

Estudi sobre les tecnologies de tractament de residus orgànics aplicables a Catalunya

Xavier Flotats, Jordi Palatsi, Laia Mateu
Laboratori d'Enginyeria Ambiental
Universitat de Lleida

SUMARI EXECUTIU

Una estratègia de tractament d'un residu és una combinació de processos unitaris amb l'objectiu d'obtenir productes d'una certa qualitat. Com productes s'han de considerar tots els obtinguts de la línia de tractament, des dels econòmicament valuosos fins als que hom podria considerar rebuig i que afecten a la contaminació dels diferents medis receptors. Aquests darrers hauran de tenir una qualitat mínima per a ser abocats, i els primers una qualitat mínima per a ser utilitzats directament o comercialitzats. Així doncs, una altra definició més genèrica d'estratègia de tractament seria: combinació de processos unitaris amb l'objectiu de transformar els residus a fi d'adequar-los a la demanda com productes de qualitat.

Les definicions anteriors comporten un canvi en l'apreciació popular sobre el tractament de residus i obliguen a un canvi en la nomenclatura, primant el conceptes de recuperació o creació de nous productes a partir dels residus orgànics, per sobre del de simple tractament. El tractament de residus és una nova activitat industrial d'importància estratègica i cal utilitzar termes que la dignifiquin.

Els objectius a complir pels tractaments dels residus orgànics poden ser múltiples, depenent de les seves característiques, condicions de contorn i demandes del mercat. Aquests es sintetitzen a la Taula 1.

No existeix una estratègia única de tractament. La idoneïtat d'una o altra, i la possibilitat d'èxit, es veurà influenciada per les condicions de l'entorn, els objectius plantejats en el pla de gestió local i l'escala de tractament. La redacció d'un pla de gestió zonal, individual o col·lectiu, és sempre una eina bàsica de planificació.

La definició de l'escala de tractament (individualitzat o col·lectiu, municipal o mancomunal), depèn de múltiples factors, dels quals els costos de transport, la densitat en la concentració de granges i d'altres generadors de residus orgànics, i l'existència de facilitats per a implantar infraestructures energètiques, i l'objectiu final a complir depenent de l'escenari considerat en cada zona, es consideren els més importants.

Les tendències legislatives que afecten a la necessitat i definició dels tractaments es sintetitzen a la Taula 2.

Taula 1. Possibles objectius a complir pel tractament de residus orgànics

-
1. *Adequar* la producció de residus a les necessitats estacionals dels cultius
 2. *Transportar* fora de la zona d'aplicació del pla de gestió
 3. *Valorar* econòmicament el residu
 4. *Adequar* la composició als requeriments de l'entorn (sòls, cultius, males olors, ...)
 5. *Extreure i recuperar* nutrients valoritzables (nitrogen, fòsfor, ...)
 6. *Higienitzar*: reduir o eliminar patògens
 7. *Produir* energia
 8. *Aïllar*, en cas de no ser possible la seva valorització o no complir els requeriments de qualitat, prèvia estabilització i/o valorització energètica
-

Taula 2. Tendències legislatives que afecten a la definició dels tractaments

-
1. *Minimització* de matèria orgànica entrada a abocadors
 2. *Reducció* de la matèria orgànica fàcilment biodegradable
 3. *Imposició d'elevada qualitat* dels productes que s'apliquen a sòls i conreus
 4. *Higienització* dels productes que s'apliquen a sòls i conreus
 5. *Limitació* de les aplicacions al sòl
 6. *Priorització* de les pràctiques de *reciclatge/recuperació* sobre l'eliminació
 7. *Reducció* d'emissions atmosfèriques
 8. *Gestió conjunta* de diferents residus orgànics en una determinada àrea geogràfica
 9. *Producció* d'energia renovable
 10. *Transparència* en la informació
-

En general, aquestes tendències primen la introducció dels processos de compostatge i digestió anaeròbia, per separat o integrats, en l'estratègia de tractament, per a obtenir productes orgànics estables, mineralitzats, higienitzats, estalviar energia o minimitzar les emissions gasoses.

