

## Utilització de l'extracte aquós de mostres de sòls i de compost per caracteritzar-los

J.A. de la Rosa, E. Centelles, S. Echevarria, S. Paulet i M. Soliva  
Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

### RESUM

*Davant de l'increment de l'ús de materials orgànics (compostats o no) en agricultura cal cercar mètodes analítics senzills i ràpids que permetin obtenir una informació fiable i novedosa de les seves característiques i/o del seu comportament. Tot i que els mètodes oficials més clàssics d'anàlisi de sòls i composts han de seguir sent utilitzats, és important comparar-los amb altres que puguin donar informació més ràpidament. Es comenten resultats trobats per l'estudi per cromatografia iònica i electroforesi capil·lar d'extractes aquosos de compost de diferents orígens.*

### Introducció

Un dels problemes de la utilització de compost de residus sòlids urbans (RSU) pot estar en els elevats valors de conductivitat elèctrica (CE) que presenta. S'ha comprovat que aquesta és més elevada quan el compost procedeix del tractament de RSU no recollits separatament. En la **taula 1** es donen els valors de la CE dels extractes aquosos 1/5 de mostres de diferents orígens. Es senyalen amb un asterisc les que provenen de fracció orgànica de RSU, recollida i compostada separatament. Es pot observar que aquestes últimes en general presenten CE mes baixes, tot i ser mostres amb uns continguts en humitat inferiors

**Taula 1.** Conductivitat elèctrica d'extractes aquosos de mostres de compost de RSU

Mostra	1986		1987		1988		1989		1990		1991		1997	
	CE (dS/m)	% H	CE (dS/m)	% H	CE (dS/m)	% H	CE (dS/m)	% H	CE (dS/m)	% H	CE (dS/m)	% H	CE (dS/m)	% H
Vilafranca	7,4	44,3	7,6	47,0	7,3	46,1	8,0	47,7	8,9	46,5	7,5	41,9	8,5	46,0
Mataró	6,5	43,5	6,8	44,4	7,4	42,9	7,6	40,6	8,6	44,5	8,3	42,9	10,0	31,0
Gavà	-	-	-	-	7,9	36,0	9,1	40,0	9,2	42,2	8,0	40,9	-	-

Mostra	1997		1998		1999		2000	
	CE (dS/m)	% Humitat	CE (dS/m)	% Humitat	CE (dS/m)	% Humitat	CE (dS/m)	% Humitat
Torrelles*	6,04	31,17	7,02	23,87	5,85	18,82	6,70	26,43
Castelldefels*	2,65	37,15	3,42	37,96	5,16	30,52	5,12	38,07
Jorba*			5,36	45,88	-	-	6,10	36,55
La Selva*					5,52	19,34	6,03	21,33
Botarell*					7,35	18,40	5,53	25,74
Granollers*	-	-	-	-	-	-	3,58	22,55

S'han fet molts estudis sobre la composició del compost, però dedicats sobre tot a aquelles paràmetres que informen de l'estabilitat o del contingut en fitonutrients i contaminants. Poques vegades s'estudia el contingut en espècies químiques solubles en aigua del compost. S'ha considerat interessant estudiar quins ions es troben més freqüentment en extractes aquosos i quina relació tenen amb la CE i amb l'origen de la mostra

### Material i mètodes

Des de fa anys al laboratori d'Anàlisi Química del Departament d'Agronomia de l'ESAB s'estudia la qualitat del compost de RSU<sup>1</sup> i per tant es disposa d'un gran

<sup>1</sup> S'ha pogut fer gràcies a diferents convenis amb el Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona

nombre de mostres “històriques” i també d’actuals, que han servit per realitzar aquest treball. Les primeres es conserven seques i per tant no s’ha pogut treballar amb mostres humides; de les més noves, si que s’han pogut fer les anàlisis sobre mostra humida. Per això el treball està dividit en dues parts:

- ✓ Part A. Es van estudiar els extractes aquosos de mostres “històriques” seques per cromatografia iònica ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{PO}_4^{3-}$ ), fotometria de flama ( $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$ ) i volumetries ( $\text{HCO}_3^-$  i  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ ). Per preparar els extractes es van realitzar dues extraccions successives amb aigua (relació mostra extractant en cadascuna, 1/10)
- ✓ Part B. Es va treballar amb mostres humides dels darrers temps; la relació mostra extractant va ser directament 1/20 i els mètodes de quantificació emprats van ser: electroforesis capil·lar i volumetries àcid-base.

