

Comportament dels fems de vaquí en comparació amb els fangs de depuradora i el compost de residus municipals: Influència en la producció d'una rotació hortícola

M.Alcolea, O. Castro. A.Garcia , M. de las Heras, L.Martinez, J.Sabate, M.Soliva,
J.Turró. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

INTRODUCCIÓ

Al llarg de tres anys, (període 1996-1999), s'ha realitzat un estudi sobre l'aplicació al sòl dels residus orgànics generats en major quantitat a Catalunya (fem de vaquí, fang de depuradores i compost de RSU). El primer és el més conegut i del que existeix més experiència en aplicacions a diferents tipus de cultius i és interessant comparar les seves característiques i comportament amb els altres dos materials relativament "més nous". Aquest estudi està enmarcat en un projecte CICYT (AGF06-0966).

L'ús d'adobs orgànics en agricultura és interessant tant per les millores que provoca sobre les característiques i conservació del recurs sòl, com pels efectes beneficiosos sobre els cultius. El fet que aquests tipus d'adobs provenguin de productes residuals generats en diferents activitats agrícoles, industrials o urbanes, afegeix un nou punt d'interés en la seva utilització: la possibilitat de gestionar residus orgànics amb la seva aplicació agrícola.

Les característiques dels materials orgànics són molt variades, segons origen i/o tractament. Aquesta variabilitat dificulta la dosificació segons concentració i assimilabilitat dels nutrients; a més, no s'ha d'oblidar la possible presència de determinats components probablement tòxics en alguns dels residus orgànics utilitzables.

DISSENY DE L'EXPERIÈNCIA

L'experiència realitzada correspon al seguiment i estudi dels cultius inclosos en una rotació hortícola col-espinaç-enciam. En realitat el tercer cultiu havia de ser de bledes. Es va calcular i aplicar l'adobat adequat per al cultiu de bledes, però a causa d'un problema climatològic (forta gelada poc després de la sembra) es va anular i

posteriorment es van plantar els enciams. Per aquest i altres motius el cultiu d'enciams ha estat l'estudiat amb més profunditat.

La parcel·la experimental utilitzada (875 m²) està situada en la finca experimental de la E.S.A.B. en una zona de terrasses de material al·luvial indiferenciat. El sòl és de textura franco-arenosa i pertany (segons classificació USDA) a un sòl xerochrepts (Josa et al,1984).

S'aplicaren 7 tractaments amb 4 repeticions distribuïdes en un disseny de blocs a l'atzar. La fertilització dels diferents tractaments es va plantejar desde l'inici de la rotació segons les següents hipòtesis:

- La dosificació es realitzaria en base a les necessitats de nitrògen.
- Uns tractaments, considerats dosis altes (DA), aportarien tot el nitrògen necessari a partir dels diferents residus.
- Altres, considerats dosis baixes (DB), aportarien el 50% del nitrògen en forma de residu i el 50% en forma de fertilitzant mineral.
- Les quantitats necessàries de fòsfor i potassi pels cultius, que no fossin aportades pels residus s'aportarien en forma de fertilitzants minerals.
- Es consideraria que els residus F i C es mineralitzarien un 60% el primer any i un 40% el segon any; en canvi, segons anteriors experiències, el L es mineralitzaria un 75% el primer any. Amb això, pel càlcul de l'adobat del segon i tercer cultiu es va tenir en compte els efectes residuals de les aplicacions previes de residus.

Per a realitzar el càlcul de la dosi d'aplicació dels residus en el tercer cultiu de la rotació (enciam), es van tenir en compte les necessitats de les bledes (200-85-150) i no les de l'enciam, que segons la bibliografia oscil·la entre (60/120-30/50-100/150). La substitució del cultiu de bledes per un d'enciams va complicar les estimacions de mineralització i possibles balanços a realitzar. Per una part, les necessitats de l'enciam eren inferiors, i per altre, era difícil estimar l'evolució dels residus en el sòl en el temps que va desde la seva aplicació fins a l'època de més demanda de nutrients per part del cultiu d'enciams. Es van prendre decisions sobre la marxa per intentar treure el màxim profit de la situació, per això, al detectar diferències molt importants de creixement en

els primers dos mesos de desenvolupament dels enciams, es va decidir no aplicar el fertilitzant de cobertera a les dosis baixes. Es pretenia posar de manifest les diferències entre el comportament en el sòl dels materials ja que en tots els tractaments el nitrògen aprofitat procediria dels residus orgànics o de la mineralització de la matèria orgànica del propi sòl. El tractament mineral restà així, pràcticament convertit en un testimoni ja que gairabé tot el nitrògen mineral aportat en sementera s'hauria perdut.