La tendència legislativa i la necessitat de primar la recuperació de compostos per tal de reintroduir-los en els cicles productius, i disminuir la pressió tant sobre les fonts de matèries primeres com sobre els espais dedicats a aïllament de residus, creen problemes locals allí on la demanda de productes recuperables és molt inferior a l'oferta d'aquests. Aquests és el cas de les zones excedentàries en nutrients. En aquestes zones, es poden adoptar tres tipus de solucions:

- 1.- Tancar granges i localitzar-les de nou en zones deficitàries en nutrients
- 2.- Reduir el volum dels residus i modificar la seva qualitat per tal d'afavorir el seu transport a zones on el mercat els accepti
- 3.- Depurar, eliminant o apartant dels circuits de reciclatge els residus o part dels seus components

Els tres tipus de solucions poden ser complementaries en moltes zones del país. La solució 2 és operativa en àrees, com la espanyola, on es poden compensar zones excedentàries en nutrients amb altres de deficitàries. El mercat ha de poder absorbir els productes de qualitat que s'obtinguin del tractament dels residus i ha de poder ser regulat per evitar productes de qualitat fraudulenta. La tecnologia per a fer-ho possible requereix d'energia tèrmica, la qual és assequible en centrals elèctriques de cogeneració.

CONDICIONS DE CONTORN QUE AFECTEN A LA IMPLANTACIÓ DE TRACTAMENTS

Els condicionants de contorn analitzats, que afecten a la implantació, definició i èxit dels tractaments, s'indiquen a la Taula 3.

Taula 3. Condicions de contorn que afecten a la definició

-
1. *Característiques* de cada residu
 2. *Costos* i preus de l'energia
 3. *Distàncies* i costos de transport
 4. *Demanda* de fertilitzants
 5. *Maneig* de les granges
 6. Implantació de la *recollida selectiva* als municipis
 7. Possibilitat de *tractament conjunt* de residus diferents
 8. *Acceptació* per part de la població
-

Les característiques de cada residu afavoreixen, o penalitzen, possibles estratègies de tractament. Una estratègia tecnològica ben elaborada i assequible econòmicament pot ser una mala solució si el residu no compleix amb unes condicions determinades de composició i temporalitat en la generació.

Una forma de superar limitacions imposades per les característiques d'un residu és la co-gestió i tractament conjunt amb altres residus, de forma que es compensin carències mútues i s'aprofitin les sinèrgies que aporta la complementarietat. Aquesta pràctica, que pot presentar avantatges econòmics, no ha d'amagar pràctiques de dilució de contaminants específics.

D'entre els condicionants, els preus i costos de l'energia tenen un efecte directe i definitori sobre la viabilitat econòmica de cada estratègia de tractament. El Reial Decret 2818/98 de producció d'energia elèctrica en règim especial, afavoreix econòmicament els tractaments de reducció de volum de residus orgànics, de fangs i purins explícitament. També es prima la producció d'energia elèctrica a partir del biogàs produït per fermentació anaeròbia dels residus biodegradables, malgrat que amb un valor de les tarifes significativament inferior a les de països de l'entorn europeu. Tot i que les tarifes poden ser conjunturals, la tendència apunta a l'afavoriment de sistemes de producció energètica d'alta eficiència i per tant a trobar usos interessants i sostenibles de l'energia tèrmica residual. Això afavoreix processos de tractament intensius en energia tèrmica per a la recuperació de components valoritzables dels residus.

La simbiosi del procés de cogeneració, amb gas natural, amb un sistema complet de tractament de purins o altres residus orgànics, amb producció a l'hora de biogàs, presenta un interès indubtable en un context definit per:

- 1.- Interès en la producció d'energia distribuïda
- 2.- Interès en la modernització de línies elèctriques en àrees rurals
- 3.- Interès en la producció d'energia amb alta eficiència energètica
- 4.- Zona geogràfica amb excedent de nutrients i demanda d'aquests a llargues distàncies (interès en reduir el volum del producte)

L'anàlisi realitzada sobre costos de transport assenyala que, per a la definició de les àrees geogràfiques d'interès, hauria d'haver una generació suficient de residus orgànics, que justifiqués una instal·lació de cogeneració, en un radi màxim no superior 10 - 12 km per purins de porc.

