

APLICACIÓ DE RESIDUS ORGÀNICS COM A FERTILITZANTS AGRÍCOLES, COM A MITJÀ PER A EVITAR LA CONTAMINACIÓ AMBIENTAL

per

M. PUJOLA I P. JIMÉNEZ

Àrea de Química. Escola d'Agricultura de Barcelona

RESUM

L'acumulació de residus és un dels aspectes que cal considerar a l'hora d'estudiar la problemàtica de contaminació del medi ambient.

La concentració d'habitants en els nuclis urbans, així com també la d'animals en el medi rural — ramaderia intensiva —, provoca l'aparició de grans quantitats de materials residuals com: purins, fems, fangs de depuradores, deixalles, etc. El poder contaminant d'aquests residus és prou conegut: organismes patògens, metalls pesants, males olors, contaminació d'aigües subterrànies, etc.

Aquests residus poden ésser sotmesos a diferents tractaments per tal d'evitar o disminuir llur poder contaminant. Nosaltres apuntarem ací llur aprofitament agrícola — com a adob —, com a possible solució.

La necessitat que aquesta pràctica es faci d'una forma controlada implica un treball de recerca sobre quines han d'ésser les condicions idònies i sobre determinats mètodes analítics: fraccionament de la M.O. del sòl, contingut en macro i micronutrients i qualitat del producte.

La present comunicació inclourà els aspectes següents:

- a) Exemples d'aplicació correcta i incorrecta de purins i fangs en diferents terrenys. Evolució de la M.O.
- b) Efectes de l'aplicació del «compost» de deixalles-fang de depuradora en un cultiu de ray-grass.
- c) Exemple d'aplicació de «compost» de deixalles en cultiu de productes hortícoles; paràmetres de qualitat.

L'acumulació de residus és un dels aspectes que cal considerar a l'hora d'estudiar la problemàtica de la contaminació del medi ambient.

La concentració d'habitants en nuclis urbans, així com la d'animals en el medi rural — ramaderia intensiva —, provoca l'aparició de grans quantitats de materials residuals: fems, purins o deixalles, en forma directa, o bé indirectament com en el cas dels fangs provinents de la depuració d'aigües residuals.

El poder contaminant d'aquests residus és prou conegut: organismes patògens, metalls pesants, males olors, contaminació d'aigües subterrànies, etc.

Diferents tractaments de reciclatge poden ésser aplicats per tal d'evitar o disminuir llur poder contaminant. Nosaltres apuntarem ací llur aprofitament agrícola com a adob, com a possible solució.

Segons el tipus de residu, caldrà algun tipus de tractament previ per tal d'aconseguir un producte idoni per a ésser utilitzat com a adob. Aquest seria, per exemple, el cas del procés de compostatge.

La riquesa d'aquests residus en macronutrients (N i P) i en matèria orgànica és allò que fa possible llur utilització com a adob.

Fonamentalment per llur percentatge en matèria orgànica, seran aplicats com a adob o esmena orgànica. Cal destacar que l'aportació de matèria orgànica que hom fa amb l'ús d'aquests residus és molt important per la manca que n'hi ha en els nostres sòls i pel paper clau que representa la matèria orgànica en la fertilitat. D'altra banda, l'aprofitament agrícola representa un estalvi energètic davant l'ús generalitzat dels fertilitzants de síntesi. I, finalment, destacarem la influència d'aquest aprofitament agrícola en la protecció del medi ambient, tot fent ressaltar que és necessari un control de les condicions en què pot ésser dut a terme.

Per a aquests residus, com per a tot producte «nou», abans de llur aplicació i implantació cal una recerca o experimentació per tal de comprovar-ne el comportament tant a nivell de sòl com de planta.

El que pretenem en aquesta ponència és de fer un breu resum sobre les tècniques emprades per a dur a terme aquest control; per a explicar-les, ho farem a través d'una sèrie d'experiències realitzades per nosaltres.

Repercussions de l'aplicació en el sòl

Exemples: fangs residuals i purins.