MATERIALS

A la taula 1 es troba l'anàlisi dels residus orgànics utilitzats. Els fems procedeixen de l'explotació de vaques de llet de la finca experimental de la E.S.A.B. a Caldes de Montbuí, el fang de depuradora d'aigües residuals urbanes de la ciutat de Gavà, i el compost de la planta de compostatge de Torrelles de Llobregat que tracta fracció orgànica de residus sòlids urbans procedent de recollida selectiva (cultius d'espinaç i enciam); el compost utilitzat en el cultiu de la col provenia de la planta de compostatge de Mataró a on es tractaven R.S.U. procedents de recollida no selectiva.

Taula 1 : Caracterització dels residus emprats a la rotació.

PARÀMETRES	FEM VAQUÍ (Caldes)	COMPOST RSU (Torrelles)	COMPOST RSU (Mataró)	FANG (Gavà-Viladecans)
pH	8,75	8,23	7,50	8,07
CE (dS/m)	5,02	5,97	6,12	1,94
%H	71,41	25,33	49,77	76,08
ppm N-NH ₄	3458	346	2869	5098
% MOT	50,58	53,79	46,72	62,03
%Norg	2,11	2,61	1,83	4,54
C/N	12	11	12	7
%MOR	25,26	27,04	17,68	25,25
%GE (MOR/MOT)	50,00	50,44	37,85	41,12
%NnH (N resistant)	1,10	1,52	0,92	1,03
%NnH/Norg	52,1	58,2	50,3	22,7
% P	0,97	0,90	0,33	2,56
% K	2,80	1,56	0,48	0,21
% Ca	4,92	7,50	5,22	6,21
% Mg	1,01	0,84	1,97	2,68
% Na	0,67	0,68	0,56	0,25
% Fe	0,68	0,96	0,79	0,98
ppm Zn	219	188	330	1388
ppm Mn	330	152	147	141
ppm Cu	59	73	165	544
ppm Ni	46	48	91	333
ppm Cr	50	40	235	571
ppm Pb	8	52	130	143
ppm Cd	0,24	0,39	0,83	1,71

Les quantitats de residus aplicats (taula 2), així com les de matèria orgànica, resulten molt diferents entre tractaments; això es degut al fet de dosificar en funció del nitrògen ja que la quantitat de residu i de matèria orgànica aportada dependrà de les

característiques analítiques de cada residu. A la figura 1 es representa l'aportació total a la rotació.

Taula 2: Quantitats de residu aplicades als diferents cultius de la rotació, (en kg de matèria humida, matèria seca i matèria orgànica per ha).

Tractament	COL			ESPINACS			ENCIAMS		
	Aportació kg m.h./ha	Aportació kg m.s./ha	Aportació kg m.o./ha	Aportació Kg m.h./ha	Aportació kg m.s./ha	Aportació kg m.o./ha	Aportació kg m.h./ha	Aportació kg m.s./ha	Aportació kg m.o./ha
CDA	59423	29848	13945	2253	1597	899	54812	43000	22046
CDB	29741	14939	6979	1127	799	450	27403	21498	11022
FDA	68148	17023	9237	12009	3256	1515	65182	21960	11193
FDB	34074	8512	4618	6004	1628	757	32589	10979	5596
LDB	19703	4520	2950	3328	809	509	26686	6407	3710

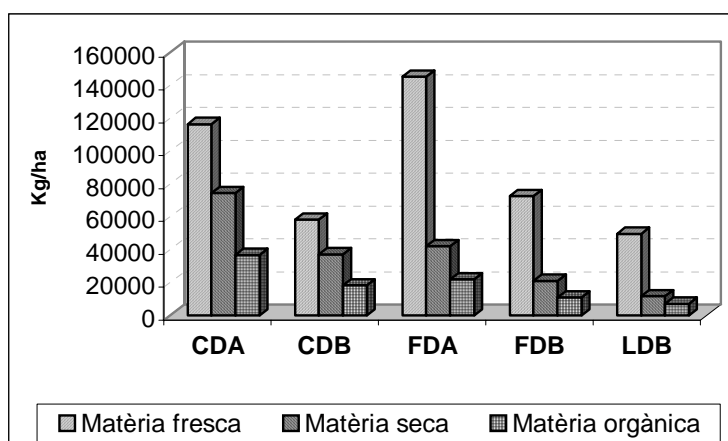


Figura 1. Aportació total de residus a la rotació.