AVALUACIÓ D'ESTRATÈGIES DE TRACTAMENT

La valoració de les estratègies de tractament s'ha realitzat en funció de l'escenari considerat i dels objectius a complir. Aquests han estat els següents:

- 1.- Equilibri entre la producció anual de residus orgànics i necessitats dels cultius. En aquest escenari es pot pretendre regular cabals, cobrir les necessitats específiques dels cultius, produir energia i estabilitzar la matèria orgànica o bé modificar les característiques dels residus
- 2.- Excedents de residus orgànics enfront les necessitats dels cultius. Aquesta situació d'excedents es desglossa en funció de l'objectiu:
 - 2.1.- Obtenció de fertilitzants orgànics
 - 2.2.- Obtenció de fertilitzants minerals
 - 2.3.- Obtenció de fertilitzants orgànics i minerals
 - 2.4.- Reducció de volum i eliminació de contaminants

La valoració de les alternatives per als diferents criteris s'ha realitzat de forma independent per a cada escenari. La influència dels diferents condicionants en cada escenari ve marcada pel pes relatiu adoptat dels criteris de valoració. S'ha diferenciat, a l'hora, entre estratègies de tractament aplicables a residus sòlids (S) o per a residus de consistència sòlid-líquid (S/L), i s'ha considerat la disponibilitat d'una font d'energia tèrmica (ET o no ET –NET-). Els factors considerats per a definir criteris de valor i avaluar estratègies de tractament de residus orgànics, s'indiquen a la Taula 4.

Taula 4. Factors considerats en l'avaluació d'estratègies de tractament

<i>Avaluats positivament</i>
1. Flexibilitat de la tecnologia
2. Balanç energètic positiu
3. Utilització d'energia tèrmica residual, obtinguda en el propi procés de tractament o aprofitada d'un procés exterior
4. Qualitat dels productes obtinguts, sòlids o líquids

<i>Avaluats negativament</i>
1. Risc d'emissions atmosfèriques
2. Necessitats d'additius
3. Cost econòmic, d'inversió i d'explotació.
4. Importància relativa dels processos de depuració d'efluents líquids.
5. Dependència energètica exterior
6. Dependència d'una operació o procés crític

S'han avaluat 52 estratègies de tractament, definides per 36 diagrames de flux bàsics identificats i 16 variants.

Seguint els criteris de valoració i ponderacions considerats, les estratègies millor avaluades s'indiquen a les Taules 5 a 7, on cada una correspon a l'escenari i objectius que s'hi descriuen.

Taula 5. Descripció de les estratègies millor avaluades en l'escenari d'equilibri entre nutrients produïts i requeriments dels cultius de la zona

Escenari	Objectius	Tipologia residu	Codi diagrama	Diagrama de flux bàsic
Equilibri entre produccions i necessitats dels cultius	Regulació de cabals	S S/L	2	
	Cobrir les necessitats específiques dels cultius	S S/L	1	
	Producció d'energia i estabilització de la matèria orgànica	S	3	
			8	
			8b	
			32	
			32b	
		S/L	18	
			18b	
	Modificar característiques físiques i/o la relació N:P:K	S S/L	4	

Taula 6.1. Descripció de les estratègies millor avaluades en l'escenari d'excedents estructurals en la zona d'anàlisi, però amb demanda de subproductes

Objectius	Tipologia residu	Codi diagrama	Diagrama de flux bàsic
Demanda de fertilitzants orgànics: Obtenció d'un adob orgànic estructurat, de qualitat i higienitzat (compost) Eliminar part del nitrogen i/o d'altres nutrients (P i K)	S(NET)	8b	
		32b	
	S/L(NET)	18b	
	S(ET) S/L(ET)	10	
Demanda de fertilitzants minerals: Obtenció d'un producte sec de fàcil transport i mineralitzat Obtenció de nitrogen en forma amoniacal i/o nítrica	S(NET) S/L(NET)	11b	
		S(ET) S/L(ET)	14
		16	

Sobre els diagrames de flux indicats a les Taules 5 a 7 existeix una casuística de variacions considerable, depenent de les característiques concretes de cada residu, de la implantació individual o col·lectiva i qualitat final dels productes a obtenir, així com dels resultats del balanç de matèria en la zona geogràfica objecte del pla de gestió.

