



Estudi de viabilitat de la gestió dels bolquers compostables i prova pilot en una escola bressol municipal de Lliçà d'Amunt

18 de maig de 2011

Aquest estudi és un encàrrec efectuat per l'**Ajuntament de Lliçà d'Amunt**.

Autors:

Ignasi Puig Ventosa

Maria Mestre Montserrat

El Grup de compostatge de residus sòlids orgànics de la Universitat Autònoma de Barcelona ha elaborat el capítol 6 i els annexos 2, 3 i 4 d'aquest document.

coordinacio@ent.cat

www.ent.cat

Ent, environment and management

És una marca registrada de:

Serveis de Suport a la Gestió, S.L.

CIF: B62795372

C/Pàdua 31, baixos. dreta

08800 Vilanova i la Geltrú

Índex

1	INTRODUCCIÓ.....	3
2	SITUACIÓ ACTUAL DELS BOLQUERS A CATALUNYA	6
2.1	Estimació de la generació de bolquers d'un sol ús a Catalunya	6
2.2	Estimació de la generació de bolquers d'un sol ús en escoles bressol a Catalunya.....	7
3	PROBLEMÀTICA AMBIENTAL GENERADA: BOLQUERS CONVENCIONALS VS BOLQUERS COMPOSTABLES	9
4	ANÀLISI DEL MERCAT DELS BOLQUERS COMPOSTABLES	14
5	VALORACIÓ DE LA PROVA PILOT A L'ESCOLA BRESSOL DE LLIÇÀ D'AMUNT	18
6	ESTUDI TÈCNIC SOBRE EL COMPOSTATGE DE BOLQUERS COMPOSTABLES	21
6.1	Objectius de l'estudi	21
6.2	Metodologia experimental.....	21
6.3	Resultats	25
6.4	Conclusions.....	34
7	PROPOSTES DE GESTIÓ DELS BOLQUERS COMPOSTABLES	35
7.1	Propostes per a la recollida dels bolquers compostables d'ús domiciliari	35
7.2	Propostes per a la recollida dels bolquers compostables en escoles bressol	36
7.3	Estimació dels costos de gestió.....	37
8	CONCLUSIONS.....	40
	REFERÈNCIES	42
ANNEX 1.	TRÍPTIC INFORMATIU DE LA PROVA PILOT	43
ANNEX 2.	INFORME TÈCNIC PRELIMINAR SOBRE COMPOSTATGE DE BOLQUERS COMPOSTABLES A ESCALA DE LABORATORI	45
ANNEX 3.	INFORME TÈCNIC SOBRE EL COMPOSTATGE DE BOLQUERS COMPOSTABLES A ESCALA REAL	52
ANNEX 4.	IMATGES DELS RESULTATS DE COMPOSTATGE A ESCALA REAL.....	63

Índex de Taules

TAULA 1. ESTIMACIÓ DEL NOMBRE DE NENS AMB BOLQUERS I NOMBRE DE BOLQUERS GENERATS A CATALUNYA L'ANY 2009	6
---	---

TAULA 2. NOMBRE D'ALUMNES DE 0 A 2 ANYS DE LES ESCOLES BRESSOL PÚBLIQUES I PRIVADES DE CATALUNYA PEL CURS 2009 – 2010	8
TAULA 3. SÍNTESI DELS IMPACTES AMBIENTALS DE LES DIFERENTS ETAPES DEL CICLE DE VIDA DELS BOLQUERS D'UN SÒL ÚS CONVENCIONALS	9
TAULA 4. COMPARATIVA ENTRE LA COMPOSICIÓ DELS BOLQUERS DE HAKALA (1997) I LA COMPOSICIÓ MITJANA DEL BOLQUER INFANTIL DE 2006 CONTEMPLAT A EDANA (2008)	12
TAULA 5. INFORMACIÓ COMERCIAL SOBRE LA BIODEGRADABILITAT I COMPOSTABILITAT DE LES PRINCIPALS MARQUES DE BOLQUERS COMPOSTABLES	15
TAULA 6. PREUS DE LES PRINCIPALS MARQUES COMERCIALS DE BOLQUERS COMPOSTABLES AMB DISTRIBUCIÓ A ESPANYA	16
TAULA 7. NOMBRE DE NENS I CLASSES SEGONS LA MARCA DE BOLQUER UTILITZADA	18
TAULA 8. NOMBRE DE NENS, CANVIS DE BOLQUER MONOTORITZATS I RESULTATS OBTINGUTS EN L'ÚS DE LES MARQUES DE BOLQUER ESTUDIADES	19
TAULA 9. PERCENTATGE DE BIODEGRADABILITAT DELS BOLQUETS BIODEGRADABLES	27
TAULA 10. CARACTERITZACIÓ DELS MATERIALS FINALS	31
TAULA 11. VALORS DEFINITS AL REAL DECRETO 824/2005	32
TAULA 12. BALANÇ ECONÒMIC DELS COSTOS UNITARIS DE TRACTAMENT DE RESIDUS A CATALUNYA, 2010	38

Índex de Figures

FIGURA 1. RESPIRÒMETRE DINÀMIC UTILITZAT EN LES PROVES	22
FIGURA 2. MESCLA ESTÀNDARD DE COMPOST AMB BOLQUERS	23
FIGURA 3. DUPLICAT DE CONTROL DE COMPOST SOL (2 MOSTRES) I LA RESTA SÓN ELS DUPLICATS AMB BOLQUERS COMPOSTABLES DE LES DUES MARQUES (D'ESQUERRA A DRETA)	23
FIGURA 4. EMISSIÓ DE CO ₂ PER AL CONTROL (A DALT) I PER A LA MOSTRA AMB BOLQUERS BIODEGRADABLES (A SOTA)	26
FIGURA 5. EVOLUCIÓ DE LA TEMPERATURA DURANT EL PROCÉS DE COMPOSTATGE DE FORM. LA LÍNEA VERTICAL DISCONTINUA SEPARA LA FASE DESCOMPOSICIÓ (PROCÉS AMB AERACIÓ FORÇADA) DE LA MADURACIÓ (PILES VOLTEJADES)	28
FIGURA 6. EVOLUCIONS DELS CONTINGUTS EN MATÈRIA ORGÀNICA I HUMITAT AL LLARG DE TOT EL PROCÉS DE COMPOSTATGE. LA LÍNEA DISCONTÍNUA VERTICAL MARCA EL FINAL DE LA DESCOMPOSICIÓ I L'INICI DE LA MADURACIÓ	29
FIGURA 7. EVOLUCIONS DE L'ÍNDEX RESPIROMÈTRIC AL LLARG DE TOT EL PROCÉS DE COMPOSTATGE. LA LÍNEA DISCONTÍNUA VERTICAL MARCA EL FINAL DE LA DESCOMPOSICIÓ I L'INICI DE LA MADURACIÓ	30
FIGURA 8. COMPOSICIÓ I MUNTATGE DE LES PILES	63
FIGURA 9. MATERIAL INICIAL	63
FIGURA 10. DESMUNTATGE DE LES PILES	64
FIGURA 11. MATERIAL FINAL (AMB BOLQUERS)	64

FIGURA 12. DETALL DEL MATERIAL FINAL (AMB BOLQUERS)	65
FIGURA 13. DETALL DEL MATERIAL FINAL (AMB BOLQUERS)	65
FIGURA 14. DETALL DEL COMPOST FINAL GARBELLAT (AMB BOLQUERS).....	66

Resum

A Catalunya s'estima que es generen unes 70.000 tones de residus de bolquer cada any, suposant un 1,75% del total de residus municipals generats. D'aquests s'estima que un 10% es generen en escoles bressol autoritzades pel Departament d'Ensenyament de Catalunya, valor que seria clarament superior si fos possible comptabilitzar el significatiu nombre d'alumnes de les escoles no autoritzades, les ludoteques i les aules de P2 de centres privats concertats. Per a la reducció dels residus de bolquers convencionals es plantegen com a alternativa els bolquers reutilitzables i els bolquers compostables. En aquest estudi s'avaluarà la viabilitat dels bolquers compostables tant pel que fa al seu ús com, pel que fa a la gestió del residu que se'n deriva.

Segons fonts secundàries, l'anàlisi comparatiu del cicle de vida dels bolquers convencionals i els bolquers compostables planteja poques diferències, tot i que es preveu que a llarg termini la tendència porti a millorar els resultats obtinguts pels bolquers compostables, degut principalment a les millores potencials del procés d'elaboració dels plàstics biodegradables.

Del conjunt de bolquers compostables presents al mercat es detecta una informació molt confosa referent a la seva compostabilitat: d'un total de 9 marques analitzades, en dos casos no es donen orientacions al respecte, en tres s'aconsella el seu compostatge

tant casolà com comercial i en els quatre restants, en un només el compostatge industrial, en un altre se n'aconsella el compostatge casolà extraient les parts no compostables, en un altre s'aconsella el seu compostatge sense especificar-ne el tipus i en un altre no se n'aconsella el compostatge.

Pel que fa als costos, el preu mitjà dels bolquers compostables dobla aproximadament el preu dels bolquers convencionals de les marques més comunes, i el triplica comparat amb les marques blanques venudes per les principals grans superfícies. La seva distribució es concentra únicament en canals de comercialització reduïts i molt especialitzats.

En el marc d'aquest projecte s'ha dut a terme una prova pilot d'ús de dues marques de bolquers compostables a l'escola bressol *Nova Espurna* de Lliçà d'Amunt. La principal conclusió és que en el seu ús en escoles bressol, els bolquers compostables analitzats ofereixen prestacions molt semblants a les d'un bolquer convencional d'un sòl ús.

Posteriorment, s'han realitzat proves de laboratori i a escala real de co-compostatge dels bolquers compostables utilitzats durant la prova pilot a l'Escola Bressol *Nova Espurna*. Els resultats obtinguts confirmen que el procés de co-compostatge dels bolquers compostables analitzats juntament amb la FORM segueix les evolucions normals, donant un compost de qualitat sense problemes

d'higienització ni de metalls pesants, podent-se recomanar l'addició d'aquests bolquers a la fracció FORM.

Tot i així, es plantegen les següents incerteses a l'hora de donar un missatge unitari sobre el destí adequat per aquests residus, donat que no existeix cap certificació que permeti acreditar que tots els bolquers compostables presents al mercat efectivament són compostables. Sí que es podria plantejar la seva promoció en escoles bressol, on prèviament a la tria de la marca de bolquer, es podria realitzar un test de compostabilitat, sent aconsellable la realització d'una prova a escala real en planta, per tal d'acreditar que efectivament el bolquer triat és compostable, tal i com ja s'ha fet en el present estudi per a les dues marques analitzades.

Fruit del present estudi es plantegen algunes idees futures per a la recerca, com podrien ser analitzar les prestacions d'aquests bolquers en l'àmbit domèstic en el que el temps màxim d'ús d'un bolquer és major que en una escola bressol (per exemple, el seu ús durant tota la nit) o analitzar altres marques de bolquer, tant pel que fa a les prestacions com al seu compostatge un cop esdevingui residu.

1 Introducció

L'evolució de la generació de residus municipals ha estat molt diferent per a cadascuna de les fraccions que els integren. Una fracció que ha estat objecte de molt poca atenció fins al moment han estat els bolquers, ja que fins el darrer PROGEMIC no havia estat tractada específicament dins els programes de prevenció de residus. El PROGEMIC estima que tot el tèxtil sanitari significa fins el 3% del pes dels residus, si bé aquest percentatge pot variar molt entre municipis, en funció de les seves característiques demogràfiques.

Un nadó utilitza fins a uns 7 bolquers diaris durant el primer any de vida, i al voltant de 5 diaris fins que deixa d'utilitzar-ne, que acostuma a ser cap als 2,5 anys de vida, el que significa que consumeix al voltant de 4.000 bolquers en el total del període. Un bolquer infantil usat pesa aproximadament 210 grams, dels quals uns 145 corresponen a residus orgànics (un 80%).

Actualment la totalitat dels bolquers sense excepció acaben en instal·lacions finalistes de tractament. En el cas dels abocadors, poden passar fins a 200 anys abans que degradin completament. Existeixen dues opcions que poden resoldre el problema de la generació i tractament d'aquest residu: els bolquers reutilitzables i els bolquers compostables. Els primers es renten després de cada ús, reduint una part molt important del residu generat (Environment Agency, 2004), mentre que els segons generen un residu que pot rebre un tractament biològic que permeti usar-lo de subproducte.

Si bé els bolquers reutilitzables han experimentat les primeres introduccions a Donostia i a Sant Cugat del Vallès (Puig, Calaf, 2008), els compostables encara no han estat introduïts de manera organitzada en cap àmbit o municipi i el seu ús és encara marginal i limitat a l'ús particular per part d'un nombre molt limitat de famílies.

Actualment existeixen diferents marques comercials de bolquers que surten al mercat com a compostables. En aquest projecte es vol analitzar la compostabilitat dels bolquers compostables i el seu possible ús en un dels àmbits amb major potencial: les llars d'infants.

El bolquer compostable, tot i ser d'un sol ús, és un teixit orgànic biodegradable o compostable, i no conté perfums, plàstics, ni blanquejadors químics que puguin produir irritacions o al·lèrgies de contacte.

Els municipis de Catalunya que actualment estan realitzant la recollida selectiva de la FORM, ja disposen d'un circuit diferenciat on s'hi podrien incloure els bolquers compostables —en funció dels resultats d'aquest projecte—. D'altra banda, la recollida i tractament dels bolquers té tanmateix uns costos importants (transport a

les instal·lacions de tractament finalista, tarifes i cànon). Aquest factor sumat al potencial d'estabilització i de recuperació del bolquer compostable juntament amb el circuit de recollida selectiva de la matèria orgànica, fa que tingui sentit analitzar el potencial d'aquesta solució alternativa.

Per aquest motiu, resulta d'interès desenvolupar un projecte com el que aquí es planteja en un municipi amb recollida selectiva de la FORM, com Lliçà d'Amunt. Donada l'aplicabilitat que poden tenir al global de Catalunya els resultats que se'n derivin, aquest projecte compta amb el recolzament econòmic de l'Agència de Residus de Catalunya com a projecte singular d'interès general.

D'altra banda, és evident que de cara a complir la Directiva 1999/31/CE, de 26 d'abril, relativa a l'abocament de residus, sembla adequat que totes les fraccions de residus biodegradables hi contribueixin i, per tant, rebin algun tipus de tractament preventiu. En aquest sentit, a ENT (2009) s'estudià la viabilitat de recollida i tractament pels bolquers convencionals a Catalunya, mentre que en el cas el projecte se centrarà en els bolquers compostables. En el cas dels bolquers compostables no està clar el seu millor destí per a garantir una total estabilització del subproducte resultant, així com tampoc se'n coneixen les possibles aplicacions, que depenen de les propietats del material resultant. De les diverses alternatives existents al mercat, tampoc està clar quines són les més adients des del punt de vista del seu possible tractament. Aquestes incògnites motivaren el planteig del present projecte.

Així, els objectius del projecte són:

- Introduir com a prova pilot, bolquers compostables en una escola bressol de Lliçà d'Amunt durant 15 dies, avaluar-ne el seu funcionament i fer-ne una recollida i tractament específic.
- Analitzar la biodegradabilitat dels bolquers compostables i avaluar-ne la seva aplicabilitat com a subproducte. Experimentar a escala de laboratori i real.
- Analitzar el mercat potencial per a la comercialització generalitzada dels bolquers compostables.
- En diferents contextos de recollida, determinar la viabilitat tècnica i econòmica d'una recollida i tractament específic pels bolquers compostables per a l'aplicabilitat com a subproducte. Determinar la potencial millora ambiental que això suposaria.