En canvi les aportacions de nitrògen haurien de ser molt semblants en tots els tractaments i no és així (taula 3 i figura 2). Això es degut no tan sols al fet de no haver aplicat el fertilitzant mineral en el cas de les dosis baixes (cultiu d'enciam), sino també a problemes en la composició dels residus. En general es calculen les dosis a partir de l'última composició disponible del residu. En aquest cas, el compost va resultar molt més sec de l'esperat.

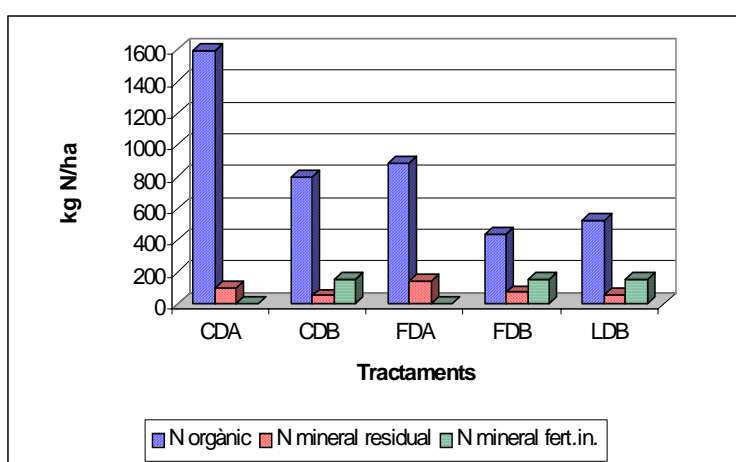
Taula 3. Aports de nitrogen orgànic i mineral (d'origen residual + fertilitzants inorgànics), en kg N/ha.

Tractament	COL			ESPINACS			ENCIAMS	
	N orgànic	N mineral		N orgànic	N mineral		N orgànic	N mineral (*)
		RO	FM		RO	FM		
CDA	546	86	0	46	0,4	0	1006	19
CDB	273	43	115	23	0,2	45	503	9
FDA	366	129	0	69	7,2	0	450	13
FDB	183	65	115	35	3,6	45	225	7
LDB	209	25	115	37	4	45	283	31

(*) En aquest cas tot el N mineral ha estat aportat pels residus.

RO: Residu orgànic. FM: Fertilitzant mineral.

Figura 2. Aportació total de nitrogen a la rotació.



A la taula 4 es dona una relació entre metalls i nitrogen aportat. S'observa clarament que el fang i el compost de Mataró són els materials que aporten més grams de metall per kg de N aplicat.

Taula 4: Grams de metalls aportats per kg de Norg i ha amb els residus utilitzats en la rotació.

	gr Zn/kg Norg	gr Cu/kg Norg	gr Pb/kg Norg	gr Cd/kg Norg
Fem de vaquí	10,38	2,80	0,38	0,01
Compost (Mataró)	18,03	9,02	7,10	0,05
Compost (Torrelles)	7,20	2,80	1,99	0,01
Fang (Gavà)	30,57	11,98	3,15	0,04

RESULTATS

A la taula 5 es dona la producció obtinguda en cada tractament dels tres cultius. La producció mitjana dels enciams i les cols cultivades a la província de Barcelona és

gairabé idèntica i de 31000 kg/ha. Per tant les produccions obtingudes d'aquests dos cultius ha estat molt per sobre de la teòricament esperada. Aquest fet també es podria atribuir a una durada superior del cultiu. Pel que fa als espinaacs, la producció ha estat molt més baixa, donant-se la curiositat d'obtenir produccions més elevades en els tractaments amb dosi baixa que en els de dosi alta. El fet de tenir en compte els efectes residuals de l'adobat orgànic aplicat en els cultius anteriors va fer que s'aportés poca quantitat de residus orgànics al cultiu dels espinaacs (taula 2 i 3), donant-se un dèficit de N en els tractaments als que no es va aplicar fertilització mineral en cobertera.

Taula 5. Produccions dels tres cultius inclosos en la rotació hortícola, en kg de materia fresca per ha.