## Resultats

### Part A

En la **taula 2** es donen dades de mostres anteriors al 1996, de diferents orígens; predominen les mostres de les plantes de compostatge de Gavà (G), Mataró (M) i Vilafranca del Penedès (V) que es van controlar en el nostre Laboratori des de l’any 1985 fins al 1991.

En les dades es pot observar:

- ✓ Continguts elevats de anions i cations en les mostres de G, M i V.
- ✓ Les mostres alemanyes presenten uns valors més baixos de CE i de continguts en anions i cations
- ✓ Els continguts en  $\text{Ca}^{2+}$  són molt elevats en les mostres catalanes, enfront les alemanyes el que segurament provoca que es trobi tant poc fòsfor soluble. Totes les mostres catalanes tenen uns continguts més elevats de  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$
- ✓ Els continguts en potassi són molt semblants entre mostres, al contrari del que passa amb el sodi
- ✓ En les mostres de M i V els miliequivalents totals de cations per litre són sempre superior als miliequivalents d’anions, al contrari del que passa amb les mostres de G; això indica que hi ha espècies químiques que no s’han determinat; probablement les mostres de M i V per no haver estat durant tot el procés en condicions aeròbies poden tenir anions d’àcids orgànics com làctic, butíric, acètic...
- ✓ S’observa una gran diferència en el contingut en sulfats entre mostres, fet que coincideix amb desequilibris del balanç entre miliequivalents de cations i anions
- ✓ El contingut inferior en sulfats de les mostres de M i V es considera degut a problemes d’anaerobiosi durant el procés, que han transformat part dels sulfats en sulfurs (coincideix amb que les mostres d’aquestes dues plantes feien olor a sulfur d’hidrogen quan eren tractades amb àcid clorhídric).

En aquestes mostres no es va poder determinar el contingut en nitrogen en forma amoniacal perquè havien estat assecades. Els valors de CE de la taula 2 i de la 1 cal tenir en compte que no es poden comparar, ja que no han estat obtinguts de la mateixa manera.

**Taula 2.** Anàlisis extractes aquosos de compost de diferent origen. (Echevarria,1996)

Origen mostra compost	Mataró	Gavà	Vilafranca	Alemanya
Nº mostres	36	16	26	4
pH	7.10	7.25	7.09	7.91
CE (dS/m)	3.80	3.60	4.24	1.36
meq/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19.87	29.99	21.58	4.36
Cl <sup>-</sup>	12.76	10.14	14.86	3.91
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.24	0.51	0.22	0.83
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	9.37	23.71	11.01	0.74
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.09	0.06	0.09	0.40
<b>Total Anions</b>	<b>42.68</b>	<b>65.36</b>	<b>49.26</b>	<b>10.24</b>
meq/l Ca <sup>+2</sup>	32.67	32.37	32.87	2.82
Mg <sup>+2</sup>	5.80	4.76	5.67	0.40
Na <sup>+</sup>	16.93	11.98	17.63	5.25
K <sup>+</sup>	7.57	5.45	8.22	6.58
<b>Total Cations</b>	<b>62.97</b>	<b>54.50</b>	<b>64.54</b>	<b>15.05</b>

### Part 3

Els resultats de la **taula 3** corresponen a extractes aquosos preparats a partir de mostres humides de compost procedent de plantes que tracten fracció orgànica de RSU de recollida selectiva i que inteneten controlar molt el procés. Com es pot veure, els valors de conductivitat elèctrica i miliequivalents de cations i anions son molt inferiors als de la taula 2. Hi ha dos raons per això: que les mostres de compost de la taula 3 són humides (amb el que la relació 1/20 amb que es va preparar l'extracte no representa el mateix que en el cas de treballar amb mostres seques)<sup>2</sup>; i que aquestes segones mostres són de mes qualitat que les primeres.

**Taula 3.** Contingut en determinades espècies químiques solubles (**miliequivalent/l** extracte aquós) de mostres de compost comercial de diferents plantes de compostatge.