En la primera fase del projecte es duen a terme experiments en laboratori per tal d'analitzar la biodegradabilitat de dos tipus de bolquers compostables, així com determinar l'aplicabilitat del seu subproducte. En la segona fase es realitza una prova pilot d'introducció de dues marques de bolquers compostables a l'Escola Bressol municipal "Nova Espurna" de Lliçà d'Amunt, realitzant una prova de compostatge dels bolquers en planta. Finalment es realitza un estudi del mercat

potencial i de la viabilitat tècnica i econòmica de la introducció d'un servei de reciclatge de bolquers compostables.

2 Situació actual dels bolquers a Catalunya

En aquest apartat es fa una estimació de la generació de bolquers d'un sol ús, a Catalunya, així com una estimació de quina part d'aquests es generen a les escoles bressol.

2.1 Estimació de la generació de bolquers d'un sol ús a Catalunya

En la següent es recull una estimació del nombre de bolquers generats a Catalunya durant l'any 2008.

Taula 1. Estimació del nombre de nens amb bolquers i nombre de bolquers generats a Catalunya l'any 2009

Edat	Percentatge de nens amb bolquers ^a	Nens amb bolquers a Catalunya ^b	Bolquers generats a Catalunya anualment ^c
Menys de 6 mesos	100,00%	84.360	215.540.819
De 6 a 12 mesos	95,70%		
De 12 a 18 mesos	82,80%		
De 18 a 24 mesos	45,60%	54.605	99.653.519
De 24 a 30 mesos	17,60%		
De 30 a 36 mesos	4,80%		
De 36 a 42 mesos	1,80%	3.993	16.274.705
De 42 a 48 mesos	0,10%		
De 48 a 54 mesos	0,10%		
De 54 a 60 mesos	0,10%	81	118.391
De 60 a 66 mesos	0,10%		
TOTAL		143.161	332.787.246

Font: Elaboració pròpia a partir de Environment Agency, 2004 i dades de l'IDESCAT.

^a Segons Environment Agency, 2004.

^b Calculat a partir de dades de població extretes de l'Idescat, *Dades de població segons sexe i edat. Any a any (2009)*.

^c Considerant que entre els 0 i els 12 mesos es realitzen de mitjana 7 canvis diaris de bolquers, dels 12 als 30 mesos se'n realitzen 5 i dels 30 als 66 mesos se'n realitzen 4 (Environment Agency, 2004).

Tenint en compte aquesta estimació i que el pes d'un bolquer usat és de 0,21 Kg¹, l'any 2009 es van generar a Catalunya prop de 70.000 tones de residus de bolquers, volum que suposa un 1,75% del total de residus municipals generats a Catalunya.

2.2 Estimació de la generació de bolquers d'un sòl ús en escoles bressol a Catalunya

Les escoles bressol són un dels punts on es concentra una major generació de bolquers representant un 70 – 75% dels residus generats en aquests equipaments (Garcia Traveria, 2006). Per aquest motiu, resulta un àmbit estratègic a l'hora d'introduir alternatives als bolquers d'un sòl ús convencionals.

Per tal d'estimar la generació de bolquers en el total d'escoles bressol de Catalunya s'han tingut en compte els següents paràmetres:

- Nombre de bolquers generats a l'escola bressol per nen i dia:

En el marc d'un projecte d'introducció d'alternatives al bolquer d'un sòl ús convencional en una escola bressol, el número de canvis per nen i dia susceptibles de ser substituïts són (Puig, Calaf, 2008):

- Dos canvis efectuats a l'escola bressol (2) (un al migdia i l'altre abans d'anar cap a casa).
- Bolquer que els pares posen a casa abans d'anar a l'escola (1).

A part, és raonable treballant amb un marge de seguretat per possibles canvis addicionals a l'escola (0,5).

Considerant doncs que un dels bolquers canviats a l'Escola Bressol serà el que el nen porta posat quan torni a casa i que per tant s'abocarà a les escombraries domèstiques, tindríem que a l'escola bressol es generen de mitjana 2,5 bolquers per nen i dia. Aquesta generació mitjana disminueix a la meitat a partir dels 2,5 anys moment en el que molts nens ja deixen de portar bolquer.

- Nombre d'alumnes d'escola bressol usuaris de bolquers a Catalunya:

A la Taula 2 es detalla el nombre d'alumnes d'escola bressol a Catalunya fins a 2 anys d'edat, tant del sector públic com privat.

¹ ENT (2009).

Taula 2. Nombre d'alumnes de 0 a 2 anys de les escoles bressol públiques i privades de Catalunya pel curs 2009 – 2010

Edat	Centre públic	Centre privat	TOTAL
< 1 any	4.613	3.224	7.837
1 any	18.040	13.066	31.106
2 anys	26.698	20.429	47.127
TOTAL	49.351	36.719	86.070

Font: Departament d'Educació, 2010.

Segons aquest recompte el 34% de la població de 0 a 2 anys està escolaritzada en una escola bressol. Ara bé, cal considerar que tal i com s'apunta a Síndic de Greuges (2007), en aquestes dades no es comptabilitza el nombre significatiu d'infants que recorre a les llars d'infants no autoritzades pel Departament d'Educació, als serveis de cura infantil que ofereixen atenció regular (ludoteques, etc.) o a aules de P2 en determinats centres privats concertats.

Tenint en compte el nombre de setmanes lectives i considerant un nen que comença a l'escola bressol als 4 mesos i acaba als 2 anys, la generació de bolquers a l'escola bressol és de més de 1.100 bolquers, significant un 29% del total de bolquers generats al llarg de tot el període. En l'àmbit català, segons el nombre d'alumnes presentat a la Taula 2, s'estima que a les escoles bressol autoritzades pel Departament d'Ensenyament de Catalunya s'utilitzen prop de 34 milions de bolquers, generant-se més de 7.000 tones de residus per any i suposant un 10% del total de bolquers generats a Catalunya i un 0,2% de la generació total de residus.

3 Problemàtica ambiental generada: bolquers convencionals vs bolquers compostables

La comparativa de la problemàtica ambiental generada pels bolquers convencionals i els bolquers compostables requeriria d'una anàlisi del cicle de vida detallat que escapa de l'abast d'aquest estudi.

Els bolquers comercialitzats com a bolquers compostables ofereixen una alternativa més ecològica que els bolquers convencionals degut a la substitució dels polímers derivats del petroli per polímers biodegradables produïts amb matèries primes renovables, i per la introducció de materials orgànics produïts amb criteris de sostenibilitat. A més, l'eliminació dels materials sintètics juntament amb l'eliminació del clor i altres substàncies químiques com els perfums i gels, els fan un producte ideal per a nadons amb problemes d'al·lèrgies.

Amb l'objectiu d'augmentar la biodegradabilitat del bolquer i tenint en compte la composició d'un bolquer infantil convencional (veure la composició del bolquer d'Edana (2008) presentada a la Taula 4), aquests productes busquen substituir els components de polipropilè (PP), polietilè (PE) i els polímers superabsorbents sintètics per biopolímers biodegradables², o bé introduir alternatives a l'adhesiu de plàstic.

Tot i reduir-se el percentatge de materials sintètics, la voluntat d'igualar les prestacions a les del bolquer convencional d'un sol ús, impossibilita l'eliminació de determinats components no biodegradables del bolquer convencional, essent especialment important el manteniment de la presència de SAP en la majoria dels bolquers compostables.

El cicle de vida dels bolquers d'un sol ús porta associats els següents impactes ambientals:

Taula 3. Síntesi dels impactes ambientals de les diferents etapes del cicle de vida dels bolquers d'un sol ús convencionals

Etapa del cicle de vida del bolquer		Impactes ambientals
Procés de fabricació	Producció de la cel·lulosa	- Desforestació. - Empobriment del sòl.

² Un biopolímer és una molècula derivada de la biomassa. Poden ser polímers naturals (cel·lulosa) o polímers sintètics fets de monòmers naturals de biomassa (ex: àcid polilàctic procedent de la fermentació del midó) o de monòmers sintètics derivats de la biomassa (polietilè derivat de la fermentació bioetanol).

Etapa del cicle de vida del bolquer		Impactes ambientals
		- Alt consum de recursos. - Contaminació associada al funcionament de les plantes de fabricació de la cel·lulosa.
	Producció de SAP	- Elevada contaminació associada al procés de fabricació dels cristalls de poliacrilat sòdic que el conformen. - Alt consum de recursos.
	Producció d'altres components (PP, PE, gomes, adhesius, plàstic d'empaquetament)	- Emissions de gasos d'efecte hivernacle. - Alt consum de recursos.
Comercialització i ús		- Emissions de gasos degudes als desplaçaments i manteniment de les infraestructures.
Deposició i tractament	Abocament	- Ocupació del sòl. - Emissió de metà. - Lixiviació dels components orgànics a les aigües subterrànies.
	Incineració	- Emissió de gasos d'efecte hivernacle, altres gasos i partícules a l'atmosfera.

Font: ENT, 2009.

El fet que l'única via de gestió dels bolquers usats sigui l'abocament o la incineració, i que la major part del residu sigui matèria orgànica, representa la problemàtica ambiental més evident. En aquest sentit, i com s'ha esmentat anteriorment, es presenta com una alternativa la possibilitat d'introduir bolquers compostables per tal que el residu que es generi pugui ser tractat via compostatge, evitant-ne així el seu abocament o incineració.

Per tal de determinar si efectivament l'ús de bolquers compostables representa una millora ambiental respecte de l'ús de bolquers convencionals, és necessari analitzar ambdós productes en el seu conjunt. En aquest sentit, Hakala *et al.* (1997) elaboraren una anàlisi del cicle de vida comparatiu entre els bolquers tradicionals i els bolquers compostables (que en aquest cas substitueixen el PP i el PE per àcid polilàctic (PLA)). Els resultats obtinguts foren els següents:

- La diferència entre els impactes del bolquer convencional i els del bolquer compostable és mínima, obtenint-se, en la majoria d'escenaris, resultats lleugerament millors en el bolquer fet a base de PP i PE.

- La majoria d'impactes sobre el medi ambient es troben en la producció de la cel·lulosa, la part majoritària dels bolquers analitzats i comuna en ambdós tipus de bolquers.
- Principals impactes del bolquer compostable:
 - o Impacte produït per la producció del substrat de fermentació (blat, blat de moro o la remolatxa sucrera). L'impacte del cultiu depèn en gran mesura de factors geogràfics com ara la qualitat del sòl, les pràctiques de cultiu o la tipologia dels materials.
 - o Emissions de l'eutrofització i energia consumida durant el procés de fermentació de l'àcid làctic.
- Principals impactes del bolquer tradicional:
 - o Emissions d'hidrocarburs a l'aire i a l'aigua procedents de la cadena de producció del PP i el PE.
 - o Els polímers derivats del petroli no poden ser compostats i l'única alternativa a l'abocament és la incineració.
- Avantatges del bolquer compostable:
 - o El bolquer compostable pot ser convertit en compost, reduint-se substancialment la quantitat de residus abocats.
 - o El PLA està fet de matèries primeres renovables.
- Cal tenir en compte que la producció dels biopolímers està encara sota desenvolupament, motiu pel qual s'espera que en poc temps es produeixi una millora del resultat obtingut.

A l'hora de considerar els resultats obtinguts en aquest estudi, cal tenir en compte alguns aspectes rellevants:

- Evolució del sector de la producció dels biopolímers:

El sector de producció de biopolímers ha tingut un gran desenvolupament en els últims, fet que fa pensar que amb els biopolímers actuals es donarien variacions en la magnitud dels impactes.

- Diferències entre la composició del bolquer considerada a l'estudi i l'actual:

La tendència seguida en els últims anys pel sector de producció de bolquers ha estat la de reduir el pes total del bolquer gràcies principalment a la reducció de la cel·lulosa. Per contra, el component que més ha augmentat ha estat el SAP. A la Taula 4 es detalla la composició dels bolquers

considerada a Hakala (1997) i la composició mitjana del bolquer de l'any 2006 recollida a EDANA (2008).

Taula 4. Comparativa entre la composició dels bolquers de Hakala (1997) i la composició mitjana del bolquer infantil de 2006 contemplat a EDANA (2008)

Components	Hakala (1997)		EDANA (2008)	
	Massa (g/bolquer)	% en pes	Massa (g/bolquer)	% en pes
Cel·lulosa	44	69%	14	35%
Plàstic ^a	4	6%	2	6%
Gassa sintètica ^b	4	6%	7	17%
Altres components del bolquer ^b	5	8%	4 ^c	9%
Super absorbent (SAP)	6	9%	14	33%
<i>Total de components</i>	<i>64</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Pèrdues en producció</i>	<i>3</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
TOTAL	61	100%	41	100%

Font: Hakala, 1997 i EDANA, 2008.

^a En el bolquer convencional és PE de baixa densitat i en el bolquer compostable és PLA.

^b En el bolquer convencional és PP i en el bolquer compostable és PLA.

^c Correspon a la suma dels components adhesius, elàstics i altres.

Per tant, les diferències de composició i pes entre el bolquer contemplat a Hakala (1997) i l'actual també representen un element limitant a l'hora de considerar els resultats de l'estudi.

A part dels diferents aspectes que detalla el citat estudi, a l'hora de comparar bolquers convencionals i bolquers compostables, també cal tenir present que el primer tipus es fabrica a partir de recursos no renovables.

- Millores ambientals introduïdes en els bolquers compostables:

Alguns bolquers compostables, a banda de substituir els components sintètics (plàstic, gassa sintètica i productes de bolquer), per components produïts amb biopolímers, també introdueixen millores ambientals com l'ús de cel·lulosa produïda amb mètodes de silvicultura ecològica. Si tenim en compte que segons Hakala *et al.* (1997) la majoria d'impactes sobre el medi ambient es troben en la producció de la cel·lulosa, amb la introducció de

bones pràctiques ambientals en aquest procés s'esperaria una millora en els balanços ambientals dels bolquers compostables.

4 Anàlisi del mercat dels bolquers compostables

De les diferents opcions de bolquers compostables que hi ha al mercat, algunes marques informen de la seva compostabilitat i d'altres només se centren en la presència d'alguns components biodegradables. En aquest sentit, cal tenir en compte la diferència entre un material biodegradable i un material compostable. Mentre que un material sigui biodegradable només significa que pot descompondre's en unitats més simples gràcies a l'acció dels organismes, però no implica que ho hagi de fer en una escala de temps o procés particular, un material compostable és biodegradable sota unes condicions determinades. En aquest sentit, per exemple existeix la certificació EN 13432, que fixa l'estàndard europeu de compostabilitat per als plàstics.

A diferència dels productes cosmètics, tèxtils o alimentaris, en l'etiquetatge dels productes d'higiene íntima no són obligatòries les indicacions referents a la composició del producte. Això impossibilita conèixer en detall la composició i impedeix la comparació amb el bolquer convencional i entre les diferents opcions de bolquers compostables que hi ha al mercat. En la següent taula es recull la informació comercial referent a la biodegradabilitat i compostabilitat de les principals marques de bolquers compostables.

Taula 5. Informació comercial sobre la biodegradabilitat i compostabilitat de les principals marques de bolquers compostables

Distribució	Marca comercial	Informació referent a la biodegradabilitat i compostabilitat del bolquer
Amb distribució a Espanya	Wiona	- El 67% del bolquer és biodegradable. - S'aconsella el seu compostatge, tant el casolà com el dut a terme en el municipi.
	Nature Babycare	- 70% del bolquer és biodegradable. - No se n'aconsella el seu compostatge.
	Bambo Nature	- Prop del 75% del bolquer és biodegradable. Part de l'absorbent està fet de midó. - Només se n'aconsella el compostatge casolà, extraient les parts no biodegradables.
	Eenee compostable	- 100% compostable, tot i que en la descripció de la composició anomena la presència de SAP. Requereix de l'ús d'un cinturó reutilitzable, ja que no disposa d'adhesius per tancar el bolquer. - S'aconsella el seu compostatge només en l'àmbit comercial per motius d'higienització.
	Eenee dos peces (G-diapers, als EUA)	- 100% biodegradable però només és una compresa. Requereix de l'ús d'una calça reutilitzable. - Compostable tant en l'àmbit domèstic com en planta de compostatge.
	Naturaé (Itàlia)	- 80% de materials biodegradables.
Sense distribució a Espanya	Moltex Okö (EUA)	- Més del 50% del bolquer és biodegradable. - 20% del SAP és biodegradable. - Compostable tant en l'àmbit domèstic com en planta de compostatge.
	Little Takas (EcoQuest) (Austràlia)	- 90% biodegradable. - Dissenyat per ser compostat.
	Broody Chick (Canadà)	- 100% biodegradable. - 100% compostable.