Tipus d'anàlisi:

Físico-químics: pH i conductivitat.

Químics: macronutrients i nutrients secundaris.

Fraccionament de la matèria orgànica: evolució i qualitat de la matèria orgànica.

Exemple de fangs residuals

En el cas dels fangs posarem dos exemples diferents: aplicació correcta i aplicació incorrecta, encara que tenen unes certes coincidències: Els fangs aplicats tots són de digestió aeròbia i procedeixen de depuradores municipals (Costa Brava, poblacions sense indústries i, per aquest motiu, sense problemes de con-

taminació per metalls pesants); tenen un contingut aproximat del 40 % de matèria seca, i llur aplicació no solament implica un augment de la matèria orgànica sinó també del N i del P.

Tots els comentaris sobre el fraccionament de la matèria orgànica seran referits a una taula anomenada Clau de Diagnòstic (Taula 1), i els comentaris sempre els farem respecte a un sòl de referència o testimoni.

Taula 1
CLAU DE DIAGNÒSTIC

(M. Colàs: Estudi d'un mètode de fraccionament de sòls agrícoles)

% C _{AF} —	Valors normals entre 0,10-0,30 %. En cas de desequilibri pot haver-hi un pas de AH — AF o viceversa
% C _{AH} —	Valors superiors a 0,10-0,15 %. continguts inferiors indiquen — Sòls empobrits — Manca d'evolució o evolució exagerada dels composts orgànics
% C _{Hum} —	Valors mitjans entre 0,5-3 %. C _{hum} /C _t entre 40-70 %.
% C _{Moll} —	Valors acceptables entre 8-35 % respecte a C _t . Menys del 10 % — Sòls pobres o poc adobats orgànicament Més del 35 % — Aportacions recents o mala evolució
Taxa de polimerització —	En general valors inferiors a 1.
C _{AF} /C _{AH} —	Valors alts: — aportacions més o menys recents — indicatiu d'un pH baix — Sòls hidromorfs
Taxa química d'estabilitat —	A valors més alts, pitjor estabilitat estructural C _{AF} + C _{AH} /C _{Hum}
Grau d'humificació (GH). Valor entre 65-92	És un valor complementari del % C _{Moll} /C _t

Exemple de fang Llançà

Per les dades obtingudes en el fraccionament de la matèria orgànica i en les anàlisis químiques, el sòl de referència o testimoni pot ésser considerat com a bo; per tant, no hi sembla massa necessària l'aplicació de residus orgànics com a aportació de matèria orgànica. (Taula 2)

LL₁. — Tant la dosi aplicada com el conreu els podem veure a la taula 2. Aquest és un exemple d'aplicació incorrecta tant per la dosi com pels conreus.

Amb el fraccionament hom veu l'evolució incorrecta de la M.O. aplicada reflectida en un alt nivell d'AF i de C_{moll} i la no variació de la taxa d'estabilitat estructural.

A més, cal tenir en compte la baixada de pH. D'acord amb els valors trobats, hom veu que pot produir-se una acumulació de $N-NH_4$ per la manca d'evolució cap a nitrats tot produint una intoxicació del sòl i la microflora que donarà lloc a problemes nutricionals en la planta.

En aquest cas, les anàlisis purament químiques (macro i micronutrients i M.O.) no haurien estat suficients, ja que, encara que hom hi veu un elevat contingut en M.O., no en són conegudes l'evolució ni la qualitat.