Origen mostra compost	Botarell	Castelldefels	Jorba	La Selva	Torrelles de Llobregat
Nº mostres	2	4	1	4	6
pH	9.00	7.40	7.93	7.63	8.62
CE (dS/m)	1.85	2.06	1.69	2.08	1.75
meq/l Cl <sup>-</sup>	10.46	4.72	7.35	6.71	8.75
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.38	0.59	0.80	nd	0.55
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.40	3.61	1.56	1.31	1.13
<b>Total Anions</b>	<b>12.24</b>	<b>8.92</b>	<b>9.71</b>	<b>8.02</b>	<b>10.43</b>
meq/l Ca <sup>+2</sup>	0.99 <sup>3</sup>	0.45	0.53	2.09	0.62
Mg <sup>+2</sup>	0.34	0.20	0.53	2.93	0.37
Na <sup>+</sup>	8.26	5.44	8.26	7.28	8.62
K <sup>+</sup>	8.97	5.87	8.06	5.58	7.95
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1.20	3.21	0.21	5.75	1.34
<b>Total Cations</b>	<b>19.76</b>	<b>15.07</b>	<b>17.59</b>	<b>22.17</b>	<b>18.85</b>

Tots els resultats de la taula 3 van ser determinats per electroforesis capil·lar, inclòs el ió amoni, però aquest mètode no va permetre quantificar ni el ió fosfat, ni el bicarbonat. Per aquest motiu en totes les mostres la suma total de miliequivalents de cations és

<sup>2</sup> Si els miliequivalents/l de la taula2 es volguessin expressar sobre Kg de mostra seca caldria multiplicar el resultat per 20 i, en canvi, per fer el mateix als resultats de la taula 3 el factor estaria entre 30 i 40 segons les mostres.

<sup>3</sup> Curiosament aquesta mostra presentava un contingut en Ca total molt mes elevat que les altres, pero el tipus de residu tractats en la planta de la que prove, tenien continguts elevats de carbonats.

superior a la d'anions. En la mostra de La Selva es troben valors mes alts de ió amoni i no es detecta el ió nitrat; aquests dos resultats estan relacionats amb la falta de maduresa de les mostres d'aquesta planta. Les mostres de la planta de Castelldefels tenen uns continguts en anions i cations lleugerament inferiors degut a que no tracten solament FO de RSU, sino que hi posen una part de fangs de depuradora.

En la **taula 4** es donen resultats de mostres d'una mateixa planta però, en diferents moments del procés. S'observa com a l'avança el procés s'incrementa el contingut en ions de l'extracte aquós (exceptuant els ions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{NH}_4^+$ ). La majoria d'ions incrementen la concentració degut a la descomposició dels materials; pel que fa al ió nitrat es degut a la nitrificació, el que explica, a la vegada, la disminució del contingut en amoni. El decrement del contingut en  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  es pot explicar per la formació de bicarbonats i carbonats.

En la **taula 5** es donen els mateixos resultats de la 4 però expressats d'una altra manera: sobre mostra seca. Així els resultats poden comparar-se millor ja que les mostres podien tenir diferents continguts d'humitat i afectar això a la concentració de l'extracte.

**Taula 4.** Contingut en determinades espècies químiques solubles (**mili-equivalent/ l** extracte aquós) en mostres de la planta de Torrelles de Llobregat en diferents moments del tractament.

	Inici	Final descomposició	Final procés
pH	6.51	8.37	8.62
CE (dS/m)	1.39	1.72	1.75
meq/l $\text{Cl}^-$	4.31	8.69	8.75
$\text{NO}_3^-$	0.05	0.09	0.55
$\text{SO}_4^{2-}$	0.90	1.02	1.13
<b>Total Anions</b>	<b>5.26</b>	<b>9.79</b>	<b>10.43</b>
meq/l $\text{Ca}^{+2}$	3.36	2.66	0.62
$\text{Mg}^{+2}$	1.34	0.40	0.37
$\text{Na}^+$	4.35	8.41	8.62
$\text{K}^+$	4.44	7.63	7.95
$\text{NH}_4^+$	2.20	1.53	1.34
<b>Total Cations</b>	<b>14.80</b>	<b>20.62</b>	<b>18.85</b>

**Taula 5.** Contingut en determinades espècies químiques solubles (**mg/ Kg m.s**) en mostres de la planta de Torrelles de Llobregat en diferents moments del tractament.