Font: Elaboració pròpia.

S'informa d'una biodegradabilitat que no arriba al 100% (entre el 50 i el 90%) en 6 de les 9 marques. En relació a la informació que es dona sobre el tractament que han de tenir els bolquers un cop usats, en dos casos no es donen orientacions al respecte, en tres s'aconsella el seu compostatge tant casolà com comercial i en els

quatre restants, en un només el compostatge comercial, en un altre se n'aconsella el compostatge casolà extraient les parts no compostables, en un altre s'aconsella el seu compostatge sense especificar-ne el tipus i en un altre no se n'aconsella el compostatge. Així doncs, trobem una gran diversitat de productes i una informació força confusa en relació a les seves característiques.

En la següent taula es detalla el preu de compra de les principals marques de bolquers compostables distribuïdes a Espanya.

Taula 6. Preus de les principals marques comercials de bolquers compostables amb distribució a Espanya

Marca	Preu mig (€/unitat) ^a
Wiona	0,44
Nature Babycare	0,50
Bambo Nature (Abena)	0,42
Eenee ^b	0,47
Naturaé	0,57
Promig	0,48

Font: Elaboració pròpia.

^a Preu de bolquers de la talla entre 4 i 9 Kg.

^b Cal un cinturó reutilitzable que té un cost de 6,57 €.

Tenint en compte que els bolquers d'un sol ús convencionals de la talla entre 4 i 9 Kg tenen un preu mitjà de 0,22 €/bolquer (entre 0,17 i 0,31 €/bolquer, depenent de la marca), el preu de mercat dels bolquers compostables és al voltant del doble o fins i tot més en alguns casos. Si a més a més, tenim en compte les marques blanques, amb un preu mitjà al voltant dels 0,16 €/bolquer, el preu dels bolquers compostables resulta al voltant del triple. Tot i així, cal considerar que els preus presentats a la Taula 6 són preus de compra a petita escala. En cas de fer-se una compra de gran volum el preu disminuiria substancialment.

Aquests bolquers es poden trobar en botigues especialitzades en productes naturals per la criança infantil o a través de portals de compra per internet. En molts casos les botigues també ofereixen la possibilitat de fer la compra a través d'internet. Normalment cada venedor disposa d'una única marca d'aquests bolquers. En ocasions els compren els usuaris de bolquers reutilitzables, per al seu ús esporàdic en aquelles ocasions en les que pot resultar difícil fer servir els bolquers reutilitzables. En alguns casos la mateixa marca de bolquers ofereix un servei online de venda (és el cas de *Nature BabyCare* o *Little Takas*, entre d'altres). També hi ha algunes farmàcies que en venen, per aquells nadons amb problemes de pell.

En el cas dels bolquers que no es distribueixen aquí, existeix la possibilitat de poder-los adquirir per internet, a través de diferents portals.

Tot i que no s'han trobat referències d'iniciatives públiques de compostatge d'aquests tipus de bolquers, existeixen experiències d'empreses que ofereixen servei de gestió d'aquests bolquers. Alguns exemples són:

- A l'estat de Califòrnia, l'empresa *EarthBaby*³ presta servei de recollida porta a porta i compostatge dels bolquers *Nature Babycare*, en el que s'inclou recollida i entrega setmanal, compostatge professional dels bolquers i servei d'atenció al client pel preu de 29,99 \$/mes.
- A Austràlia, a l'àrea metropolitana de Melbourne (Victoria) l'empresa *Compostable Nappies*⁴ presta un servei de recollida quinzenal i compostatge dels bolquers *Eenee Compostables* pel preu de 7 – 7,5 \$/setmana.
- A Hobart (Tasmània), la mateixa empresa que produeix els bolquers *Eenee compostable*⁵ ofereix un servei de recollida quinzenal o mensual i compostatge d'aquests bolquers. El cost per a la recollida quinzenal i mensual és de 5 \$/setmana i 2,5 \$/setmana, respectivament. Si es sol·licita una recollida especial el cost és de 15 \$. Aquest servei inclou també la recollida i tractament dels residus orgànics.
- A Estats Units, a l'estat de Califòrnia l'empresa *Tiny Tots*⁶ presta un servei setmanal de recollida i compostatge dels bolquers *Broody Chick*. En aquest cas el preu del servei s'integra en la compra dels bolquers, amb un cost de 2 \$/caixa de bolquers. Aquesta empresa combina el servei de gestió dels bolquers compostables amb un servei de recollida i rentat de bolquers reutilitzables.
- A Estats Units, a l'àrea metropolitana de Milwaukee (Wisconsin), Tampa Bay (Florida) i a Lancaster (Pennsylvania), l'empresa *Green Diaper*⁷, ofereix un servei de recollida i tractament dels bolquers *Broody Chick* de dos cops per setmana pel preu de 74,99 \$/mes.

³ Veure www.earth-baby.com/home.php

⁴ Veure www.compostablenappies.com.au/

⁵ Veure www.organics.recycling.eenee.com/contents/en-us/d3_Southern_Tasmania_Organic_Waste_Collection.html

⁶ Veure www.tinytots.com/diaperservice/

⁷ Veure www.greendiaperoptions.com/catalog/cloth-diaper-service/compost-diaper-service-36.html

5 Valoració de la prova pilot a l'escola bressol de Lliçà d'Amunt

En el marc d'aquest projecte s'ha desenvolupat una prova pilot d'ús de bolquers compostables. Concretament, aquesta s'ha dut a terme a l'*Escola Bressol Nova Espurna* de Lliçà d'Amunt durant 11 dies lectius en el període del 6 al 22 d'octubre de 2010. Prèviament a l'inici de la prova es van realitzar les següents actuacions per tal d'informar els actors implicats:

- Realització de dues reunions amb l'equip de mestres prèviament a l'inici de la prova pilot.
- Elaboració d'un tríptic informatiu per als pares (veure Annex 1).

Durant els dies de funcionament de la prova, 75 nens (d'un total de 79) han utilitzat bolquers compostables de les dues marques comercials de bolquers compostables analitzades. S'han utilitzat dues marques de bolquer diferents per tal de valorar-ne les diferències des del punt de vista de les prestacions.

Taula 7. Nombre de nens i classes segons la marca de bolquer utilitzada

Marca comercial	Nombre de nens	Nombre de classes
Wiona	35	4
Nature BabyCare	40	3
TOTAL	75	7

Font: Elaboració pròpia.

L'ús d'aquests bolquers a l'escola bressol implica utilitzar-los almenys en els canvis que es realitzen íntegrament a l'escola bressol que són:

- Canvi de després de dinar (entre les 12h i les 13h).
- Canvi d'abans de sortir.

Durant la prova pilot, el bolquer que el nen portava de casa era una bolquer convencional. Això ha requerit la introducció d'un canvi extra:

- Canvi del bolquer convencional que el nen duu de casa per un de compostable, en arribar a l'escola.

Donada la curta durada de la prova pilot i que per complir-ne l'objectiu era molt important que tots els bolquers es recollissin a través dels contenidors de l'escola per la seva posterior prova de compostatge, es va decidir no implicar els pares en els canvis de bolquer fets a casa, ja que això requeria d'un major esforç de control per part de les mestres, corrent el risc de perdre bolquers.

A banda dels bolquers compostables, durant la prova també s'han utilitzat tovalloletes 100% biodegradables, lliures de clor i perfums.

Pel funcionament de la prova a l'escola ha estat necessari afegir un *sangènic*⁸ extra a cada classe: un per a la disposició dels bolquers compostables utilitzats i l'altre pels bolquers convencionals que el nen porta de casa a primera hora del matí. S'han utilitzat bosses compostables de 120 litres en tots els sangènics de bolquers compostables. En acabar la jornada s'han dipositat totes les bosses en un contenidor de 240 litres.

Donat que per iniciar la prova de compostatge era necessari disposar de la totalitat dels bolquers compostables utilitzats, fou necessari disposar d'un espai d'emmagatzematge amb refrigeració per d'alentir l'inici de la descomposició dels bolquers. S'ha realitzat una recollida diària de tots els bolquers compostables utilitzats emmagatzemant-los en un contenidor de 1.100 litres situat en una càmera de refrigeració a 10 °C de temperatura. Un cop acabada la prova, el dia 26 d'octubre de 2010 es va realitzar el transport dels bolquers emmagatzemats a la Planta de compostatge de la Mancomunitat la Plana.

Durant el desenvolupament de la prova s'han recollit dades relatives a les prestacions dels dos bolquers utilitzats a la prova pilot.

Taula 8. Nombre de nens, canvis de bolquer monitoritzats i resultats obtinguts en l'ús de les marques de bolquer estudiades

		<i>Nature BabyCare</i>	<i>Wiona</i>
Nens		40	35
Canvis de bolquers monitoritzats		558	542
Fugues	nº	10	6
	%	2%	1%
Marques ^a	nº	93	3
	%	17%	1%
Bolquers trencats	nº	7	0
	%	1%	0%
Comoditat en el canvi		Bona adaptabilitat	Poca adaptabilitat
		Els adhesius no permeten plegar el bolquer un cop fet servir.	

⁸ Recipient per emmagatzemar-hi els bolquers, de tancament hermètic evitant així l'emissió de males olors.

	<i>Nature BabyCare</i>	<i>Wiona</i>
Altres observacions	S'inflen. La sensació és que aguanten menys que els convencionals.	

Font: Elaboració pròpia.

^a Indica que apareixen marques vermelles a la pell del nen, especialment a la zona de les engonals i de la panxa.

Tal i com s'indica a la Taula 8, s'han donat molt poques fugues en ambdues tipologies de bolquer.

Pel que fa a l'aparició de marques, cal tenir en compte que en el cas dels bolquers *Nature BabyCare* es deu principalment al fet que les talles indicades per aquesta marca no es corresponen amb el sistema de talles dels bolquers convencionals. Això va produir que en alguns nens la talla els quedés una mica petita, produint unes petites marques vermelles, sense donar problemes d'irritació a la pell.

Pel que fa al nombre de bolquers trencats, només s'ha donat en la marca *Nature BabyCare*. Tal i com s'ha assenyalat abans, cal tenir en compte la problemàtica que s'ha donat amb les talles d'aquesta marca; el fet que a alguns nens els anés una mica petit explicaria que alguns s'hagin trencat al posar-los. Ara bé, qualitativament les mestres valoren que aquest bolquer té una millor adaptabilitat.

Tot i no presentar-se un nombre significatiu de fugues en cap dels dos bolquers, les mestres manifesten la sensació que a l'hora del canvi es detecta una menor absorbència que la del bolquer convencional. També la sensació que s'inflen més que els convencionals. Això podria fer pensar en un possible increment de les fugues en cas de fer-se servir el bolquer més temps que les hores màximes d'ús d'un bolquer a l'escola bressol, que està al voltant de les 4-5 hores, com per exemple el seu ús durant la nit en l'àmbit domèstic.

Es pot concloure que les prestacions d'ambdós bolquers analitzats són força semblants a les d'un bolquer convencional en el seu ús en una escola bressol. També que la introducció d'aquests bolquers en l'àmbit de l'escola bressol, no altera la dinàmica normal de realització dels canvis.

6 Estudi tècnic sobre el compostatge de bolquers compostables

6.1 Objectius de l'estudi

L'objectiu de l'estudi tècnic és comprovar les possibilitats del cocompostatge de bolquers infantils compostables i altres residus. L'estudi s'inicia amb una part experimental que consta d'experiments de compostatge a petita escala i una prova final a escala real en les millors condicions obtingudes en les proves anteriors. Aquesta fase és realitzada essencialment pel Grup de Compostatge de Residus Sòlids Orgànics de la UAB.

6.2 Metodologia experimental

La fase experimental consta de dues fases, la primera duta a terme als laboratoris del Grup de Compostatge de residus sòlids orgànics de la UAB i la segona a les instal·lacions de la Mancomunitat la Plana (Osona, Barcelona).

6.2.1 Escala de laboratori

Com a sistema de compostatge, es va utilitzar el respiròmetre que el Grup de Compostatge té als seus laboratoris de la UAB. Els experiments van tenir lloc entre l'1 de setembre i l'1 de novembre de 2009 i es va aprofitar la metodologia per a la determinació de l'IRD (Índex Respiromètric Dinàmic), que s'utilitza habitualment en residus ("Protocol per a la determinació de l'estabilitat biològica mitjançant l'Índex Respiromètric Dinàmic (IRD) en mostres de residus urbans orgànics"), per part de l'Agència de Residus de Catalunya. Les úniques diferències respecte el test estàndard de determinació de l'IRD foren que:

- Es va utilitzar un volum superior de mostra (al voltant d'1 l) per poder introduir més quantitat de bolquer de forma que fos més significativa.
- Es va mesurar el CO₂ emès en lloc de l'oxigen consumit, com una mesura directa de la matèria orgànica biodegradada respecte la matèria orgànica inicial.

Com a cosubstrat per degradar els bolquers es va utilitzar compost de FORM estable (0.8 g O₂ per g de matèria orgànica i hora de valor d'IRD). Òbviament es van fer blancs corresponents amb el compost sol per veure el CO₂ que es produïa i el qual va ser restat de la producció total amb els experiments que contenien bolquers.

A la Figura 1 es pot observar l'aspecte de muntatge experimental i a la Figura 2 l'aspecte de les mescles.

Figura 1. Respiròmetre dinàmic utilitzat en les proves



Font: Departament d'Enginyeria Química de l'UAB.

Figura 2. Mescla estàndard de compost amb bolquers



Font: Departament d'Enginyeria Química de l'UAB.

Figura 3. Duplicat de control de compost sol (2 mostres) i la resta són els duplicats amb bolquers compostables de les dues marques (d'esquerra a dreta)



Font: Departament d'Enginyeria Química de l'UAB.

6.2.2 Escala real

El sistema de compostatge utilitzat va ser el que la Mancomunitat la Plana realitza rutinàriament. Aquest es basa en una primera fase de descomposició en un mòdul estàtic airejat Agrotech i una segona fase de descomposició en piles voltejades (sense aeració forçada).

Donat que l'objectiu d'aquesta prova era comparar el procés de compostatge de FORM amb i sense bolquers, el procediment seguit fou el següent:

- Es parteix de FORM lliure de bolquers (provinent de recollida porta a porta).
- Es parteix de bolquers utilitzats compostables (recollits a l'Escola Bressol de Lliçà d'Amunt durant 11 dies lectius).
- S'omple mig mòdul de compostatge amb FORM sense bolquers (10.000 kg de material aproximadament) barrejada amb un proporció volumètrica de poda triturada 1:1, que actua com a agent estructurant.
- S'afegeixen els bolquers no triturats i es mesclen amb FORM en una proporció màssica del 3%, que es pot considerar lleugerament elevada en comparació amb la generació a Catalunya. Aquesta mescla és barrejada amb una proporció volumètrica de poda triturada 1:1, que actua com a agent estructurant, i que omple l'altra meitat del mòdul.
- Un cop complerta la fase de descomposició en el mòdul (unes 6 setmanes), les dues parts (amb i sense bolquers) es descarreguen separatament en dues piles diferenciades en les quals té lloc el procés de maduració amb voltejos periòdics (aproximadament un volteig setmanal, durant un període aproximat de 3 mesos).
- Finalment les dues piles són garbellades (a una grandària de 10 mm) i s'obtenen mostres de compost procedents del procés amb i sense bolquers.

Les proves es van realitzar entre el 26 d'octubre de 2010 i el 15 d'abril de 2011.