Tractament	COL	ESPINACS	ENCIAM
	Producció de cogollo	Producció total	Producció total
CDA	58616 a	9879 abc	76042 a
CDB	48459 b	13321 a	67197 a
FDA	53050 ab	8854 bc	76325 a
FDB	49960 b	12992 a	60504 a
LDB	53309 ab	11213 ab	70987 a
M	50933 b	11779 ab	41175 b
T	43626 c	7367 c	39176 b

En el cultiu de col s'ha obtingut la producció més elevada en el tractament de compost dosi alta amb diferència estadísticament significativa respecte la resta de tractaments adobats amb residus orgànics i el tractament mineral; i amb una producció més reduïda està el testimoni. En canvi en el cas del cultiu d'enciams no s'han trobat diferències significatives entre els tractaments amb residus, encara que destaquen les produccions dels tractaments de compost i fem dosi alta seguits pel tractament amb fang.

Taula 6. Contingut en macroelements del teixit vegetal de la col.

Tractaments	P (%)	K (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
CDA	0,29	1,98	3200	808	244	23	9,7
CDB	0,31	2,08	3800	865	291	26	10,3
FDA	0,30	2,06	3500	845	259	24	10,5
FDB	0,30	2,05	3000	787	268	22	10,0
LDB	0,28	1,94	3300	778	265	24	9,2
M	0,28	1,96	3200	770	242	21	9,2
T	0,29	2,03	3300	805	243	23	10,2

* No es van trobar diferències significatives entre tractaments.

Taula 7. Contingut en macroelements del teixit vegetal dels espinacs.

Tractaments	P (%)	K (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
CDA	0,64 a	5,30 a	6288 ab	3705 a	366 a	458 a	45,7 b
CDB	0,43 b	4,80 a	5521 b	3721 a	468 a	381 a	35,0 c
FDA	0,71 a	5,10 a	6184 ab	3675 a	425 a	382 a	47,2 b
FDB	0,41 b	4,70 a	5862 ab	3843 a	492 a	296 a	37,5 c
LDB	0,41 b	4,80 a	5858 ab	4057 a	508 a	338 a	35,0 c
M	0,45 b	5,00 a	6310 ab	3919 a	446 a	401 a	40,0 bc
T	0,61 a	5,33 a	6963 a	4172 a	366 a	436 a	54,3 a

Taula 8. Contingut en macroelements del teixit vegetal de l'enciam.

Tractaments	P (%)	K (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
CDA	0,59	5,64	5809	1632	954	133	32
CDB	0,57	4,86	4755	1387	917	138	29
FDA	0,67	5,82	6223	1663	1109	163	34
FDB	0,60	5,70	5235	1626	925	150	34
LDB	0,50	5,34	5761	1604	885	151	30
M	0,54	5,58	5249	1729	1144	200	37
T	0,50	5,20	5484	1736	864	177	35

* No es van trobar diferències significatives entre tractaments.

Respecte el contingut en macroelements (taules 6,7 i 8) tan sols s'han trobat lleugeres diferències entre tractaments en el cultiu dels espinacs, concretament pel P, Ca i Mn.

Taula 9. Contingut en metalls pesats del teixit vegetal de la col.

Tractaments	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppb)	Cd (ppb)	Ni (ppb)	Pb (ppb)
CDA	2,5	11	570	100	177	201
CDB	1,7	12	625	100	183	100
FDA	2,2	11	573	100	169	148
FDB	1,7	12	457	100	180	156
LDB	2,5	11	601	100	188	292
M	2,2	12	399	100	190	208
T	2,2	11	527	100	202	147

* No es van trobar diferències significatives entre tractaments.

Taula 10. Contingut en metalls pesats del teixit vegetal dels espinacs.

Tractaments	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppb)	Cd (ppb)	Ni (ppb)	Pb (ppb)
CDA	10,5 a	60 a	2100 a	101 a	930 a	1600 a
CDB	10,0 a	36 b	1900 a	79 a	640 ab	1800 a
FDA	10,0 a	55 a	1600 a	74 a	720 ab	1800 a
FDB	9,0 a	34 b	1300 a	46 a	520 b	1900 a
LDB	9,7 a	34 b	2600 a	80 a	760 ab	1300 a
M	10,5 a	36 b	2500 a	48 a	700 ab	1600 a
T	11,3 a	54 a	1900 a	111 a	730 ab	2400 a

Taula 11. Contingut en metalls pesats del teixit vegetal dels enciams.

Tractaments	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppb)	Cd (ppb)	Ni (ppb)	Pb (ppb)
Mercat	3 - 8	16 - 80	500-700	100-546	500-2000	500-3000
CDA	5,0	35	1000	150	500	1000
CDB	4,3	37	1500	119	500	510
FDA	4,5	33	1750	138	630	1130
FDB	4,8	32	1250	110	580	880
LDB	4,3	35	1250	100	630	500
M	4,8	32	2000	155	520	1130
T	5,3	35	1670	105	-	-

* No es van trobar diferències significatives entre tractaments.