Taula 2
EXEMPLE D'APLICACIÓ DE FANGS

Fang Llançà: composició
pH(1/5): 6,73 % M.O.: 47,32 % N: 3,72 % P_2O_5 : 7,83 % K_2O : 0,23 C/N: 6,4
Dosi aplicada: 390 tones M.S./ha. Temps: 2 anys. Conreu: productes hortícoles

Paràmetre	Llançà (test)	Llançà (1)
pH	7,28	5,28
Conductivitat (mmhos/cm)	0,24	0,87
% M.O.	3,60	13,64
% NT	0,72	1,34
C/N	9,5	5,9
P_2O_5 (ppm)	10,17	26,15
K_2O (ppm)	107,00	548,00
% Ca	0,24	0,58
% Mg	0,07	0,04
CIC	8,31	16,66
Fraccionament de la M.O.		
% CAH	0,40	0,47
% CAF	0,25	0,33
% C_{hum} (C_{hum}/C_t)	62,00	22,00
% C_{mol} (C_{mol}/C_t)	11,00	70,00
CAF/CAH	0,62	0,70
CAH AF/ C_{hum}	50,00	50,00
G. humificació	92,80	30,20

Exemple de fang Begur

En l'anàlisi rutinària del sòl testimoni, ja veiem un contingut molt baix en M.O. i una relació C/N molt dolenta, corroborat pel fraccionament (no hi ha AH ni AF, i la relació C_{af}/C_{ah} baixa ens indica una gran estabilitat d'aquesta

M.O — cas típic dels sòls molt empobrits —), per tant sembla lògic que una aportació de M.O. sigui necessària i beneficiosa (Taula 3).

Be₂. — L'aportació del fang provoca un augment de M.O. i hom veu que s'arriba a uns valors de la relació C/N normals.

Amb el fraccionament, hom veu l'augment de totes les fraccions, però restant encara quelcom baixos els AF; per tant, l'evolució de la M.O. sembla correcta, així com la dosi aplicada, però cal anar controlant el pH.

Taula 3
EXEMPLE D'APLICACIÓ DE FANGS

Fang Begur: composició
pH(1/5): 6,71 % M.O: 62,24 % N: 5,35 % P₂O₅: 4,29 % K₂O: 0,37 C/N: 5
Dosi aplicada: 36 tones M.S./ha. Temps: B₁ = 6 anys, B₂ = 5 anys
Conreu: productes hortícoles

Paràmetre	Begur (test)	Begur ₁	Begur ₂
pH	7,73	6,44	6,79
Conductivitat (mmhos/cm)	0,18	0,48	0,26
% M.O	0,55	2,07	1,64
% N _t	0,07	0,12	0,08
C/N	4,60	10,00	11,90
P ₂ O ₅ (ppm)	4,07	12,69	11,40
K ₂ O (ppm)	89,00	193,00	120,00
% Ca	0,12	0,30	0,33
% Mg	0,03	0,02	0,01
CIC	3,33	8,63	4,33
Fraccionament de la M.O.			
% CAH	0,08	0,28	0,20
% CAF	0,01	0,10	0,05
% C _{hum} (C _{hum} /C _t)	53,00	49,00	63,00
% C _{mol} (C _{mol} /C _t)	19,00	19,00	11,00
CAF/CAH	0,12	0,36	0,25
CAF AH/C _{hum}	53,00	64,00	12,00
G. humificació	81,20	80,80	88,40

En el cas Be₁, hom veu que els AH i AF pugen fins a nivells normals, els valors de la taxa d'estabilitat estructural i la relació C_{af}/C_{ah} indiquen aportacions més recents: període d'evolució de la M.O. i per tant de certa inestabilitat.

La baixada de pH que hom hi observa és coherent amb el període d'evolu-

ció, i segurament és deguda a despreniments de CO_2 , fermentacions i formacions d'àcids grassos de cadena curta.

Aquest seria un cas d'aplicació correcta de residus orgànics.

Exemple de purins

Encara que també són uns residus dels considerats massius, cal tenir en compte, a l'hora de llur aplicació, que aquesta cal fer-la d'una forma racional ja que l'aplicació exagerada provoca salinització del sòl i contaminació de les aigües subterrànies.

Normalment, l'aplicació és més funció de llur contingut en N i P que no pas com a adob o esmena orgànica, si no és que hom enterra el rostoll o restes vegetals.