Un cop muntats els sistemes de compostatge, per portar a terme el seguiment dels dos materials es determinaren els següents paràmetres:

- Temperatura: mesurada de forma contínua als mòduls (4 punts) i puntualment a les piles de maduració.
- Índex respiromètric: mesurat en diferents moments del procés (IRD).
- Paràmetres analítics: contingut en matèria orgànica total i humitat.

El seguiment puntual de la temperatura es va fer in situ a diferents punts de les piles voltejades. Es realitzaren diverses mesures i els resultats es presenten com un valor mitjà.

La resta de paràmetres s'analitzaren al laboratori de la UAB a partir d'una mostra representativa, obtinguda de diferents punts del material (un mínim de 4).

A banda dels paràmetres prèviament esmentats, dels materials finals també es van analitzar altres característiques. Al mateix temps, es van enviar mostres a un laboratori extern (LAF, APPLUS) per tal de realitzar una caracterització completa de contingut en metalls pesants i de microorganismes patògens.

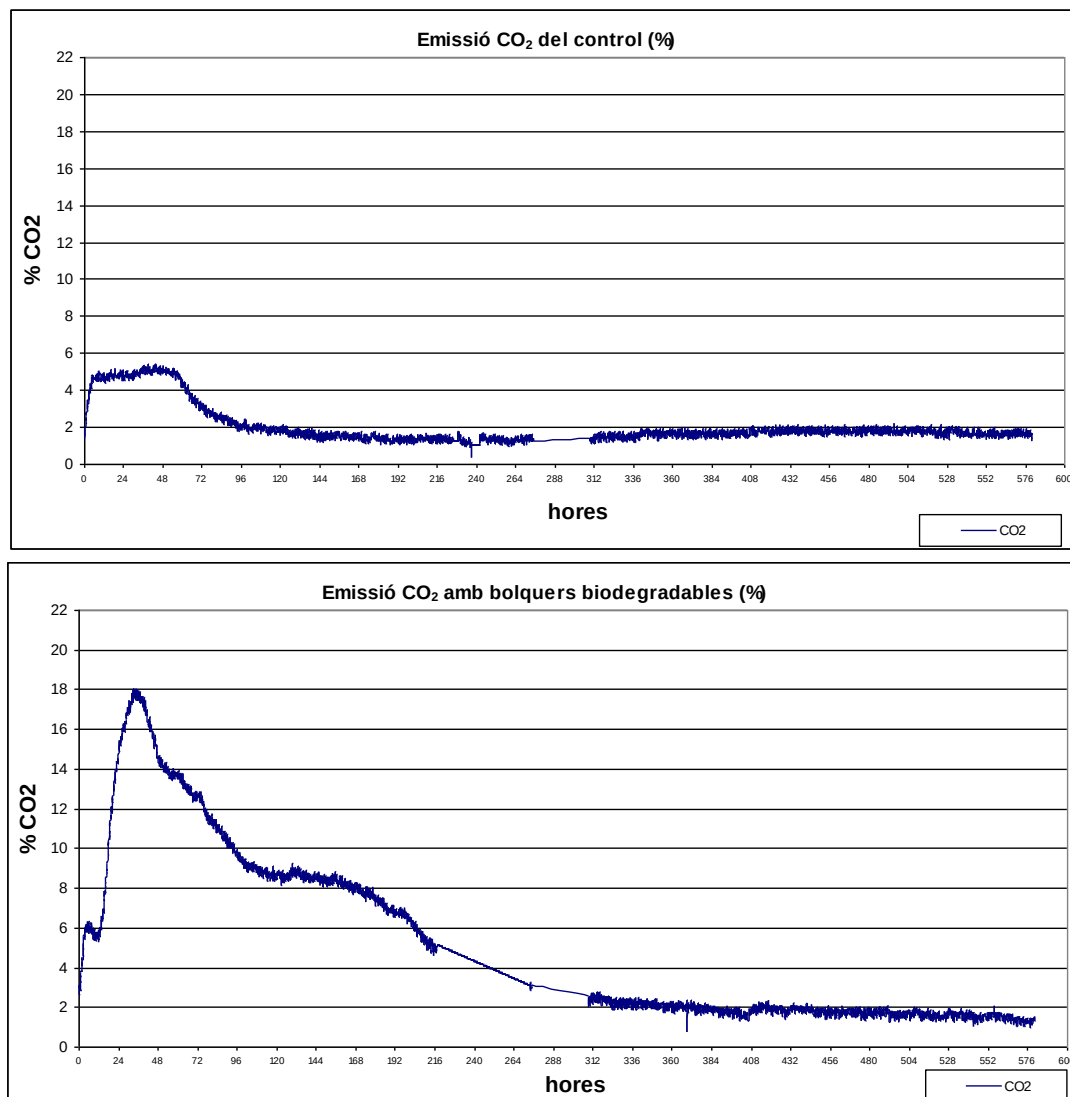
A l'Annex 2 d'aquest informe es recullen algunes imatges de la prova realitzada.

6.3 Resultats

6.3.1 A escala de laboratori

Els experiments respiromètrics es van realitzar amb dues marques de bolquers biodegradables: Wiona i Nature Babycare. A la Figura 4 es mostren els resultats obtinguts en l'emissió de CO₂ amb el control (compost sol) i la d'una de les marques (Wiona).

Figura 4. Emissió de CO₂ per al control (a dalt) i per a la mostra amb bolquers biodegradables (a sota)



Font: Elaboració pròpia.

Com es pot observar, les diferències d'emissió entre els experiments de control i els de bolquers biodegradables són molt grans, fet que evidencia l'elevada biodegradabilitat dels bolquers. Per tal de poder-la quantificar, s'han de conèixer els grams de C emesos en cada cas i fer les operacions corresponents restant les emissions del compost, per tal d'arribar a un percentatge de biodegradabilitat. El resum d'aquests càlculs es mostra a la Taula 9.

Taula 9. Percentatge de biodegradabilitat dels bolquets biodegradables

Marca de bolquer	Grams de C emesos	Grams de C inicials	Relació C emès / C inicial	Biodegradabilitat (%)
Wiona	19,71	42,86	0,46	46
Nature BabyCare	19,38	42,86	0,45	45

Font: Elaboració pròpia.

Com es pot observar a la Taula 9, ambdues marques de bolquers biodegradables donen uns resultats prou bons de biodegradabilitat (propers al 50%), tenint en compte que el respiròmetre utilitat és un sistema estàtic i que treballa en condicions mesòfiles (37°C). A escala real, on el volteig mecànic és molt més agressiu i la FORM assoleix fàcilment el rang termòfil de temperatura, és d'esperar que es millori clarament la biodegradabilitat d'aquests bolquers.

Per últim, comentar que no s'han observat diferències significatives entre les dues marques provades.

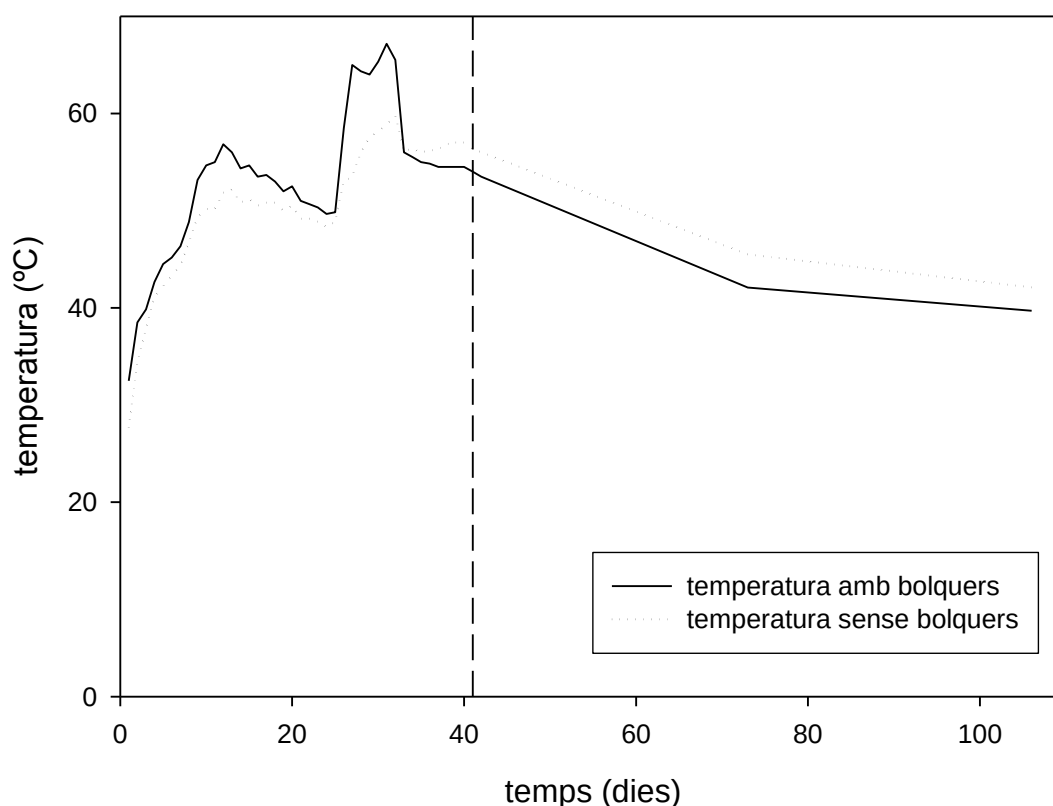
6.3.2 A escala real

A) El procés de compostatge

A.1) Temperatura

A la Figura 5 es mostren els valors de temperatura assolits en la fase de descomposició en el mòdul Agrotech i la descomposició en piles voltejades.

Figura 5. Evolució de la temperatura durant el procés de compostatge de FORM. La línia vertical discontinua separa la fase descomposició (procés amb aeració forçada) de la maduració (piles voltejades)



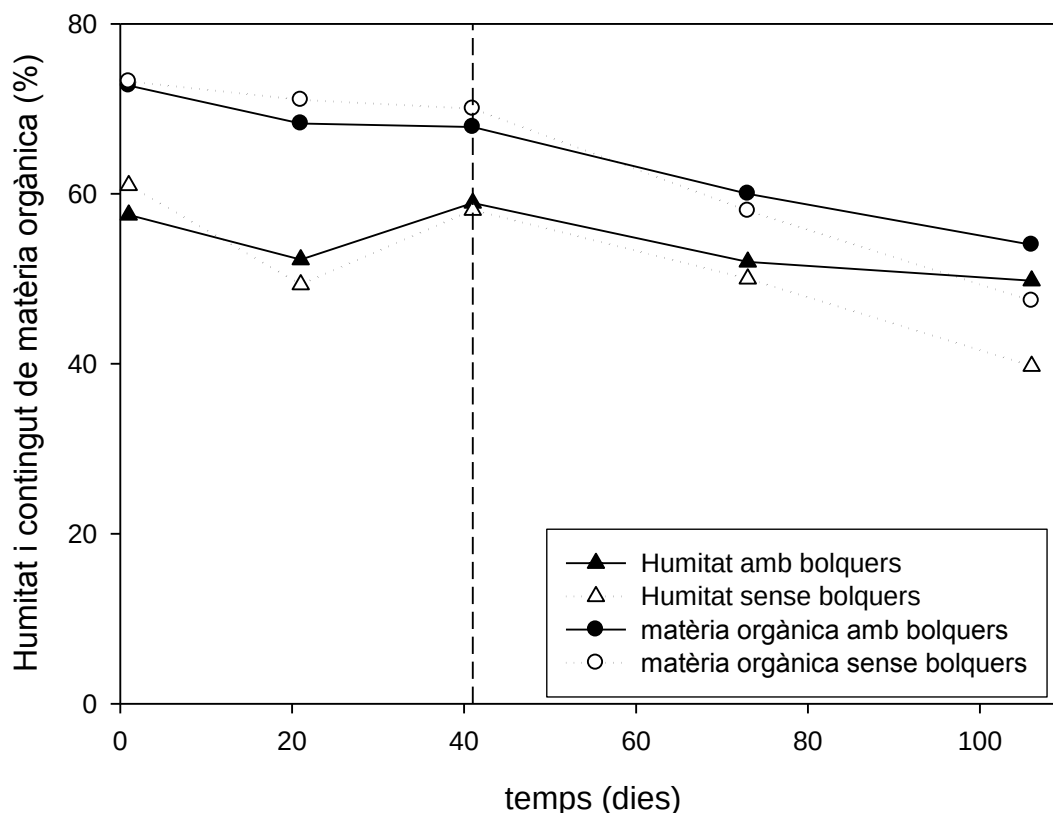
Font: Elaboració pròpia.

Com es pot observar, no existeixen diferències significatives entre els dos processos, ja que la proporció de bolquers és relativament petita respecte la FORM. En general, és evident que ambdós materials assolixen els valors necessaris per a la higienització del material, i l'evolució global es pot considerar representativa d'un procés de compostatge de FORM estàndard, amb una primera fase de descomposició clarament termòfila i un descens significatiu de la temperatura quan el material es troba en la fase final de maduració. L'evolució de la temperatura queda també perfectament corroborada per l'evolució dels índexs respiromètrics, com es veurà més endavant.

A.2) Humitat i matèria orgànica

A la Figura 6 es mostra l'evolució durant tot el procés dels continguts en humitat i matèria orgànica total.

Figura 6. Evolucions dels continguts en matèria orgànica i humitat al llarg de tot el procés de compostatge. La línia discontinua vertical marca el final de la descomposició i l'inici de la maduració



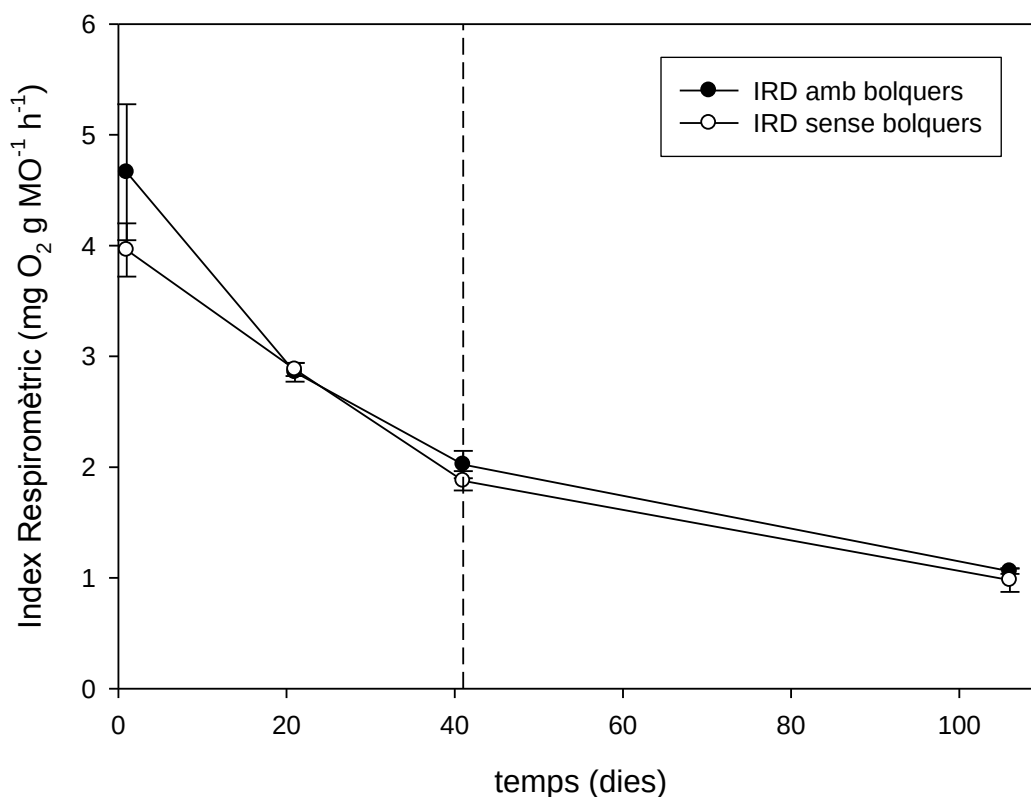
Font: Elaboració pròpia.