Avaluació econòmica

L'avaluació econòmica de les alternatives millor avaluades s'ha realitzat a partir d'informació aportada per empreses sobre estratègies completes, a partir de pressupostos d'equips o processos concrets i d'anàlisis econòmiques d'algunes estratègies realitzades en bibliografia consultada. Els resultats es sintetitzen a la Taula 8.

Taula 6.2. Descripció de les estratègies millor avaluades en l'escenari d'excedents estructurals en la zona d'anàlisi, però amb demanda de subproductes.

Objectius	Tipologia residu	Codi diagrama	Diagrama de flux bàsic
Demanda de fertilitzants orgànics i minerals: Obtenció d'un adob orgànic estructurat, de qualitat i higienitzat (compost) Obtenció d'un producte sec de fàcil transport i mineralitzat. Obtenció de nitrogen en forma amoniacal i/o nítrica	S(NET)	8	
		32	
	S/L(NET)	18	
	S(ET)	10	
	S/L(ET)	20b	

Taula 7. Descripció de les tecnologies millor avaluades en l'escenari d'excedents estructurals en la zona d'anàlisi, i sense possible demanda

Objectius	Tipologia residu	Codi diagrama	Diagrama de flux bàsic
Excedents sense demanda: Reducció del volum, obtenint un producte de fàcil transport Eliminar part del N i/o d'altres nutrients	S(NET)	8b	
		32b	
	S/L(NET)	18b	
	S(ET)	12b	
	S/L(ET)		

Taula 8. Resum de costos de tractament per unitat de residu tractat. Per a purins de porc el cost per tona de residu s'igualava, aproximadament, amb el cost en cèntims d'Euro per kg de pes viu d'animal engreixat.

Tipus de residu	Descripció	Diagrama i variació	Interval de costos (Euro/tona residu)
Residus de consistència sòlida	Compostatge de diferent grau de control i qualitat	1	20 - 35
Purins de porc	Separació de sòlid/líquid	1 amb separació i compostatge de sòlid (60% Ntk exportable)	4,5 - 8
Purins de porc	Separació S/L i 20% fracció sòlida	2 amb separació i emmagatzematge. 60% Ntk a sòlid exportable	0,5 - 1
Tots els residus	Digestió anaeròbia	3 amb venda d'energia elèctrica	4 - 14
Tots els residus	Digestió anaeròbia	3 amb venda d'energia elèctrica i ús substitutori d'energia tèrmica	0 - 10
FORM i residus industrials	Digestió anaeròbia + compostatge+ tractament d'aigües	8 i 8b	20 - 35
Purins de porc	Digestió anaeròbia + separació + stripping	14 tractament tèrmic d'stripping	1,5 – 12,5
Purins de porc	Digestió anaeròbia amb evaporació i assecat	16 amb compra d'energia tèrmica	25,7 - 28,6
Purins de porc	Digestió anaeròbia amb evaporació i assecat	16 amb energia tèrmica a cost nul (cedida per central tèrmica)	10,4 - 17,7
Purins de porc	Digestió anaeròbia amb evaporació i assecat	16 amb producció d'energia per cogeneració i venda d'electricitat	0
Purins de porc	Separació amb tractament parcial de la fracció líquida	18 sense digestió ni compostatge (maduració en magatzem)	1,5 – 2,6
Purins de porc	Separació amb tractament parcial de la fracció líquida	18 sense digestió, amb compostatge de la fracció sòlida	4,5 – 8
Purins de porc	Separació amb tractament parcial de la fracció líquida	18 sense digestió, amb compostatge simple de baix control	3 – 5
Purins de porc	Separació amb tractament total de la fracció líquida	18b sense digestió ni compostatge	3,5 – 5,7
Purins de porc	Separació amb tractament total de la fracció líquida	18b sense compostatge i amb digestió de fangs i sòlids de flotació	3
Purins de porc	Separació amb tractament total de la fracció líquida	18b amb compostatge i amb digestió de fangs i sòlids de flotació	3,5 - 6
Purins de porc	Separació amb tractament total de la fracció líquida	18b amb compostatge i sense digestió anaeròbia	4,5 - 7
Residus de consistència sòlida	Digestió anaeròbia per via seca i compostatge	32b	20,8