	Inicial	Final descomposició	Final procés
mg/Kg m.s $\text{Cl}^-$	4112	8546	8435
$\text{NO}_3^-$	100	150	900
$\text{SO}_4^{2-}$	1540	1376	1523
$\text{Ca}^{+2}$	2600	1450	400
$\text{Mg}^{+2}$	649	138	124
$\text{Na}^+$	3800	5400	5400
$\text{K}^+$	6150	8300	8400
$\text{NH}_4^+$	1540	790	640

Durant el procés de compostatge es produeixi una forta disminució del contingut en matèria orgànica el que hauria de provocar un increment relatiu dels components minerals; no es així per a tots els components, ni per a totes les mostres, ja que s'ha de tenir en compte les diferents solubilitats, que el material es rega mes o menys i que l'aigua de reg pot tenir diferents característiques. En la taula 5 s'observa que els canvis mes importants tenen lloc entre l'inici i final de descomposició; en aquest interval per una part hi ha un increment relatiu i per altra s'acostuma a regar amb lixiviat.

En el interval entre final de descomposició i final del procés, ions com  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$  pràcticament no varien la seva concentració; cal tenir en compte que a més de que hi pot haver encara un petit increment relatiu, també es poden perdre per rentat al regar, també se n'hi poden afegir en la mateixa operació (segons la qualitat de l'aigua de reg). En canvi les concentracions de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{NH}_4^+$  baixen al final del procés, però no pels mateixos motius;  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  segurament disminueixen per problemes de solubilitat

i el  $\text{NH}_4^+$  per que es va transformant en nitrats (incrementen al llarg del procés) o per pèrdues.

Al no poder determinar el contingut en bicarbonats per electroforesi capil·lar es va intentar fer valoracions àcid base dels extractes; al detectar formes diferents de les corbes de valoració es va decidir iniciar un estudi del comportament àcid-base dels extractes. Inicialment es feia un seguiment de les variacions del pH dels extractes al afegir un àcid diluït; una vegada s'arribava a un pH de 3 es passava per la mostra un corrent de  $\text{N}_2$  per eliminar el  $\text{CO}_2$  i s'afegia una solució d'una base per determinar els canvis de pH en el **retorn**. Les formes de les corbes han estat diferents segons el tipus de mostra .

En la **figura 1** es veu la diferent forma que presenten les corbes de mostres de la planta de compostatge de Torrelles al variar l'etapa del procés ; com mes s'avança en aquest, mes elevat és el pH inicial i menys HCL 0,025M es necessita per arribar a pH3. També les corbes de retorn (figura 2) mostren diferències. En les figures 3 i 4 s'exposen els resultats de mostres de compost de la planta de Castelldefels que tracta conjuntament FO de RSU i fangs de depuradora; al ser un material que conte mes nitrogen i una matèria orgànica de diferents característiques, s'observa un altre comportament .

Les **figures 5 i 6** tornen a correspondre a mostres procedents d'una planta que tracta FO de RSU però que te certs problemes en el seu funcionament. No es manifesten tant las diferències entre les corbes de les mostres de diferents edats (inicial, mig i comercial); en els tres casos es necessita molt mes HCL que en les mostres de Torrelles, per assolir el pH3. En les corbes de retorn (**figura 6**) es marquen també importants diferències amb les de la **figura 2**. Es considera que aquest comportament diferent esta relacionat amb menys estabilitat de les mostres i sobre tot amb la presència d'àcids orgànics i de les seves sals. Per el mateix motiu les diferències entre miliequivalents d'anions i de cations son mes elevades en la mostra de La Selva indicada en la **taula 3**.