Les evolucions d'aquests dos paràmetres també poden considerar-se normals per a un procés típic de compostatge de FORM amb escasses diferències entre el tractament amb i sense bolquers. Per una banda, la humitat presenta una tendència descendent pròpia dels processos de compostatge que s'aguditza a la fase de maduració (que es realitza amb volteig mecànic), tot i que en cap cas es pot considerar que hi hagi limitació d'humitat per al procés. Per altra banda, el contingut en matèria orgànica presenta la típica disminució, que en alguns casos és major i en altres menor. Cal recordar l'error inherent que té aquesta mesura en els processos de compostatge, ja que el contingut de matèria orgànica es mira per calcinació, i per tant inclou tots aquells materials poc biodegradables en els temps típics que es donen en processos de compostatge a escala industrial (materials lignocel·lulòsics, presents en gran quantitat en el material estructurant).

A.3) Índex respiromètric

A la Figura 7 es presenta l'evolució de l'índex respiromètric dinàmic (IRD) durant el procés complet de compostatge.

Figura 7. Evolucions de l'índex respiromètric al llarg de tot el procés de compostatge. La línia discontinua vertical marca el final de la descomposició i l'inici de la maduració



Font: Elaboració pròpia.

L'IRD és una mesura directa de l'activitat respiratòria dels microorganismes presents en el material. En aquest sentit, es pot observar que les diferències entre els dos tractaments (amb i sense bolquers) són mínimes, cosa que corrobora les evolucions semblants de temperatura i el funcionament similar de les dues piles.

Per altra banda, l'evolució de l'IRD és típica d'un procés correcte de compostatge de FORM. Es parteix inicialment d'un material molt actiu (IRD al voltant de 4-5 mg O₂ per g de matèria orgànica i per hora), que baixa ràpidament a la fase de descomposició activa (fins aproximadament 2 mg O₂ per g de matèria orgànica i per hora) i més lentament a la fase de maduració, en la que les fraccions més làbils de matèria orgànica ja s'han exhaurit. El valor final, proper a 1 mg O₂ per g de matèria orgànica i per hora, demostra que el material final ha estat correctament estabilitzat, d'acord amb els estàndards del nostre Grup i altres de caire internacional.

B) Qualitat del compost final

A la Taula 10 es mostren amb detall totes les propietats dels dos materials finals, obtinguts després de garbellar les piles de maduració. Cap dels dos materials garbellats presentava evidències de materials impropis, tot i que el material

recirculat de la prova amb bolquers (la part que no travessava el garbell) sí que tenia algunes parts de bolquers no degradats, com es comentarà posteriorment.

Taula 10. Caracterització dels materials finals

Marca de bolquer	Compost sense bolquers	Compost amb bolquers	Legislació espanyola (classe A)
Matèria seca (% en base humida)	60,28	50,23	60-70
Matèria orgànica (% en base seca)	47,37	54,09	>35
pH (1:5 w:v)	7,86	8,06	-
Conductivitat elèctrica (1:5 w:v, mS/cm)	3,51	2,76	-
N total (N Kjeldahl, % en base seca)	2,31	2,10	-
C/N	11,64	14,62	<20
Índex respiromètric ($\text{mg O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ MO h}^{-1}$)	0,98	1,06	-
Densitat (kg/L)	0,38	0,40	-
Porositat (%)	60	58	-
E. coli (UFC/g)	40	370	<1000
Salmonella (presència/absència en 25 g)	Absència	Absència	Absència
Níquel (mg/kg, en base seca)	21	8	25
Plom (mg/kg, en base seca)	49	12	45
Coure (mg/kg, en base seca)	56	31	70
Zinc (mg/kg, en base seca)	176	120	200
Mercuri (mg/kg, en base seca)	0,06	0,08	0,4
Cadmi (mg/kg, en base seca)	0,3	0,2	0,7
Crom (mg/kg, en base seca)	15	14	70
Crom VI (mg/kg, en base seca)	<0,50 (absència)	<0,50 (absència)	<0,50

Font: Elaboració pròpia.

A la Taula 11 es presenten alguns dels valors de referència del Real Decreto 824/2005, que regula l'ús de fertilitzants a Espanya, tot i que la informació que es dóna en aquest Decret és, al nostre entendre, molt limitada:

Taula 11. Valors definits al Real Decreto 824/2005

Paràmetre	Valor límit		
Humitat (%)	30-40		
Matèria orgànica (% base seca)	>35		
Relació C/N	<20		
E. coli (UFC/g)	<1000		
Salmonella (Presència/Absència en 25 g)	Absència		
Crom (ppm, base seca) Classes A/B/C	70	250	300
Níquel (ppm, base seca) Classes A/B/C	25	90	100
Plom (ppm, base seca) Classes A/B/C	45	150	200
Coure (ppm, base seca) Classes A/B/C	70	300	400
Zinc (ppm, base seca) Classes A/B/C	200	500	1000
Mercuri (ppm, base seca) Classes A/B/C	0,4	1,5	2,5
Cadmi (ppm, base seca) Classes A/B/C	0,7	2	3

Font: Elaboració pròpia.

Les conclusions generals que es poden extreure dels valors de la Taula 10 demostren que ambdós productes estan higienitzats, estabilitzats i són de gran qualitat. Al mateix temps, les diferències entre tots dos materials són relativament baixes.

A nivell més concret:

- Les **propietats generals** són adequades per a un compost, amb un elevat contingut en matèria orgànica i una certa presència de nitrogen total. Les relacions C/N també són correctes per a un compost final. La resta de propietats també són relativament normals per a un compost de FORM, tot i que en algun cas el valor de la humitat és massa alt.
- Quant a l'**estabilitat**, aquesta està d'acord amb el perfil de l'índex respiromètric obtingut durant el procés i que es mostrava a la Figura 7. Els valors finals corresponen a un compost estable, al voltant dels valors recomanats per a aquest material.
- La **higienització**, en ambdós casos, ha estat molt efectiva, no detectant-se nivells significatius de cap dels microorganismes patògens proposats a la legislació. Els nivells de temperatura assolits i els voltejos realitzats són adequats per assegurar que es tracta d'un compost plenament higienitzat.

Tanmateix, és important destacar que el patogen *E. coli*, tot i estar dins dels nivells del compost A, és gairebé 10 cops més alt en el cas del compost amb bolquers. Una possible explicació podria ser la presència inicial del patogen en els bolquers, tot i que les elevades temperatures assolides semblen contradir-ho. També es podria suggerir com a hipòtesi que el material amb bolquers sigui més propens a patir fenòmens de recolonització, tot i que la confirmació d'aquest fet implicaria la realització d'un estudi més sistemàtic.

- Per últim, i en relació a la presència de **metalls pesants**, queda clar que els nivells detectats a tots dos materials són baixos. En concret, tots dos entrarien en la classe A definida al Real Decreto 824/2005, que és la base de la legislació espanyola de fertilitzants. L'única excepció seria el cas del plom per al compost sense bolquers, presència per a la qual no es té una explicació raonable i sembla més una casualitat donats els valors detectats en altres anàlisis.
- En referència a aquest punt dels metalls pesants, es vol recordar que en un estudi previ comparatiu de compost produït a partir de FORM i de FORM amb bolquers no compostables (ENT, 2009), es van detectar nivells superiors de **zinc** en el cas del compost fet amb bolquers. En aquest cas no s'ha produït aquest fenomen. Una possible hipòtesi d'aquest fet podria ser la procedència dels bolquers, que en el present estudi només s'han utilitzat de dia a una escola bressol i que, en conseqüència, podrien tenir una presència inferior del zinc que s'utilitza en les cremes per a nadons degut al seu efecte fungicida o, simplement, que els hàbits de l'escola bressol quant a aquests productes siguin diferents que els utilitzats als domicilis. Òbviament, també és possible atribuir aquest fenomen a la pròpia variabilitat i l'error inherent del mostreig de processos de compostatge a escala real.

C) Balanç màssic de bolquers no degradats

Donades les evidències que es tenien de que certes parts dels bolquers no s'havien degradat (veure Figura 12 i Figura 13 de l'Annex 2) es va intentar realitzar un balanç màssic en el garbellat final del compost amb bolquers per veure si aquests materials corresponien a una part significativa dels materials inicials.

Els resultats obtinguts no foren concluent ja que no es podia conèixer amb exactitud la quantitat de bolquers no degradats en el total de material garbellat i, a més, aquest bolquers havien incorporat part del compost i l'agent estructurant, de forma que el seu pes podia no ser representatiu. Tanmateix, i visualment, aquesta quantitat era petita, i és de suposar que aquests bolquers no biodegradats es deteriorarien fàcilment al ser reintroduïts al procés següent de compostatge de FORM. Part dels bolquers degradats queden incorporats al compost final donant-li un color blanquinós (veure Figura 14 de l'Annex 2).

6.4 Conclusions

Dels resultats continguts, es pot concloure que:

1. El procés de compostatge de FORM amb bolquers compostables segueix les evolucions normals en tots els paràmetres estudiats.
2. La qualitat del compost produït és molt elevada, com correspon a una FORM d'alta qualitat. El compost presenta uns valors d'estabilitat totalment adequats, com ja es veia en l'evolució de l'índex respiromètric que es presentava a la Figura 7.
3. Respecte la presència de microorganismes patògens, ambdós materials es troben higienitzats, sense presència destacable de patògens típics, com correspon a les evolucions de temperatura observades (Figura 5). Tanmateix, cal tenir en compte la possible recolonització del material final quan els períodes d'emmagatzematge són llargs.
4. Respecte la presència de metalls pesants, els dos materials finals presenten un contingut baix. Sobta que la quantitat d'alguns metalls (especialment el plom, que excedeix el límit del Compost Classe A, però també en el cas del níquel, el coure i el zinc) sigui més alta en el compost sense bolquers. Tot i que es poden donar diverses hipòtesis sobre aquestes diferències, i d'acord amb la nostra experiència, no semblen raons atribuïbles a la presència o no de bolquers sinó que probablement es degui a un error de presa de mostra o d'anàlisi, que per altra banda és inherent al mostreig del compost a escala real. En aquest sentit, es poden consultar les conclusions de l'estudi previ ENT (2009) on s'arribava a conclusions semblants sobre aquest punt.
5. Finalment, existeixen alguns bolquers sencers que no s'han biodegradat en el compost final. No obstant, i tot i que no s'han pogut quantificar amb exactitud, visualment es tractava d'una quantitat molt petita que, a més a més, es degradaria fàcilment si es tornés a introduir al procés. Tanmateix, en aquelles plantes de compostatge on es realitzi un volteig mecànic en la formació de la pila, s'afavoriria dràsticament el deteriorament del bolquer i, per tant, s'acceleraria la seva biodegradació posterior.

7 Propostes de gestió dels bolquers compostables

En aquest capítol es desenvolupen propostes per a la recollida dels bolquers compostables tant en l'àmbit domiciliari com d'escola bressol.

7.1 Propostes per a la recollida dels bolquers compostables d'ús domiciliari

Donat que els resultats de les proves de laboratori i a escala real confirmen que el procés de co-compostatge dels bolquers compostables analitzats juntament amb la FORM segueix les evolucions normals donant un compost de qualitat sense problemes d'higienització ni de metalls pesants, es podria recomanar l'adició d'aquests bolquers a la fracció FORM.

Ara bé, tal i com es detalla a la Taula 5, existeixen diferents marques comercials de bolquers compostables, la majoria d'elles amb una informació molt confosa en relació a la seva compostabilitat. Per això, es plantegen les següents incògnites a l'hora de donar un missatge unitari pel que fa al destí que han de tenir els residus de bolquers compostables:

- A diferència dels productes alimentaris, tèxtils o cosmètics, pels quals existeix una normativa d'etiquetatge específica que obliga a fer-hi constar la composició del producte amb el detall de les diferents substàncies o materials que el conformen, els bolquers i altres productes d'higiene íntima no estan obligats a detallar els diferents components. La inexistència d'aquesta informació impedeix saber si efectivament tots els materials són biodegradables.
- La inexistència d'una certificació de compostabilitat del producte, com sí existeix pels plàstics biodegradables (tal i com s'ha comentat a l'apartat 4), fa impossible que des de l'administració competent en matèria de residus es pugui donar un missatge clar sobre la idoneïtat que aquests residus es gestionin com a FORM.

Per tal de poder promoure l'ús d'aquests bolquers en l'àmbit domiciliari seria necessària la realització de, com a mínim, un test de compostabilitat de les diferents marques de bolquers compostables comercialitzades a Catalunya, sent recomanable la realització de proves a escala real com les dutes a terme en el present estudi.

Tal i com s'ha dit a l'apartat 4, el mercat de bolquers compostables és encara molt minoritari a Catalunya, amb una distribució centralitzada en petits circuits de

comercialització amb molt poca incidència en el mercat d'aquests productes, i molt poc competitiu pel que fa als costos. Això fa preveure, com a mínim en el curt termini, poca incidència d'aquest tipus de bolquers sobre els sistemes de gestió de residus.

7.2 Propostes per a la recollida dels bolquers compostables en escoles bressol

Tal i com s'ha explicat a l'apartat 5, la substitució dels bolquers convencionals per bolquers compostables en una escola bressol, requereix de la introducció de pocs canvis en el funcionament intern de l'escola. Així doncs, l'ús de bolquers compostables es planteja com una alternativa viable als bolquers convencionals en aquest àmbit. A diferència dels bolquers usats en l'àmbit domiciliari, en la promoció d'aquests bolquers a les escoles bressol sí que es podrà controlar si efectivament el bolquer utilitzat és compostable o no. Així doncs, prèviament caldrà comprovar, mitjançant una test de compostabilitat, que els bolquers usats efectivament són compostables, tal i com s'ha fet en el present estudi pels dos tipus de bolquers analitzats.

Tanmateix, cal tenir present que la promoció de l'ús d'aquests bolquers tindrà sentit sempre i quan les condicions del sistema de recollida municipal s'adaptin correctament a les particularitats dels residus de bolquer, com són principalment:

- Materials altament compostables.
- En condicions anòxies, poden fermentar ràpidament.
- Poden produir males olors si el contenidor es troba al carrer.
- Poden ser font de patògens.

En els municipis amb recollida selectiva porta a porta se suggereix incloure els residus de bolquers compostables generats a les escoles bressol a la recollida de FORM. Actualment a la majoria de municipis amb recollida selectiva porta a porta els bolquers es recullen separatament alguns dies a la setmana (els dies en què es realitza la recollida de la FORM o els reciclables), mentre que es recullen conjuntament amb la resta el dia o dies que es recull aquesta fracció. En cas de substituir els bolquers convencionals per bolquers compostables a les escoles bressol, aquests passarien a recollir-se juntament amb la FORM. Donades les característiques dels residus de bolquer citades anteriorment, caldria comptar amb una freqüència elevada de recollida de la FORM, sent aconsellable que com a mínim es recollís tres cops entre dilluns a divendres, quan l'escola bressol estaria en funcionament. Una altra opció per assegurar una freqüència de recollida elevada és que l'escola bressol faci ús de la recollida de FORM extra pels grans generadors, en cas que es disposi d'aquest servei.

En els municipis amb recollida en contenidors (contenidors en superfície, soterrats o recollida pneumàtica), es desaconsella incloure els bolquers en els contenidors de recollida de FORM del carrer pels problemes que pot generar el seu emmagatzematge al carrer (males olors, fonts de patògens, etc.). Així doncs, en cas d'introduir aquests bolquers a l'escola bressol el centre hauria de disposar d'un bujol propi de FORM, amb un sistema de tancament i portar-lo a l'àrea corresponent de contenidors per a la seva recollida (el centre només podria treure el bujol els dies de recollida de la FORM). Tindria especial sentit en el cas de municipis que disposin d'un servei específic de recollida de FORM comercial.