PROPOSTES D'ACTUACIÓ

Les estratègies de tractament millor avaluades, indicades a les Taules 5 a 7, es proposen com metodologies tecnològiques prioritzables per a la seva implantació. Totes elles gaudeixen de la maduresa suficient, els processos que les constitueixen són ben coneguts i hi ha oferta per part d'empreses de l'entorn europeu.

Les eines tecnològiques de transformació dels residus orgànics en recursos existeixen, tal com ha quedat palès en els apartats precedents, però el sistema adoleix de manca d'eines econòmiques, de gestió, organitzatives i metodològiques de presa de decisions que condueixin a implantar solucions correctes i adaptades a cada realitat local. Així mateix, hi ha manca d'empreses amb capacitat tecnològica suficient, obligant a importar solucions tècniques desenvolupades en altres països i no sempre prou adaptades. Es proposa que s'incentivi a empreses del país per tal que treballin en la seva optimització, millora i adaptació a les realitats més properes.

El sector ramader, màxim productor de residus orgànics a Catalunya, no té eines organitzatives, econòmiques i d'internalització dels costos de gestió i tractament dels seus residus, a diferència d'altres sectors d'activitat. A l'hora de crear una estructura que ho permeti, es consideren tres possibles propostes, en un marc en que l'administració defineix amb exactitud els requeriments de qualitat ambiental assolibles i imposa una penalització en cas de no compliment.

Proposta 1.- Utilitzar els costos de transport reals dels residus com a eina de presa de decisions per tal de decidir el tractament a adoptar. Aquest cost no serà mai subvencionable mitjançant ajudes directes o indirectes (bonificacions a plantes de cogeneració). Quan el cost de transport a un centre de tractament col·lectiu sigui superior al cost en pròpia granja, s'adoptarà aquest darrer tractament.

Proposta 2.- Incentivar la creació d'organismes gestors (OG) per àrees geogràfiques, privats o de capital mixt, responsables de la gestió i tractament, amb capacitat econòmica a través de quotes pagades pels generadors de residus de la zona (granges i altres), beneficis obtinguts de plantes de cogeneració si és el cas, en les quals han d'intervenir com accionistes, i altres vies de finançament. Tots els ingressos s'invertiran en equipaments i serveis a la zona.

Creació d'un organisme autònom gestor d'un sistema integrat de gestió (SIG), el qual gestionaria una taxa sobre els productes que durant la seva generació han produït residus orgànics (sobre la carn a escorxadors, ous, llet, i altres). Aquesta taxa revertirà en els OGs. Un segell de qualitat ambiental, tipus punt verd, identificarà als productes que han estat objecte d'aquestes accions, i s'informarà als consumidors sobre el seu significat. L'organisme gestor del SIG funcionarà com observatori, centralitzant informació sobre les activitats dels OGs, publicant-la i utilitzant-la en campanyes informatives.

Proposta 3.- Aquesta es correspondria amb la *proposta 2*, però centralitzant les funcions dels OGs i del gestor del SIG en un únic ens dependent de l'administració.

A la Taula 9 es sintetitzen les avantatges i inconvenients de cada proposta.