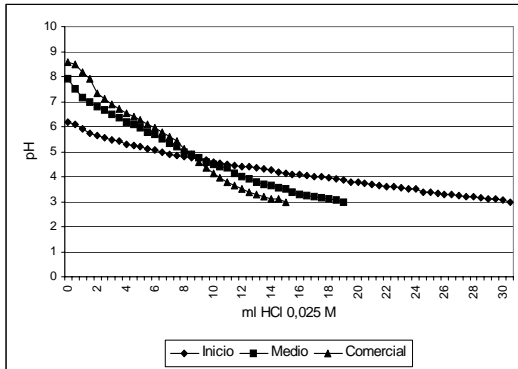
En les **figures 7 i 8** es comparen les corbes obtingudes amb mostres considerades finals en quatre plantes diferents de compostatge. Destaca en les dues figures però, sobretot en la 8, el diferent comportament de la mostra procedent de La Selva.

De la mateixa manera que l'estudi del contingut en cations i anions, les corbes de valoració també diferencien el tipus de mostres, però caldria profunditzar mes en l'estudi dels dos aspectes per justificar les diferències trobades. No obstant es poden avançar algunes conclusions.

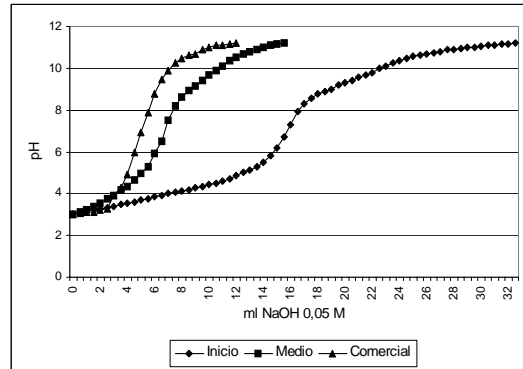
## Conclusions

- ✓ El compost generat en les actuals plantes de compostatge de Catalunya te uns continguts inferiors en sals solubles i per tant presenta valors mes baixos de CE que les mostres "històriques" en les que el procés era menys acurat.
- ✓ Els valors de CE i de continguts en sals solubles de les mostres de compost poden estar també molt relacionats amb l'origen dels materials tractats i la salinitat de aigües i sòls
- ✓ La tècnica d'electroforesi capil·lar ha permès la determinació d'un major nombre d'espècies químiques en l'extracte aquós, però es tindria que millorar la seva aplicació per poder arribar a determinar altres espècies iòniques com fosfats, bicarbonats o alguns anions d'àcids orgànics.
- ✓ L'estudi de l'extracte aquós marca diferències entre mostres que es pot relacionar amb qualitat i estabilitat.

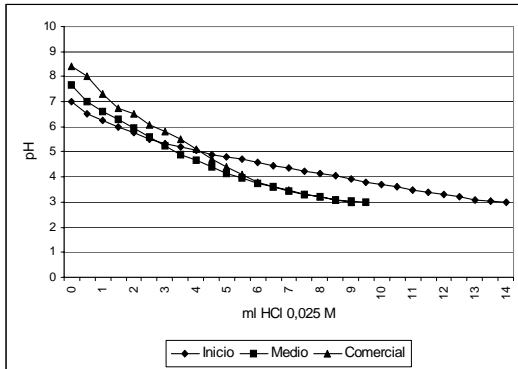
**Figura 1.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres humides de diferents edats de la planta de Torrelles .



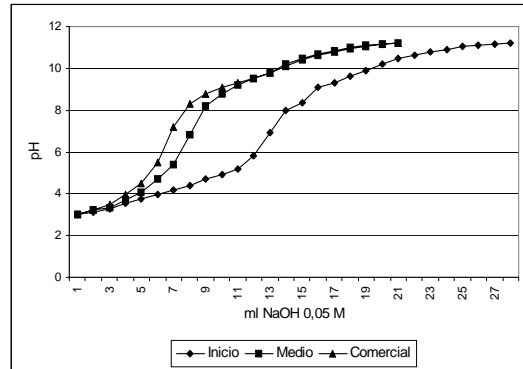
**Figura 2.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres humides de diferents edats de la planta de Torrelles (**retorn**).



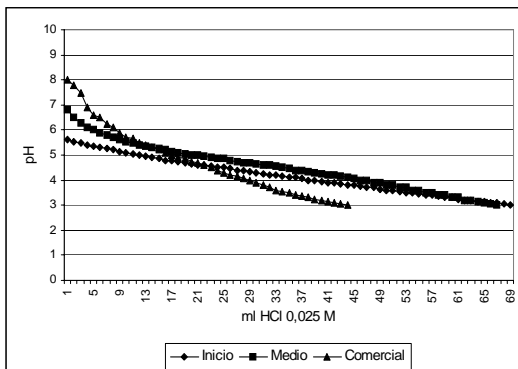
**Figura 3.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres humides de diferents edats de la planta de Castelldefels .