7.3 Estimació dels costos de gestió

Com s'ha dit anteriorment, una implantació més generalitzada de l'ús de bolquers compostables no requeriria de la implantació de cap servei de recollida específic, ja que els residus de bolquer compostable es podrien incloure al circuit existent de recollida de la FORM, amb les consideracions efectuades respecte de les garanties de la seva compostabilitat. Per aquest motiu, la recollida dels bolquers per aquesta via no suposaria un increment dels costos actuals de recollida.

Pel que fa al tractament, si tenim en compte que actualment els bolquers d'un sòl ús convencionals tenen com a destí la disposició final, la incineració o bé els tractaments de resta en plantes de tractament mecànic-biològic, una implantació més generalitzada dels bolquers compostables suposaria desplaçar aquest flux de residus de la fracció resta cap a tractaments biològics. A la Taula 12 es detallen els diferents costos de tractament que reben els bolquers convencionals i els que rebrien els bolquers compostables.

Taula 12. Balanç econòmic dels costos unitaris de tractament de residus a Catalunya, 2010

Cost	Tractaments per a bolquers d'uns sol ús convencionals			Tractament per a bolquers compostables	
	Abocador ^a	Incineració ^b	Tractament mecànic-biològic ^c	Compostatge ^d	
				<5% d'impropis	10 - 15% d'impropis
Cost de tractament (€/tona)	42,54	34,50 – 89,90	75,89 – 92,88	45,10	56,00
Cànon de residus (€/tona)	10	5	-	-	-
Retorn del cànon 2011 (€/tona) ^e	-	-	-	- 33,50	- 33,50
Cost total (€/tona)	52,54	39,50 – 94,90	75,89 – 92,88	11,60	22,50

Font: Elaboració pròpia a partir d'Agència de Residus de Catalunya (2007) i fonts pròpies.

^a Tarifa mitjana d'entrada en abocadors per l'any 2007, actualitzada a l'any 2010 segons l'IPC interanual.

^b Rang de les tarifes d'entrada a les instal·lacions d'incineració de residus de Catalunya per l'any 2010.

^c Tarifa d'entrada a les plantes de tractament de resta segons el PROGEMIC per l'any 2007 actualitzada a 2010 segons l'IPC.

^d Tarifa mitjana de tractament de la FORM en les plantes de compostatge a Catalunya, segons el percentatge d'impropis. En general, per percentatges d'impropis superiors al 15% les tarifes augmenten i algunes plantes, en cas de superar-se el 20%, no s'accepta el material.

^e Retorn del cànon en concepte de *Tractament de la FORM*.

Nota: no s'ha comptabilitzat el cànon que es paga per la resta que, un cop tractada a les plantes de tractament mecànic-biològic, es destina a abocador o incineradora, perquè el nivell de rebuig varia força entre plantes i sovint el cànon ja està internalitzat a les tarifes d'entrada a planta. Tampoc es comptabilitza el retorn del cànon que rep aquesta resta en concepte de *Tractament de reducció de la quantitat o millora de la qualitat del rebuig* mecànic-biològic que si es destina a dipòsit controlat és de 2,5 €/tona i si per contra es destina a incineradora és d'1,25 €/tona, ja que l'import depèn de la instal·lació on es porta el rebuig.

Així doncs, en tots els casos el cost unitari de tractament dels bolquers compostables destinats a compostatge passaria a ser menor que el dels bolquers convencionals destinats a tractaments finalistes o tractaments mecànic-biològics. Això es deu en part al pagament del cànon dels tractaments finalistes i a l'existència del retorn del cànon en concepte de tractament de la FORM. No és possible

calcular a priori la diferència exacta perquè depèn de les instal·lacions on es porten en l'actualitat els bolquers convencionals i on es portarien els compostables.

8 Conclusions

L'ús de bolquers compostables com a alternativa a l'ús de bolquers convencionals d'un sol ús es presenta com una opció viable, tot i que encara planteja alguns punts febles que redueixen el seu potencial.

Pel que fa a l'ús en escoles bressol, els bolquers compostables analitzats ofereixen prestacions molt semblants a les d'un bolquer convencional d'un sol ús. Així mateix, la introducció d'aquests bolquers en escoles bressol no altera la dinàmica normal de realització dels canvis.

Pel que fa al tractament del residu generat pel seu ús, les proves de laboratori i a escala real confirmen que el procés de co-compostatge dels bolquers compostables analitzats juntament amb la FORM segueix les evolucions normals donant un compost de qualitat sense problemes d'higienització ni de metalls pesants, podent-se recomanar l'adició d'aquests bolquers a la fracció FORM.

Tanmateix, resulta difícil donar un missatge unitari sobre el destí que han de tenir aquest tipus de bolquers en l'àmbit domèstic, degut a la inexistència d'una informació clara sobre la seva compostabilitat. Del conjunt de bolquers compostables presents al mercat es detecta una informació molt confosa referent a la seva compostabilitat. Aquest fet s'explica per la inexistència d'una certificació de compostabilitat d'aquests productes, com sí que existeix en el cas dels plàstics biodegradables. En el cas de les escoles bressol, es podrien introduir si prèviament es realitzés un test de compostabilitat per assegurar que efectivament el producte utilitzat és compostable, tal i com ja s'ha fet en el present estudi per a les dues marques analitzades. Pel que fa a la recollida, la seva implantació en escoles bressol presentaria major facilitat en el cas de municipis amb recollida selectiva porta a porta, ja que permetria fer una recollida personalitzada del bujol de bolquers de les escoles bressol els dies de recollida porta a porta de FORM. En la resta de municipis tindria sentit introduir aquests bolquers en escoles bressol en cas que es pogués disposar d'un bujol especial per als bolquers, amb un funcionament de recollida similar al dels sistemes porta a porta.

Un altre punt feble per a una implantació més generalitzada dels bolquers compostables és l'elevat preu de compra, que dobla el preu dels bolquers convencionals de les marques més comunes i el triplica en el cas de les marques blanques venudes pels principals establiments comercials de compra habitual. La poca competitivitat pel que fa als costos juntament amb una distribució en canals de comercialització reduïts i molt especialitzats, fa pensar que, a curt termini, l'ús d'aquests bolquers continuarà sent força minoritari.

Si tenim en compte les tarifes mitjanes o rangs de tarifes de les plantes de tractament de residus de Catalunya, en tots els casos el cost unitari de tractament

dels bolquers compostables destinats a compostatge passaria a ser menor que el dels bolquers convencionals destinats a tractaments finalistes o tractaments mecànic-biològics.

Fruit del present estudi es plantegen algunes incerteses que plantegen la necessitat de futures recerques, com són analitzar les prestacions d'aquests bolquers en l'àmbit domèstic en el que el temps màxim d'ús d'un bolquer és major que en una escola bressol (per exemple, el seu ús durant tota la nit) o analitzar altres marques de bolquer, tant pel que fa a les prestacions com al seu compostatge un cop han esdevingut residus.

Referències

Agència de Residus de Catalunya (2007) *Programa de gestió de residus municipals a Catalunya (2007 – 2012)*.

Departament d'Educació (2010). *Estadística de l'Educació. Sèries anuals 2000 – 2001, 2009 – 2010*. Generalitat de Catalunya.

EDANA (2008). *Sustainability Report 2007-2008. Absorbent Hygiene Products*, Brusel·les. Disponible a:
www.edana.org/documents_sections/edana_sustainability/SusReport_LV_final.pdf
[6 de febrer de 2009].

ENT (2009). *Viabilitat de la recollida i el tractament de bolquers d'un sol ús a Catalunya*. Estudi encarregat per l'Agència de Residus de Catalunya.
www.arc-cat.net/ca/publicacions/pdf/municipals/form/estudis/bolquers.pdf
[18 de maig de 2010].

Environment Agency (2004). *Time to change? An Environment Agency study of parental habits in the use of disposable and reusable nappies*. Environment Agency.

Garcia Taveria, M. (2002). *Ambientalització de l'Escola Infantil Tàndem: l'ús de bolquers reutilitzables*. Projecte de la Llicenciatura de Ciències Ambientals. Directora: Mariona Espinet Blanch, Universitat Autònoma de Barcelona.

Hakala, S., et al (1997). *Live-cycle assessment, comparison of biopolymer and traditional diaper system*, Technical Reserch Centre of Finland, Espoo.

Puig Ventosa, I., Calaf Forn, M. (2008). *Pañales reutilizables como estrategia de prevención de residuos*, Residuos. La revista técnica del medio ambiente. Marzo – Abril 103: 26-36.

Síndic de Greuges (2007). *L'escolarització de 0 a 3 anys a Catalunya (Informe extraordinari)*. Síndic. El defensor de les persones.

Annex 1. Tríptic informatiu de la prova pilot

DADES D'INTERÈS SOBRE ELS BOLQUERS I ELS RESIDUS MUNICIPALS

- Cada nadó utilitza uns 4.500 bolquers al llarg dels primers anys de vida.
- Els bolquers poden arribar a suposar el 3% del total de la brossa d'un municipi.
- La seva utilització genera molts impactes ambientals ja que per la seva composició no es poden reciclar sinó que han d'anar directament als abocadors, en el qual poden passar fins a 200 anys abans de degradar-se.

Algunes alternatives més sostenibles a l'ús dels bolquers convencionals són:

- Els bolquers reutilitzables.
- Els bolquers compostables.

UNA INICIATIVA PIONERA AL NOSTRE PAÍS

L'Ajuntament de Lliçà d'Amunt i l'Agència de Residus de Catalunya, amb la participació de la consultora ambiental ENT i la Universitat Autònoma de Barcelona, estan realitzant un estudi de viabilitat d'ús de bolquers compostables.

L'estudi inclou una fase de laboratori i una fase d'ús real dels bolquers i posterior compostatge controlat.

Finalment s'emetrà un informe sobre l'abast d'un ús generalitzat d'aquests bolquers a tot Catalunya.

Prova pilot

Ús de bolquers compostables a l'Escola Bressol Nova Espurna de Lliçà d'Amunt



El projecte inclou una prova pilot a l'Escola Bressol Nova Espurna.

Aquesta prova té un alt component innovador donat que la comercialització i utilització de bolquers compostables és encara molt incipient a Catalunya.

Els bolquers utilitzats són d'altíssima qualitat i es poden trobar en alguns establiments especialitzats.

L'octubre de 2010 s'inicia l'experiència.

Amb la col·laboració de:



Agència de Residus de Catalunya



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient i Habitatge



Ajuntament de Lliçà d'Amunt

Quins objectius té el projecte? - Donar a conèixer l'existència dels bolquers compostables. - Avaluar la viabilitat d'estendre'n el seu ús. Com funcionarà? Durant els 15 dies de durada de la prova pilot, els bolquers que s'utilitzin a l'escola seran compostables, excepte el bolquer que portaran posat abans de marxar. Quins beneficis ambientals tindrà? Durant aquests dies, s'utilitzaran prop de 100 bolquers compostables diaris que, en comptes d'anar a l'abocador, es portaran a una planta de compostatge per fer-ne compost. Això permetrà avaluar les possibilitats de tractar aquest residu a escala industrial. Els bolquers utilitzats compten amb diferents distintius que certifiquen la qualitat dels materials utilitzats tan a nivell ambiental com a nivell de prestacions per l'usuari.			
	Bolquer compostable	Bolquer convencional	
	Composició	- Capa exterior de material transpirable i biodegradable. - Material absorbent fet de substàncies naturals (per exemple, midó de blat de moro) amb poca quantitat de superabsorbent sintètic. - Celulosa sense blanquejar	- Capa exterior de plàstic. - Material absorbent sintètic (polímer superabsorbent). - Celulosa blanquejada. - Altres fibres sintètiques.
	Al·lèrgies	No conté perfums, plàstics ni blanquejadors químics que puguin produir irritacions o al·lèrgies de contacte.	Els materials sintètics, blanquejadors poden causar al·lèrgies.
	Tractament	Es pot reciclar juntament amb la fracció orgànica que generem a casa.	No es pot reciclar. Acaben a l'abocador.
	Cost	0,30 - 0,70 €/bolquer	0,15 - 0,24 €/bolquer
	Comercialització	Només disponible en botigues especialitzades	Disponible en establiments convencionals de compra diària.

Annex 2. Informe tècnic preliminar sobre compostatge de bolquers compostables a escala de laboratori

Informe tècnic preliminar sobre el compostatge de bolquers compostables a escala de laboratori

Grup de compostatge de residus sòlids orgànics.

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Autònoma de Barcelona.

Antecedents

En els sistemes de recollida selectiva de residus porta a porta, els resultats de la implantació d'aquest sistema són molt satisfactoris, obtenint-se una FORM (fracció orgànica de residus municipals) de qualitat molt alta, amb un percentatge d'impropis al voltant de l'1% i sempre inferior al 2%.

Una de les fraccions que actualment és considerada rebuig són els bolquers. Aquests materials poden suposar un percentatge important dins del flux global de residus (un 3% en el total de residus municipals), de forma que actualment s'estan estudiant vies de gestió alternatives per a aquest residu.

Una de les vies possibles plantejades en aquest informe preliminar és la substitució dels bolquers convencionals per bolquers compostables.

Proposta de treball

En el marc de la col·laboració entre l'empresa ENT Medi Ambient i Gestió (Serveis de Suport a la Gestió SL) i el Grup de Compostatge de residus sòlids orgànics de la UAB es porta a terme un estudi per tal de comprovar les possibilitats del cocompostatge de bolquers biodegradables i FORM. L'estudi s'inicia amb una part experimental que consta d'experiments de compostatge a petita escala amb bolquers i compost de FORM, obtenint per respirometria les dades reals de biodegradabilitat dels bolquers. Aquesta fase és realitzada essencialment pel Grup de Compostatge de residus sòlids orgànics de la UAB.

L'objecte d'aquest informe preliminar és donar els resultats d'aquestes proves respiromètriques a escala laboratori de cara a dissenyar i plantejar-se un futur experiment a escala real en alguna planta de compostatge de Catalunya..

Muntatge i seguiment experimental

Com a sistema de compostatge, es va utilitzar el respiròmetre que el Grup de Compostatge té als seus laboratoris de la UAB. Els experiments van tenir lloc entre l'1 de setembre i l'1 de novembre de 2009 i es va aprofitar la metodologia per a la determinació de l'IRD (Índex Respiromètric Dinàmic), que s'utilitza habitualment en residus ("Protocol per a la determinació de l'estabilitat biològica mitjançant l'Índex Respiromètric Dinàmic (IRD) en mostres de residus urbans orgànics"), per part de l'Agència de Residus de Catalunya.

Les úniques diferències respecte el test estàndard de determinació de l'IRD foren que:

- Es va utilitzar un volum superior de mostra (al voltant d'1 l) per poder introduir més quantitat de bolquer de forma que fos més significativa.
- Es va mesurar el CO₂ emès en lloc de l'oxigen consumit, com una mesura directa de la matèria orgànica biodegradada respecte la matèria orgànica inicial.

Com a cosubstrat per degradar els bolquers es va utilitzar compost de FORM estable (0.8 g O₂ per g de matèria orgànica i hora de valor d'IRD). Òbviament es van fer blancs corresponents amb el compost sol per veure el CO₂ que es produïa i el qual va ser restat de la producció total amb els experiments que contenien bolquers.

A la Imatge 1 es pot observar l'aspecte de muntatge experimental i a la Imatge 2 l'aspecte de les mesclres:



Imatge 1: Respiròmetre dinàmic utilitzat en les proves.



Imatge 2: Mescles de compost amb bolquers. A dalt: mescla estàndard. A baix: d'esquerra a dreta: duplicat de control de compost sol (2 mostres) i la resta són els duplicats amb bolquers biodegradables de les dues marques.