Pel que fa al contingut en metalls, només s'han trobat diferències en el cultiu dels espinacs, encara que petites en el cas del Zn i el Ni. Per a l'estudi dels enciams es van analitzar 7 mostres de mercat de la mateixa varietat (taula 11), tots els valors es troben en el mateix rang, excepte en el cas del Cr, que van donar més baixes que als enciams dels tractaments.

Taula 12. Contingut en nitrats al teixit vegetal dels espinacs i els enciams

Tractaments	Espinacs ppm NO ₃ ⁻ s.m.h.	Enciams ppm NO ₃ ⁻ s.m.h.
Mercat	---	1542 (632 – 3276)
CDA	39	466
CDB	318	473
FDA	96	743
FDB	287	594
LDB	238	697
M	164	758
T	75	728

*No es van trobar diferències significatives entre tractaments.

Per a estudiar la qualitat es va considerar important la determinació del contingut en nitrats (taula 12). Degut a la dispersió dels resultats no es troben diferències significatives, però en el cas dels espinacs destaquen els nivells més alts en els tractaments que es va aplicar fertilitzant mineral en cobertera (CDB, FDB, LDB i M). Pel que fa als enciams, els valors són, en general més baixos que en els enciams de mercat analitzats. Es van detectar molta relació entre el contingut en nitrats i l'estadi de creixement.

Taula 13. Continguts en vitamina C (àcid ascòrbic) al teixit vegetal dels enciams

Tractaments	Pes (gr)	Vit C mg/100gr m.h.	Mostres d'enciams de diferents mercats	Pes (gr)	Vit C mg/100gr m.h.
CDA	1333	4,16	Mostra 1	1008	4,73
CDB	1178	4,12	Mostra 2	846	5,56
FDA	1337	4,02	Mostra 3	984	3,40
FDB	1060	5,36	Mostra 4	1040	2,96
LDB	1244	4,91	Mostra 5	750	2,80
M	722	8,55	Mostra 6	1091	4,40
T	686	8,24	Mostra 7	945	4,81

*No es van trobar diferències significatives entre tractaments.

En l'enciam també es va analitzar el contingut en vitamina C (taula 13). Les diferències trobades no són estadísticament significatives i també estan relacionades amb l'estadi de creixement, al augmentar el pes disminueix el contingut en vitamina C, (els tractaments M i T anaven més retrasats i per això tenen valors més elevats).

CONCLUSIONS

- La composició del residu respecte a contingut en humitat i nitrògen té una gran influència sobre la quantitat de residu a aplicar i la matèria orgànica aportada.
- Els continguts en metalls dels residus emprats estan dins dels nivells permesos per la legislació, tot i que el fang utilitzat en els tres conreus i el compost aplicat a la col en presenten nivells relativament alts.
- La utilització de compost de RSU de recollida selectiva als cultius d'espinaç i enciam fa disminuir significativament els aportes de metalls per kg de nitrògen orgànic aplicat.
- Les diferències trobades en les produccions es poden relacionar amb la disponibilitat de nitrògen.
- Amb les dades obtingudes es confirma que la velocitat de mineralització del fang és superior a la dels altres dos residus utilitzats a l'experiència. El compost de Torrelles allibera menys N de l'esperat.
- No s'han trobat diferències en el contingut en metalls dels conreus.

BIBLIOGRAFIA

- DE LAS HERAS, M; MARTINEZ, L. (1998). Efectos de la aplicación de subproductos de origen agrícola (estiércol vacuno) y urbano (compost de RSU y lodo de depuradora) sobre el suelo y tejido vegetal en una rotación de col-espinaç. TFC ESAB.
- CASTRO, O.; TURRÓ, J. (1999). Producció, contingut en vitamina C i components minerals de *Lactuca sativa* segons tamany i tipus d'adobat. TFC ESAB.
- ALCOLEA, M.; GARCIA, A. (1999). Efectes de l'aplicació de residus orgànics d'origen agrícola (fem de vaquí) i urbà (compost RSU i fang de depuradora) en un cultiu d'enciam inclòs en una rotació hortícola (col-espinaç-enciam). TFC ESAB.
- SOLIVA, M. et al. (2000). "Aspectos a tener en cuenta en la aplicación agrícola del compost de la fracción orgánica de RSU" (pag.26-40). Publicación de las "Jornadas de Compostaje-Reciclaje agrícola organizadas por ATEGRUS en Valencia el 14 de abril de 2000. Ed. ATEGRUS 2000.