Taula 4

EXEMPLE D'APLICACIÓ DE PURINS

Composició mitjana de purins

% N: 2,5-11 P_2O_5 : 2-9 K_2O : 2-5 C/N: 4-7

Dosi aplicada: 40.000 l/Ha (complementació amb adob mineral)

Temps d'aplicació: 9 anys. Conreu: cereals

Paràmetre	Test	Terra + purins
pH	8,24	7,92
Conductivitat (mmhos/cm)	0,15	0,12
% M.O	0,26	1,46
% N_t	0,42	1,36
C/N	3,6	6,3
P_2O_5 (ppm)	0,19	5,65
% K_2O	0,10	0,12
% Ca	0,32	0,28
Mg (ppm)	234,00	195,00
CIC		
Fraccionament de la M.O.		
% CAH	0,01	0,19
% CAF	0,01	0,08
% C_{hum} ($\text{C}_{\text{hum}}/\text{C}_t$)	73,00	48,00
% C_{mol} ($\text{C}_{\text{mol}}/\text{C}_t$)	26,00	11,00
CAF/CAH	1,00	0,42
CAF AH/ C_{hum}	20,00	66,00
G. humificació	86,00	80,00

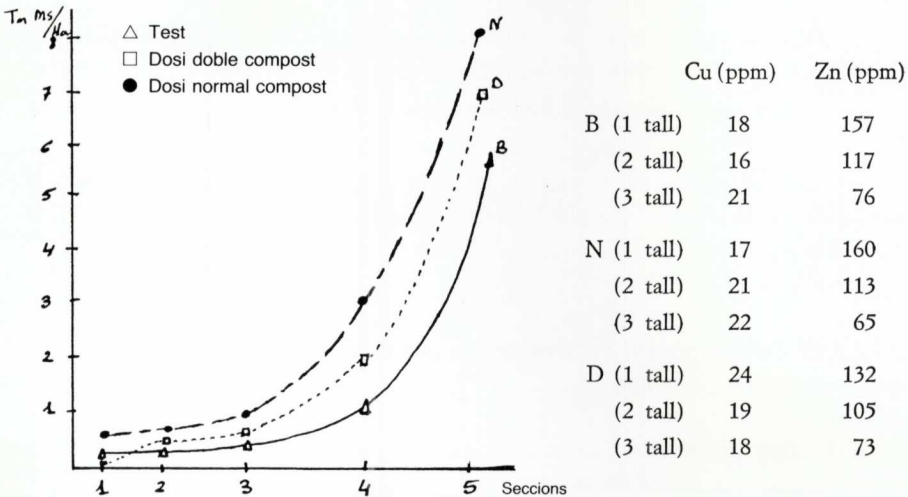
Taula 5
EXEMPLE D'APLICACIÓ DE COMPOST

Compost d'escombraries-fang: composició
pH(1/25): 8,20 % M.O: 25,1 % N: 3,14 C/N: 3,4 % P₂O₅: 1,1
Conductivitat: 0,6 % humitat: 31,4

Dosi aplicada: (1) 18 Tn/ha. (2) 36 Tn/ha. Conreu: ray-grass

Paràmetre	Abans conreu			Després conreu		
	(0)	(1)	(2)	(0)	(1)	(2)
pH	8,07	8,19	8,14	8,13	8,25	8,23
Conductivitat (µmhos/cm)	100,—	147,—	152,—	140,—	136,—	160,—
% M.O	2,28	2,55	2,52	2,84	3,10	3,19
% N _t	0,14	0,13	0,15	0,19	0,21	0,23
C/N	11,20	10,80	10,50	8,70	8,10	8,20
P ₂ O ₅ (ppm)	119,—	110,—	136,—	147,—	131,—	135,—
% K ₂ O	0,10	0,12	0,13	0,08	0,08	0,08
% Ca	0,21	0,21	0,21	0,27	0,29	0,27
% Mg	0,08	0,08	0,08	0,05	0,03	0,04
CBC	8,40	9,90	8,70	7,90	10,30	10,60

PRODUCCIÓ
Metalls Cu i Zn (dades mitjanes)



En l'exemple que comentarem, el sòl de partida és molt pobre en M.O.; per aquesta raó els valors obtinguts en el fraccionament no donen resultats fiables i comparables als resultats de la mostra de terra més purins. Amb aquest exemple, veiem doncs que el fraccionament no pot ésser aplicat d'una forma rutinària i sistemàtica (Taula 4).