Resultats

Els experiments respiromètrics es van realitzar amb dues marques de bolquers biodegradables: WIONA BIOWINDEL i NATURE BABYCARE. A la Figura 1 es mostren els resultats obtinguts en l'emissió de CO₂ amb el control (compost sol) i la d'una de les marques (WIONA BIOWINDEL):

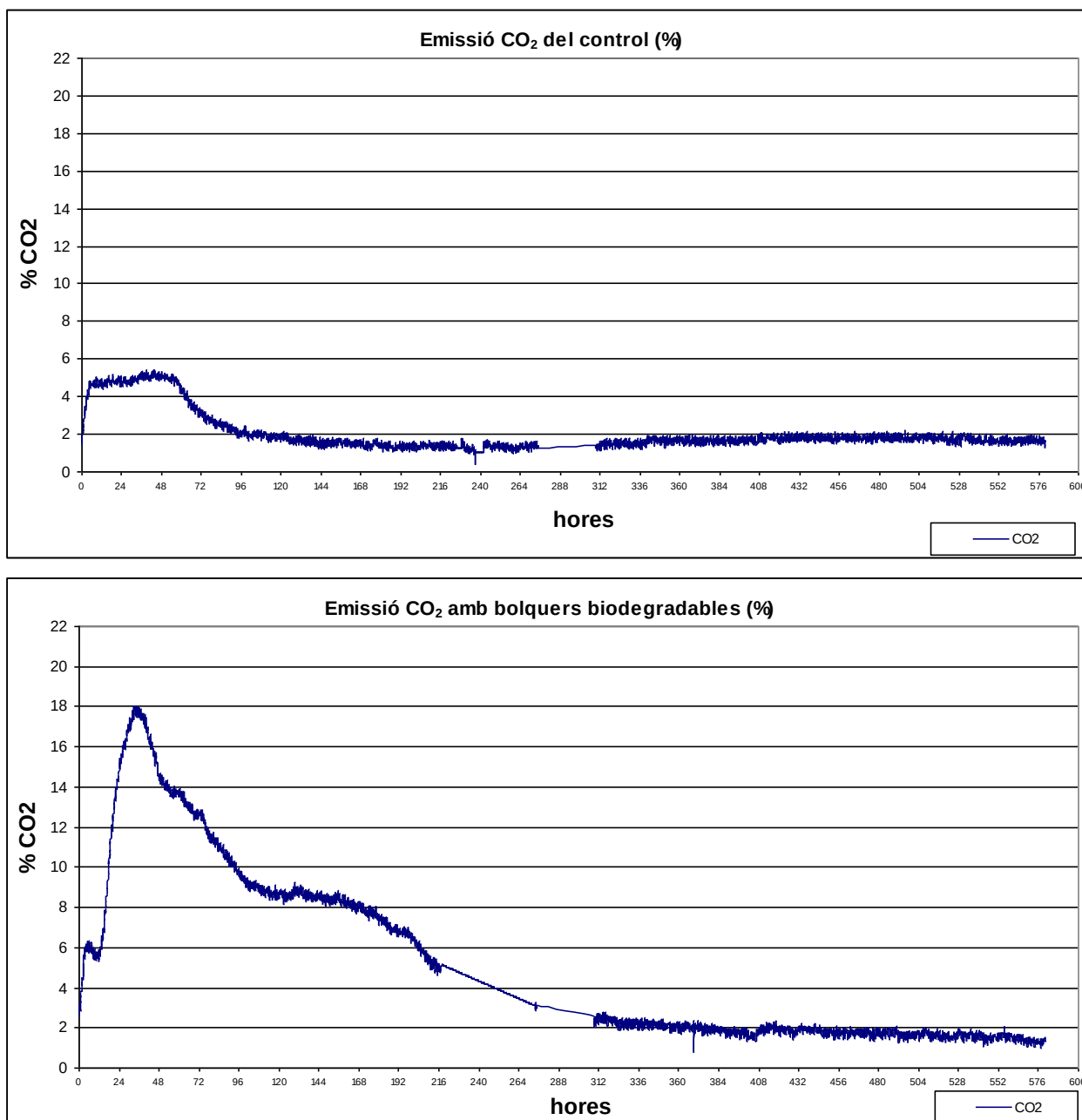


Figura 1: Emissió de CO₂ per al control (a dalt) i per a la mostra amb bolquers biodegradables (a sota).

Com es pot observar, les diferències d'emissió entre els experiments de control i els de bolquers biodegradables són molt grans, fet que evidencia l'elevada biodegradabilitat dels bolquers. Per tal de poder-la quantificar, s'han de conèixer els grams de C emesos en cada cas i fer les operacions corresponents restant les emissions del compost, per tal d'arribar a un percentatge de biodegradabilitat. El resum d'aquests càlculs es mostra a la Taula 1.

Taula 1: Percentatge de biodegradabilitat dels bolquets biodegradables.

Marca de bolquer	Grams de C emesos	Grams de C inicial	Relació C emès/C inicial	Biodegradabilitat (%)
WIONA BIOWINDEL	19.71	42.86	0.46	46
NATURE BABYCARE	19.38	42.86	0.45	45

Com es pot observar a la Taula 1, ambdues marques de bolquers biodegradables donen uns resultats prou bons de biodegradabilitat (propers al 50%), tenint en compte que el respiròmetre utilitat és un sistema estàtic i que treballa en condicions mesòfiles (37°C). A escala real, on el volteig mecànic és molt més agressiu i la FORM assoleix fàcilment el rang termòfil de temperatura, és d'esperar que es millori clarament la biodegradabilitat d'aquests bolquers.

Per últim, comentar que no s'han observat diferències significatives entre les dues marques provades.

Conclusions preliminars

Dels resultats continguts, es pot concloure que:

- Ambdues marques de bolquers presenten una elevada biodegradabilitat en condicions de laboratori, de l'ordre del 50%.
- És evident que en una prova a escala real, aquest percentatge de biodegradabilitat pot augmentar significativament per l'efecte del volteig mecànic i la temperatura.
- Es recomana fer la citada prova a escala real i comprovar que els bolquers biodegradables poden ser incorporats a la FORM sense cap problema, tal com s'establia inicialment en aquest projecte.

A Bellaterra, a 16 de novembre de 2009



Joan Colón Jordà
Antoni Sánchez Ferrer

Annex 3. Informe tècnic sobre el compostatge de bolquers compostables a escala real

Informe tècnic sobre el compostatge de bolquers compostables a escala real

Grup de compostatge de residus sòlids orgànics.

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Autònoma de Barcelona.

Antecedents

Els resultats de la implantació dels sistemes de recollida selectiva de residus porta a porta són molt satisfactoris, obtenint-se una FORM (fracció orgànica de residus municipals) de qualitat molt alta, amb un percentatge d'impropis al voltant de l'1% i sempre inferior al 2%.

Una de les fraccions que actualment és considerada rebuig són els bolquers. Aquests materials poden suposar un percentatge important dins del flux global de residus (el total de tèxtil sanitari és un 3% del total de residus municipals a Catalunya, segons el PROGEMIC), de forma que actualment s'estan estudiant vies de producció i gestió alternatives per a aquests materials.

Una de les vies possibles plantejades en aquest informe és la substitució dels bolquers convencionals per bolquers compostables. En aquest informe es presenten els resultats del compostatge a escala real de mostres de FORM amb bolquers compostables. En un informe anterior ("Informe tècnic preliminar sobre el compostatge de bolquers biodegradables a escala de laboratori") es van presentar els resultats a escala laboratori, que determinaven que per respirometria dinàmica aproximadament el 50% del bolquer era biodegradat, en condicions estàtiques i controlades de laboratori.

Proposta de treball

En el marc de la col·laboració entre ENT Medi Ambient i Gestió (Serveis de Suport a la Gestió S.L.) i el Grup de Compostatge de residus sòlids orgànics de la UAB es porta a terme un estudi per tal de comprovar les possibilitats del cocompostatge de bolquers infantils compostables i altres residus. L'estudi s'inicia amb una part experimental que consta

d'experiments de compostatge a petita escala i una prova final a escala real en les millors condicions obtingudes en les proves anteriors. Aquesta fase és realitzada essencialment pel Grup de Compostatge de Residus Sòlids Orgànics de la UAB.

L'objecte d'aquest informe és la presentació dels resultats obtinguts en el procés de cocompostatge de FORM i bolquers biodegradables a escala real, a la planta de compostatge de la Mancomunitat la Plana (Osona, Barcelona).

Sistema de compostatge

El sistema de compostatge utilitzat va ser el que la Mancomunitat la Plana realitza rutinàriament. Aquest es basa en una primera fase de descomposició en un mòdul estàtic airejat Agrotech i una segona fase de descomposició en piles voltejades (sense aeració forçada).

Donat que l'objectiu d'aquesta prova era comparar el procés de compostatge de FORM amb i sense bolquers, el procediment seguit fou el següent:

- Es parteix de FORM lliure de bolquers (provinent de recollida porta a porta).
- Es parteix de bolquers utilitzats compostables (recollits a l'Escola Bressol de Lliçà d'Amunt durant 11 dies lectius).
- S'omple mig mòdul de compostatge amb FORM sense bolquers (10.000 kg de material aproximadament) barrejada amb una proporció volumètrica de poda triturada 1:1, que actua com a agent estructurant.
- S'afegeixen els bolquers no triturats i es mesclen amb FORM en una proporció màssica del 3%, que es pot considerar lleugerament elevada en comparació amb la generació a Catalunya. Aquesta mescla és barrejada amb una proporció volumètrica de poda triturada 1:1, que actua com a agent estructurant, i que omple l'altra meitat del mòdul.
- Un cop complerta la fase de descomposició en el mòdul (unes 6 setmanes), les dues parts (amb i sense bolquers) es descarreguen separatament en dues piles diferenciades en les quals té lloc el procés de maduració amb voltejos periòdics (aproximadament un volteig setmanal, durant un període aproximat de 3 mesos).
- Finalment les dues piles són garbellades (a una grandària de 10 mm) i s'obtenen mostres de compost procedents del procés amb i sense bolquers.

Les proves es van realitzar entre el 26 d'octubre de 2010 i el 15 d'abril de 2011.

Seguiment experimental

Un cop muntats els sistemes de compostatge, per portar a terme el seguiment dels dos materials es determinaren els següents paràmetres:

- **Temperatura:** mesurada de forma contínua als mòduls (4 punts) i puntualment a les piles de maduració.
- **Índex respiromètric:** mesurat en diferents moments del procés (IRD).
- **Paràmetres analítics:** contingut en matèria orgànica total i humitat.

El seguiment puntual de la temperatura es va fer *in situ* a diferents punts de les piles voltejades. Es realitzaren diverses mesures i els resultats es presenten com un valor mitjà.

La resta de paràmetres s'analitzaren al laboratori de la UAB a partir d'una mostra representativa, obtinguda de diferents punts del material (un mínim de 4).

A banda dels paràmetres prèviament esmentats, dels materials finals també es van analitzar altres característiques. Al mateix temps, es van enviar mostres a un laboratori extern (LAF, APPLUS) per tal de realitzar una caracterització completa de contingut en metalls pesants i de microorganismes patògens.

A l' d'aquest informe es recullen algunes imatges de la prova realitzada.

Resultats

A) El procés de compostatge

A.1) Temperatura

A la Figura 1 es mostren els valors de temperatura assolits en la fase de descomposició en el mòdul Agrotech i la descomposició en piles voltejades.

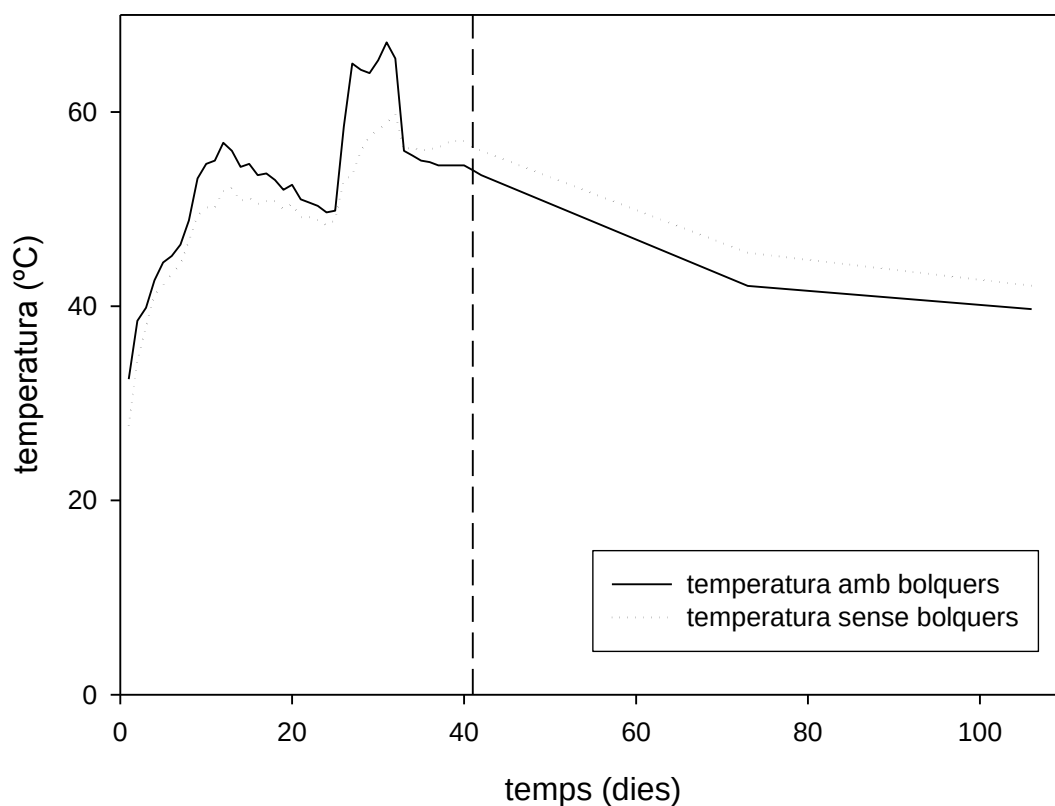


Figura 1: Evolució de la temperatura durant el procés de compostatge de FORM. La línia vertical discontinua separa la fase descomposició (procés amb aeració forçada) de la maduració (piles voltejades).

Com es pot observar, no existeixen diferències significatives entre els dos processos, ja que la proporció de bolquers és relativament petita respecte la FORM. En general, és evident que ambdós materials assoleixen els valors necessaris per a la higienització del material, i l'evolució global es pot considerar representativa d'un procés de compostatge de FORM estàndard, amb una primera fase de descomposició clarament termòfila i un descens significatiu de la temperatura quan el material es troba en la fase final de maduració. L'evolució de la temperatura queda també perfectament corroborada per l'evolució dels índexs respiromètrics, com es veurà més endavant.

A.2) Humitat i matèria orgànica

A la Figura 2 es mostra l'evolució durant tot el procés dels continguts en humitat i matèria orgànica total.