Taula 9. Síntesi d'avantatges i inconvenients de les propostes organitzatives

Proposta	Avantatges	Inconvenients
1	-Mínim esforç en les actuacions -Es deixa que el sistema evolucioni seguint les lleis del mercat	-Greuges comparatius entre solucions tecnològiques incentivades i altres -No es creen eines metodològiques que guiïn l'evolució del sistema -No s'asseguren solucions -No introdueix eines de control en el mercat i, per tant, no s'assegura la qualitat ambiental de les actuacions
2	-Obliga a l'associacionisme -Obliga a la iniciativa privada -Obliga a trobar solucions adaptades a cada circumstància territorial -Afavoreix el desenvolupament tecnològic	-Cal una normativa que reguli les obligacions dels OG, així com les relacions entre aquests i els productors de residus de la seva zona -Cal un esforç per incentivar les actituds compromeses dels agents implicats
3	-Unifica totes les eines de gestió	-Introdueix burocratització en el sistema -Es crea dependència d'un únic organisme, la qual cosa alenteix tots els processos de presa de decisions -No incentiva la iniciativa dels agents implicats

Les propostes anteriors han de ser estudiades en profunditat per part d'experts en aquest àmbit. En tot cas, hi ha actuacions que cal emprendre per a fer possible qualsevol proposta. Aquestes es sintetitzen a continuació.

- 1.- Estudiar l'impacte que produiria la introducció d'una taxa sobre la carn i altres productes generadors de residus orgànics.
- 2.- Estudiar si el valor assumible de la taxa permetria la creació de l'organisme gestor del SIG, i de les tasques que tindria encomanades.
- 3.- Redacció d'un pla de centres col·lectius, amb infraestructura de connexió a la xarxa elèctrica. En la redacció d'aquest pla hi ha d'intervenir el Departament d'Indústria, Comerç i Turisme, el Departament d'Agricultura i el Departament de Medi Ambient. Un criteri bàsic per al seu establiment és l'existència d'una alta densitat punts de generació a curta distància i la implicació dels ramaders en aquests centres com agents actius de la seva promoció.
- 4.- Promoure una campanya interna, entre els gestors de residus, i externa, als usuaris i consumidors, adreçada a modificar la nomenclatura utilitzada en el camp dels residus orgànics: Quan es parla de plantes de tractament de residus cal nomenar-les indústries d'aprofitament de residus per a obtenir nous productes, o noves indústries de producció.
- 5.- Aprofitar la redacció d'agendes 21 locals per introduir nous conceptes i per introduir la importància estratègica dels residus orgànics com a font de recursos que altrament caldria importar.

6.- Estudi de la creació d'una etiqueta, tipus punt verd, aplicada als productes que en la seva generació han produït residus orgànics, que han pagat una quota de tractament a un OG o a un gestor de SIG, i que han aplicat solucions de forma satisfactòria. Creació d'una campanya informativa sobre el significat de l'etiqueta per a la població.

7.- Fer arribar, i fer complir, el codi de bones pràctiques agràries i els documents sobre millors tecnologies disponibles en relació a la Directiva IPPC a tots els sectors de producció.

L'alternativa de tancar granges, per tal de esponjar algunes zones especialment denses i redistribuir-les en altres zones, pot ser una bona mesura però no soluciona la necessitat de control sobre els residus orgànics produïts per tots els seus generadors (granges no desplaçades, les sí desplaçades, indústria alimentària, fangs de depuradores, residus municipals, etc.), per la qual cosa cal implementar igualment mecanismes de gestió, tractament i control.

Canviar la nomenclatura de tractament de residus per la de producció de nous recursos requereix un esforç en la formació de personal tècnic. Cal una dignificació de la indústria dels residus i una formació de nivell dels tècnics que hi treballen. Donat que cal tractar per a produir compostos d'interès en l'agricultura i la indústria agroalimentària en general, caldria la implicació d'un organisme com l'IRTA. Així mateix, es troben a faltar empreses amb capacitat per oferir solucions tecnològiques i/o per oferir serveis de gestió. En aquest sentit, el CIDEM també s'hauria d'implicar en la creació o posada al dia d'aquesta tipologia d'empreses. Finalment, la formació de tècnics universitaris homologables a nivell europeu, amb capacitat per dirigir el desenvolupament tecnològic i el canvi en les actituds en aquest nou sector d'activitat industrial, hauria de ser objecte d'atenció per part de les universitats.

Juny 2002