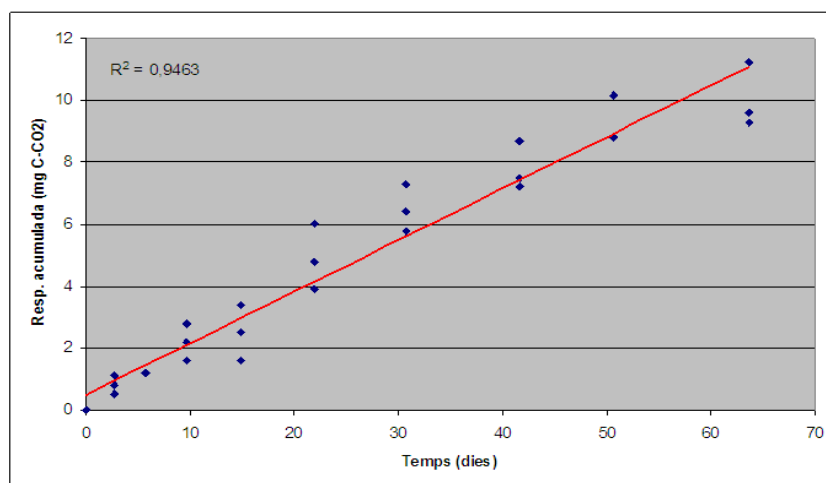


Figura 2. Respiració acumulada pel sòl "control". S'observa que segueix un model d'una sola fase.

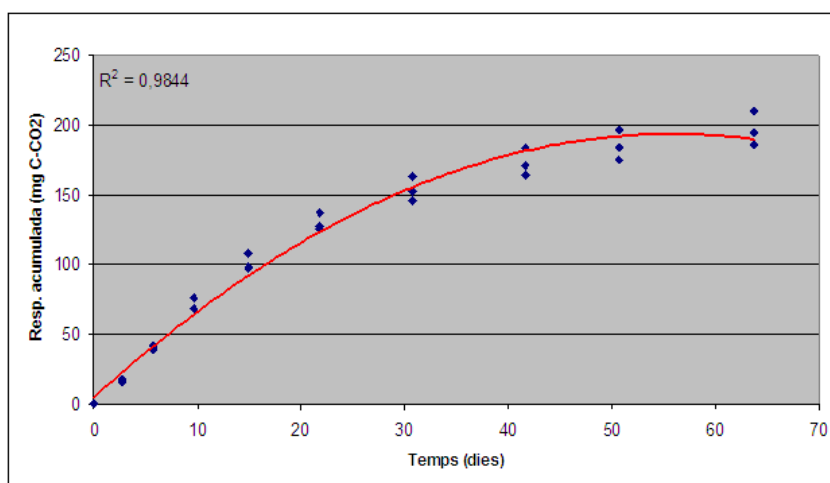


Figura 3. Respiració acumulada pel tractament que conté una dosi de BM més elevada. S'observa que segueix un model de dues fases.

També s'ha observat un augment en pràcticament tots els ions i cations solubles excepte els de nitrogen (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+), que es veuen reduïts en dosis creixents de bioestabilitzats, cosa que es pot explicar per una immobilització per part de la fauna microbiana.

3.3 Efectes del bioestabilitzat en la germinació i creixement del blat

En els sòls esmenats amb dosis intermitges de bioestabilitzat, s'observa una estimulació de la germinació tant pel que fa al blat com a les tres espècies amb que s'ha dut a terme el test de germinació.

En quant al creixement del blat, hi ha hagut una relació positiva entre la biomassa final i la dosi de bioestabilitzat aplicada. Els tractaments esmenats amb BM en l'estadi inicial van patir una inhibició del creixement, el que es relaciona amb un possible dèficit d'algun nutrient, per immobilització microbiana, o per la presència d'algun tòxic. Però en el càlcul de la biomassa final tots els tractaments (tant els de BM com els de BV) mostren una producció molt superior al control.

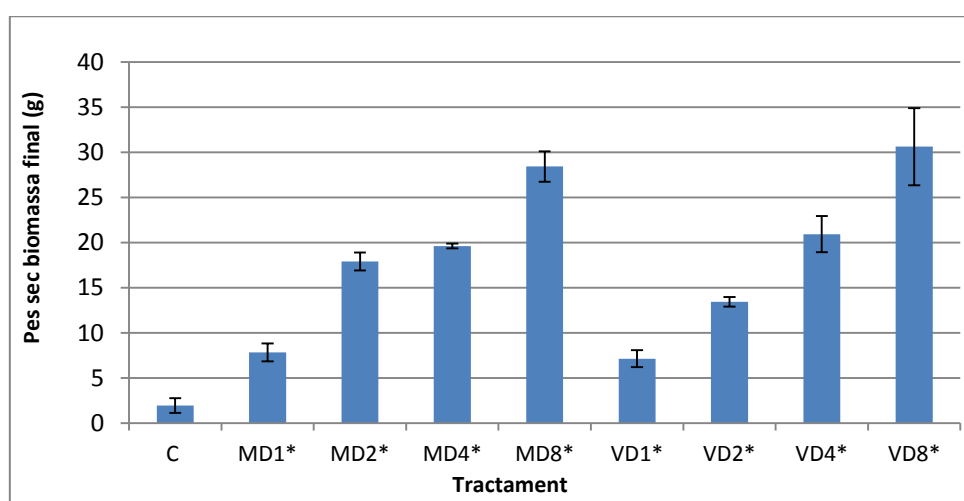


Figura 4. Mitjana dels valors del pes sec de les 10 plantes de blat de cada rèplica per tots els tractaments amb BM i BV al final del bioassaig. S'ha dut a terme un test ANOVA ($\alpha=5\%$, $p\text{-valor}<0,0001$). Prenent com a referència C s'observen diferències estadísticament significatives ($p\text{-valor}<0,05$, test Fisher's PLSD) en els tractaments marcats amb *.

4. Conclusions

Atenent a la informació disponible, existeix heterogeneïtat entre les diferents partides, tant si els bioestabilitzats provenen de plantes diferents com si provenen de la mateixa planta. Aquest fet fa difícil realitzar generalitzacions, les quals són necessàries per poder establir una legislació sobre l'ús d'aquest material en restauració de sòls.

La proporció d'impropis presents al BM és força elevada, així com també ho és la concentració de metalls pesants especialment en el BV, per la qual cosa la seva utilització com a esmena orgànica pot suposar la contaminació del sòl receptor.

L'aplicació al sòl de bioestabilitzat repercuteix en la millora de determinades propietats fisicoquímiques (MO total , densitat aparent, porositat, oxigenació, WHC, CIC), però també pot generar problemes per salinitat o immobilització de nutrients ja que a causa de l'alt contingut de carboni làbil, s'afavoreix el creixement de la comunitat microbiana.

Abans de permetre les aplicacions de bioestabilitzat en la recuperació de terrenys degradats o com a esmena orgànica de sòls, cal continuar estudiant les característiques y efectes que pot produir el seu ús.

5. Bibliografia

Es poden consultar les referències bibliogràfiques a la pàgina 83 de la memòria.