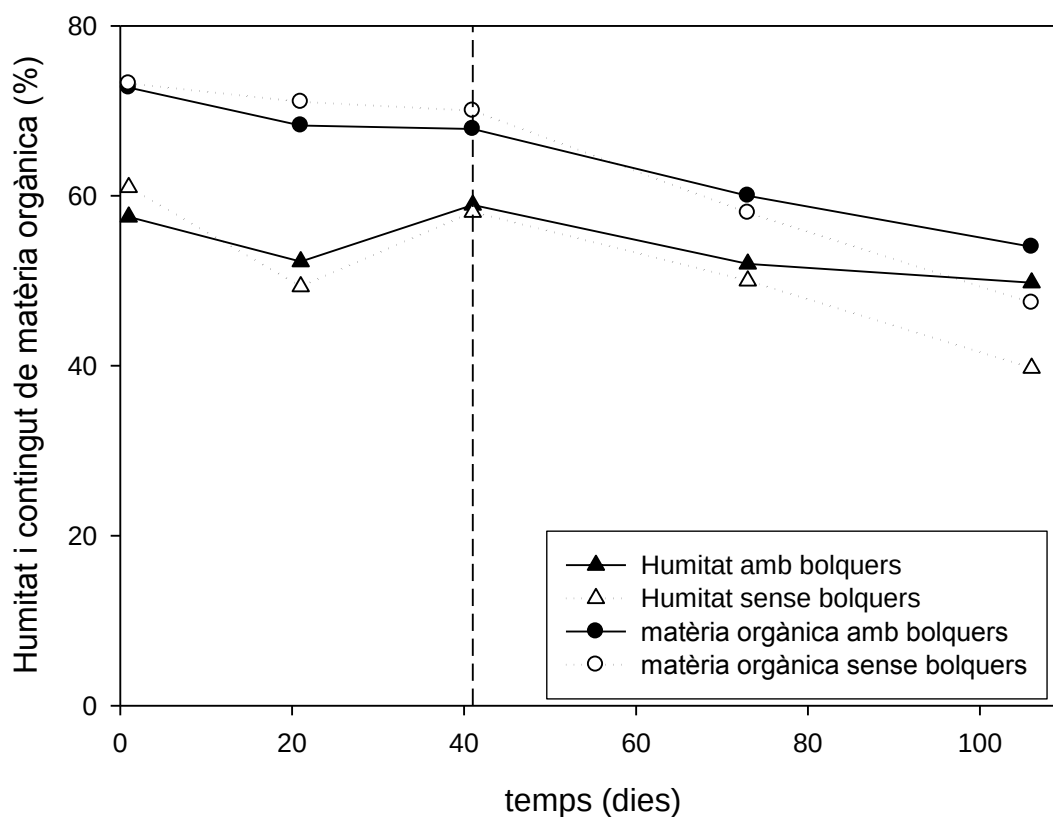


Figura 2: Evolucions dels continguts en matèria orgànica i humitat al llarg de tot el procés de compostatge. La línia discontinua vertical marca el final de la descomposició i l'inici de la maduració.

Les evolucions d'aquests dos paràmetres també poden considerar-se normals per a un procés típic de compostatge de FORM amb escasses diferències entre el tractament amb i sense bolquers. Per una banda, la humitat presenta una tendència descendent pròpia dels processos de compostatge que s'aguditza a la fase de maduració (que es realitza amb volteig mecànic), tot i que en cap cas es pot considerar que hi hagi limitació d'humitat per al procés. Per altra banda, el contingut en matèria orgànica presenta la típica disminució, que en alguns casos és major i en altres menor. Cal recordar l'error inherent que té aquesta mesura en els processos de compostatge, ja que el contingut de matèria orgànica es mira per calcinació, i per tant inclou tots aquells materials poc biodegradables en els temps típics que es donen en processos de compostatge a escala industrial (materials lignocel·lulòsics, presents en gran quantitat en el material estructurant).

A.3) Índex respiromètric

A la Figura 3 es presenta l'evolució de l'índex respiromètric dinàmic (IRD) durant el procés complet de compostatge.

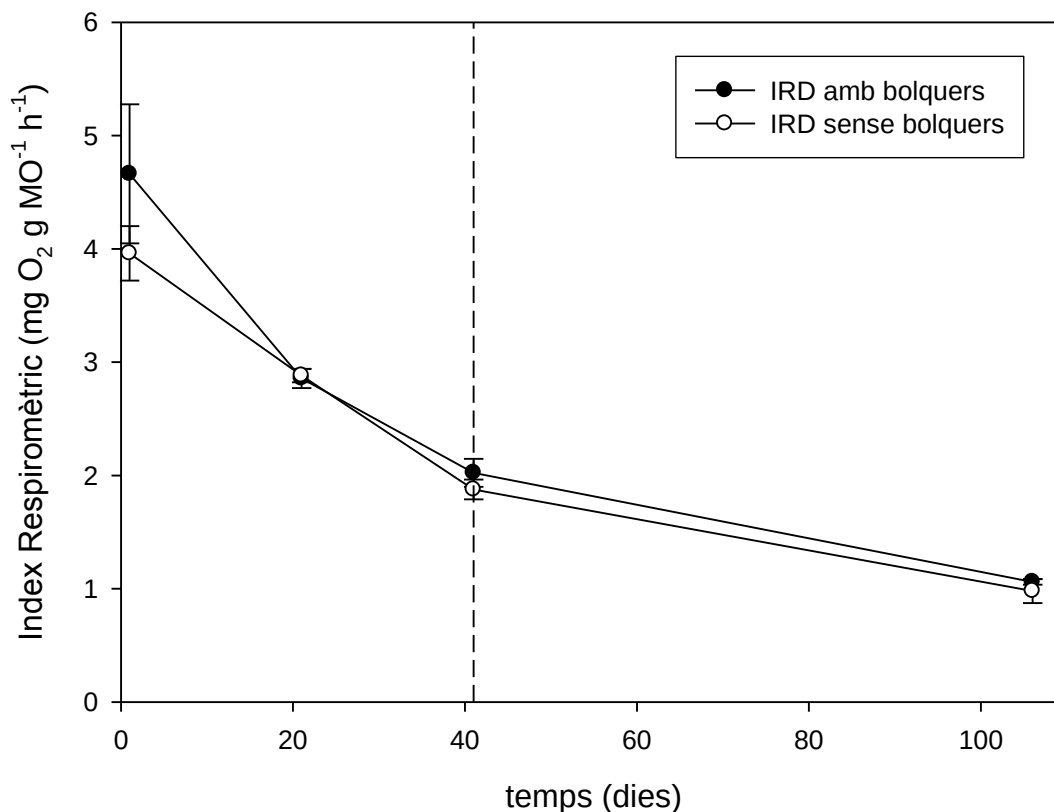


Figura 3: Evolucions de l'índex respiromètric al llarg de tot el procés de compostatge. La línia discontinua vertical marca el final de la descomposició i l'inici de la maduració.

L'IRD és una mesura directa de l'activitat respiratòria dels microorganismes presents en el material. En aquest sentit, es pot observar que les diferències entre els dos tractaments (amb i sense bolquers) són mínimes, cosa que corrobora les evolucions semblants de temperatura i el funcionament similar de les dues piles.

Per altra banda, l'evolució de l'IRD és típica d'un procés correcte de compostatge de FORM. Es parteix inicialment d'un material molt actiu (IRD al voltant de 4-5 mg O₂ per g de matèria orgànica i per hora), que baixa ràpidament a la fase de descomposició activa (fins aproximadament 2 mg O₂ per g de matèria orgànica i per hora) i més lentament a la fase de maduració, en la que les fraccions més làbils de matèria orgànica ja s'han exhaurit. El valor final, proper a 1 mg O₂ per g de matèria orgànica i per hora, demostra que el material final ha

estat correctament estabilitzat, d'acord amb els estàndards del nostre Grup i altres de caire internacional.

B) Qualitat del compost final

A la Taula 1 es mostren amb detall totes les propietats dels dos materials finals, obtinguts després de garbellar les piles de maduració. Cap dels dos materials garbellats presentava evidències de materials impropis, tot i que el material recirculat de la prova amb bolquers (la part que no travessava el garbell) sí que tenia algunes parts de bolquers no degradats, com es comentarà posteriorment.

Taula 1: Caracterització dels materials finals.

	Compost sense bolquers	Compost amb bolquers	Legislació espanyola (classe A)
Matèria seca (% en base humida)	60,28	50,23	60-70
Matèria orgànica (% en base seca)	47,37	54,09	>35
pH (1:5 w:v)	7,86	8,06	-
Conductivitat elèctrica (1:5 w:v, mS/cm)	3,51	2,76	-
N total (N Kjeldahl, % en base seca)	2,31	2,10	-
C/N	11,64	14,62	<20
Índex respiromètric (mg O ₂ g ⁻¹ MO h ⁻¹)	0,98	1,06	-
Densitat (kg/L)	0,38	0,40	-
Porositat (%)	60	58	-
<i>E. coli</i> (UFC/g)	40	370	<1000
<i>Salmonella</i> (presència/absència en 25 g)	Absència	Absència	Absència
Níquel (mg/kg, en base seca)	21	8	25
Plom (mg/kg, en base seca)	49	12	45
Coure (mg/kg, en base seca)	56	31	70
Zinc (mg/kg, en base seca)	176	120	200
Mercuri (mg/kg, en base seca)	0,06	0,08	0,4
Cadmi (mg/kg, en base seca)	0,3	0,2	0,7
Crom (mg/kg, en base seca)	15	14	70
Crom VI (mg/kg, en base seca)	<0,50 (absència)	<0,50 (absència)	<0,50

A la Taula 2 es presenten alguns dels valors de referència del *Real Decreto 824/2005*, que regula l'ús de fertilitzants a Espanya, tot i que la informació que es dona en aquest Decret és, al nostre entendre, molt limitada:

Taula 2: Valors definits al *Real Decreto 824/2005*.

Paràmetre	Valor límit		
Humitat (%)	30-40		
Matèria orgànica (% base seca)	>35		
Relació C/N	<20		
<i>E. coli</i> (UFC/g)	<1000		
<i>Salmonella</i> (Presència/Absència en 25 g)	Absència		
Crom (ppm, base seca) Classes A/B/C	70	250	300
Níquel (ppm, base seca) Classes A/B/C	25	90	100
Paràmetre	Valor límit		
Plom (ppm, base seca) Classes A/B/C	45	150	200
Coure (ppm, base seca) Classes A/B/C	70	300	400
Zinc (ppm, base seca) Classes A/B/C	200	500	1000
Mercuri (ppm, base seca) Classes A/B/C	0,4	1,5	2,5
Cadmi (ppm, base seca) Classes A/B/C	0,7	2	3
Crom hexavalent (ppm) Classes A/B/C	0	0	0

Les conclusions generals que es poden extreure dels valors de la Taula 1 demostren que ambdós productes estan higienitzats, estabilitzats i són de gran qualitat. Al mateix temps, les diferències entre tots dos materials són relativament baixes.

A nivell més concret:

- Les **propietats generals** són adequades per a un compost, amb un elevat contingut en matèria orgànica i una certa presència de nitrogen total. Les relacions C/N també són correctes per a un compost final. La resta de propietats també són relativament normals per a un compost de FORM, tot i que en algun cas el valor de la humitat és massa alt.
- Quant a l'**estabilitat**, aquesta està d'acord amb el perfil de l'índex respiromètric obtingut durant el procés i que es mostrava a la Figura 3. Els valors finals corresponen a un compost estable, al voltant dels valors recomanats per a aquest material.
- La **higienització**, en ambdós casos, ha estat molt efectiva, no detectant-se nivells significatius de cap dels microorganismes patògens proposats a la legislació. Els nivells de temperatura assolits i els voltejos realitzats són adequats per assegurar que es tracta d'un compost plenament higienitzat. Tanmateix, és important destacar que el patògen *E. coli*, tot i estar dins dels nivells del compost A, és gairebé 10 cops més alt en el cas del compost amb bolquers. Una possible explicació podria ser la presència inicial del patògen en els bolquers, tot i que les elevades temperatures assolides semblen contradir-ho. També es podria suggerir com a hipòtesi que el

material amb bolquers sigui més propens a patir fenòmens de recolonització, tot i que la confirmació d'aquest fet implicaria la realització d'un estudi més sistemàtic.

- Per últim, i en relació a la presència de **metalls pesants**, queda clar que els nivells detectats a tots dos materials són baixos. En concret, tots dos entrarien en la classe A definida al Real Decreto 824/2005, que és la base de la legislació espanyola de fertilitzants. L'única excepció seria el cas del plom per al compost sense bolquers, presència per a la qual no es té una explicació raonable i sembla més una casualitat donats els valors detectats en altres anàlisis.
- En referència a aquest punt dels metalls pesants, es vol recordar que en un estudi previ comparatiu de compost produït a partir de FORM i de FORM amb bolquers no compostables es van detectar nivells superiors de **zinc** en el cas del compost fet amb bolquers.⁹ En aquest cas no s'ha produït aquest fenomen. Una possible hipòtesi d'aquest fet podria ser la procedència dels bolquers, que en el present estudi només s'han utilitzat de dia a una escola bressol i que, en conseqüència, podrien tenir una presència inferior del zinc que s'utilitza en les cremes per a nadons degut al seu efecte fungicida o, simplement, que els hàbits de l'escola bressol quant a aquests productes siguin diferents que els utilitzats als domicilis. Òbviament, també és possible atribuir aquest fenomen a la pròpia variabilitat i l'error inherent del mostreig de processos de compostatge a escala real.

C) Balanç màssic de bolquers no degradats

Donades les evidències que es tenien de que certes parts dels bolquers no s'havien degradat (veure Imatges 5 i 6 de l'Annex I) es va intentar realitzar un balanç màssic en el garbellat final del compost amb bolquers per veure si aquests materials corresponien a una part significativa dels materials inicials.

Els resultats obtinguts no foren concluent ja que no es podia conèixer amb exactitud la quantitat de bolquers no degradats en el total de material garbellat i, a més, aquest bolquers havien incorporat part del compost i l'agent estructurant, de forma que es seu pes podia no ser representatiu. Tanmateix, i visualment, aquesta quantitat era petita, i és de suposar que aquests bolquers no biodegradats es deteriorarien fàcilment al ser reintroduïts al procés següent de compostatge de FORM. Part dels bolquers degradats queden incorporats al compost final donant-li un color blanquinós (veure imatge 7 de l'Annex I).

Conclusions finals

Dels resultats continguts, es pot concloure que:

⁹ Ent Medi Ambient i Gestió – Grup de compostatge UAB. “Viabilitat de la recollida i el tractament de bolquers d'un sol ús a Catalunya”, 2009.

1. El procés de compostatge de FORM amb bolquers compostables segueix les evolucions normals en tots els paràmetres estudiats.
2. La qualitat del compost produït és molt elevada, com correspon a una FORM d'alta qualitat. El compost presenta uns valors d'estabilitat totalment adequats, com ja es veia en l'evolució de l'índex respiromètric que es presentava a la Figura 3.
3. Respecte la presència de microorganismes patògens, ambdós materials es troben higienitzats, sense presència destacable de patògens típics, com correspon a les evolucions de temperatura observades (Figura 1). Tanmateix, cal tenir en compte la possible recolonització del material final quan els períodes d'emmagatzematge són llargs.
4. Respecte la presència de metalls pesants, els dos materials finals presenten un contingut baix. Sobta que la quantitat d'alguns metalls (especialment el plom, que excedeix el límit del Compost Classe A, però també en el cas del níquel, el coure i el zinc) sigui més alta en el compost sense bolquers. Tot i que es poden donar diverses hipòtesis sobre aquestes diferències, i d'acord amb la nostra experiència, no semblen raons atribuïbles a la presència o no de bolquers sinó que probablement es degui a un error de presa de mostra o d'anàlisi, que per altra banda és inherent al mostreig del compost a escala real. En aquest sentit, es poden consultar les conclusions de l'estudi previ "Viabilitat de la recollida i el tractament de bolquers d'un sol ús a Catalunya" de l'any 2009 on s'arribava a conclusions semblants sobre aquest punt.
5. Finalment, existeixen alguns bolquers sencers que no s'han biodegradat en el compost final. Tanmateix, i tot i que no s'han pogut quantificar amb exactitud, visualment es tractava d'una quantitat molt petita que, a més a més, es degradaria fàcilment si es tornés a introduir al procés. Tanmateix, en aquelles plantes de compostatge on es realitzi un volteig mecànic en la formació de la pila, és evident que això afavoriria dràsticament el deteriorament del bolquer i, per tant, acceleraria la seva biodegradació posterior.

A Bellaterra, a 28 d'abril de 2011

Joan Colón
Antoni Sánchez

Grup de compostatge de residus sòlids orgànics.

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Autònoma de Barcelona.

Annex 4. Imatges del les proves de compostatge a escala real

Figura 8. Composició i muntatge de les piles



Figura 9. Material inicial



Figura 10. Desmuntatge de les piles



Figura 11. Material final (amb bolquers)



Figura 12. Detall del material final (amb bolquers)



Figura 13. Detall del material final (amb bolquers)



Figura 14. Detall del compost final garbellat (amb bolquers)