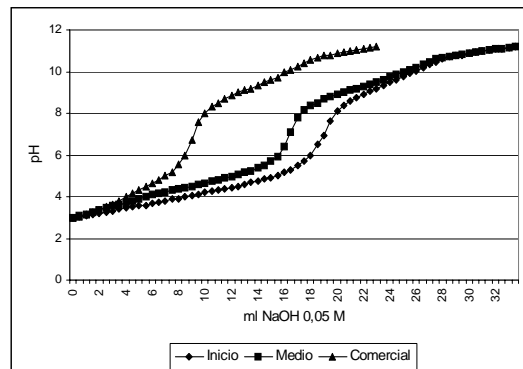
**Figura 4.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres humides de diferents edats de la planta de Castelldefels (**retorn**).



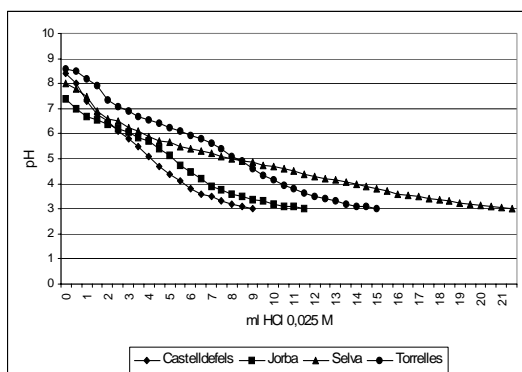
**Figura 5.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres humides de diferents edats de la planta de La Selva .



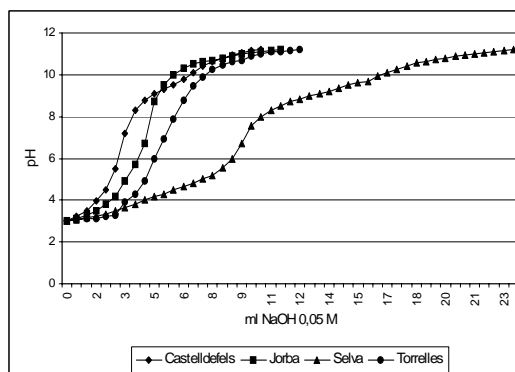
**Figura 6.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres humides de diferents edats de la planta de La Selva (**retorn**).



**Figura 7.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres comercials humides de diferents plantes de tractament



**Figura 8.** Extractes 1/20 realitzats sobre mostres comercials humides de diferents plantes de tractament (**retorn**)



## Bibliografia

ECHEVARRIA, S. 1996 Quantificació dels ions més freqüents en extractes aquosos de compost de diferents orígens: relació amb la conductivitat elèctrica. TFC.ESAB

MOLINA, N. 1997. Informe sobre la qualitat del compost produït a la planta de Torrelles de Llobregat. ESAB-Junta de Residus

de la ROSA J.A. 1999. Estudio de las características ácido-base y de la composición del extracto acuoso de muestras de compost de fracción orgánica de residuos urbanos. TFC:ESAB

ROVIRA, S. 1997. Seguiment de la composició aniónica de l'extracte aquós d'un sòl adobat amb residus orgànics. TFC.ESAB.

SALVADO, A. 1995 Determinación del contenido en Acidos Grasos Volátiles de muestras de compost de RSU. TFC.ESAB.

SAÑA, J.; F. GIRÓ, M. SOLIVA; P. FLORENSA, 1989: Methodology used for evaluating the quality of compost produced in Catalonia. Llibre d'Actes del Simposio Internazionale 'Produzione e l'impiego del compost', S. Michele, All'Adige

SOLIVA, M., GIRÓ, F., VALERO, J., CUCURULL, D., LUMBRERAS, F., BARBERA, R. 1992 Siete años de estudio de la calidad del compost en Cataluña: criterios para su valoración. Libro de actas ISWA.