Aplicació de compost a un conreu de «ray-grass»

Aquest exemple és un estudi controlat d'aplicació de residus orgànics i concretament d'un producte obtingut per un procés de compostatge de la barreja deixalles-fang (ja que les deixalles tal com són obtingudes no poden ésser aplicades directament al camp).

Les tècniques d'anàlisi emprades han estat enfocades per mirar solament els paràmetres químics i físico-químics del sòl, ja que hom ha considerat que el temps de durada de l'experiència no era suficient per a obtenir uns resultats representatius sobre l'evolució de la M.O.; però, en canvi, han estat emprades tècniques analítiques per a fer l'anàlisi de teixits basades en la destrucció de la M.O. per calcinació a 460 °C i posterior anàlisi de la part mineral.

Com podem veure a la Taula 5, han estat aplicades dues dosis diferents d'adob, respecte a la fertilització nitrogenada necessària per al cultiu.

Com a conclusions cal dir:

— Encara que el període d'aplicació és curt, ja s'observa una millora de la C.B.C. i de la M.O. del sòl, però no es troben diferències entre les dues dosis d'adobat orgànic.

— S'observa un augment del contingut de N en tots els casos després del conreu a causa no solament de l'aport d'adobat sinó del conreu en si mateix.

— La producció millora amb l'adobat orgànic, però no es veu reflectit l'efecte de la dosis.

— Quant al contingut en metalls pesants Cu i Zn en el teixit, cal destacar una ràpida assimilació del Zn per la planta inicialment (nivells elevats, però dins dels límits permesos) que va disminuint amb les seccions.

Aplicació de compost a un conreu de tomàquets: estudi de certs paràmetres de qualitat

Finalment, presentem l'apartat d'estudi de la qualitat del producte; és la part més recent en la nostra recerca.

En síntesi, podem dir que consisteix a adoptar els mètodes analítics més

ràpids i simples per al producte que interressi en particular (productes hortícoles).

Les primeres experiències han estat fetes amb l'anàlisi de vitamines (concretament la A i la C), sucres i acidesa.

Els resultats obtinguts seran comentats amb l'exemple d'un conreu de tomàquets en hivernacle.

En aquest cas, el residu orgànic aplicat era un compost de deixalles de fabricació industrial.

Característiques del «compost»

pH	8,10	% N	1,33
% H ₂ O	26,02	% P ₂ O ₅	2,26
% M.O	31,72	% K ₂ O	0,36

Experiència: Hom féu, en diferents parcelles, dos tipus de tractament: el compost aplicat com a adob orgànic (A i B) i com a adob organo-mineral (AM i BM). Per a cada tractament, hom féu servir dues dosis: una suposant un 75 %

Taula 6

PARÀMETRES DE QUALITAT TOMÀQUET

(Dades mitjanes de 10 repeticions/tractament)

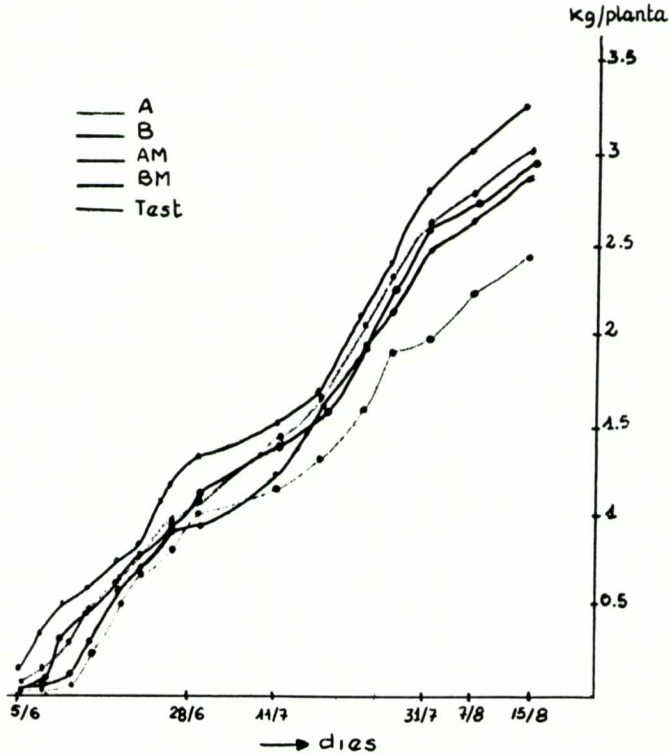
Mostra	% Sucres (s.m.f.)	Acidesa % Ac. cítric (s.m.f.)	% Residu sec (s.m.f.)
A	3,77	0,29	6,20
B	4,20	0,31	6,17
AM	3,89	0,31	5,98
BM	4,03	0,28	5,88
Test	3,81	0,35	6,01

Mostra	Índex sucres	Rel. acidesa	Vit C (mg ascòrbic/100 g) (s.m.f.)
A	60,80	4,68	11,82
B	68,07	5,02	11,01
AM	65,05	5,18	10,35
BM	68,54	4,76	11,56
Test	63,39	5,82	11,05

Índex de sucres > 50 = Qualitat òptima. (R. Anderlini) 1970.
 Rel. acidesa < 7,8 = Qualitat òptima. (R. Anderlini) 1970.
 Vit. C (10-20 mg ascòrbic/100 g (s.m.f.)) (B. P. Klein 1982; R. J. Lotstein 1983).

de mineralització del compost respecte a N (A i AM) i l'altra suposant-hi un 50 % de mineralització (B i BM).

Com a testimoni fou utilitzat l'adob mineral generalment emprat per a aquest conreu en la zona (Maresme).



Producció acumulada del conreu del tomàquet

Comentari dels resultats

Els resultats que comentarem ací seran els paràmetres de qualitat del producte i la producció (Taula 6).

- Els % de sucres augmenten en B i BM respecte al testimoni.
- El % d'acidesa disminueix en l'adob orgànic respecte al testimoni.

L'índex de sucres i la relació d'acidesa són els dos paràmetres que indiquen millor la qualitat.

Hom observa que tots els tractaments donen valors dins els definits com a correctes.

— Els resultats de Vit C no donaren diferències significatives entre tractaments.

— Quant a producció, tal com indica la gràfica, hom aprecia diferències entre els tractaments després d'un mes del començament de la collita. El tractament BM dóna millors resultats (producció superior al testimoni) i el tractament A és el que dóna una producció inferior.

Comentari general

Cal dir que, bé que en aquesta ponència hem anat exposant les diferents tècniques emprades en el nostre laboratori per mitjà de diferents exemples d'aplicació de residus orgànics, per a obtenir un resultat complet caldria fer cadascuna d'aquestes anàlisis en cada exemple comentat.

AGRAÏMENTS

Agraïm al Departament del Medi Ambient de la Diputació de Barcelona i a la CIRIT de la Generalitat de Catalunya llur suport en aquesta investigació.

BIBLIOGRAFIA

- JIMÉNEZ, P., FLORENSA, P., PUJOLÀ, M. i d'altres. *Aplicació del «Compost» en el cultiu de productes hortícoles*. Actes del XII Congrés de Metges i Biòlegs dels Països Catalans. Benicàssim, 1-4 Nov. 1984 (Castelló).
- PUJOLÀ, M., i SOLIVA, M. *Estudio de algunos parámetros en los suelos tratados con lodos residuales municipales*. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, pp. 343-354, Madrid 1984.
- PUJOLÀ, M., i SOLIVA, M., *Application of urban and agricultural organic residues in cultivable soils*. 3rd Mediterranean Congress on Chemical Engineering, pp. 332-333. Barcelona, Nov. 1984.