

Impactes de l'ús de la bossa compostable en la gestió de la FORM.



Projecte Singular d'Interès General sol·licitat per l'*Ajuntament de Malla* i coordinat i realitzat per l'*Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Porta a Porta*, amb la col·laboració del *Grup de compostatge de residus sòlids orgànics* del *Departament d'Enginyeria Química de la Universitat Autònoma de Barcelona*

Juliol 2010



Impactes de l'ús de la bossa compostable en la gestió de la FORM.



Ajuntament
de Malla

www.portaaporta.cat

L'elaboració de l'Estudi IMPACTES DE L'ÚS DE LA BOSSA COMPOSTABLE EN LA GESTIÓ DE LA FORM ha estat possible gràcies al suport econòmic de l'Agència de Residus de Catalunya.



Agència de
Residus de
Catalunya



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge

L'elaboració de l'Estudi IMPACTES DE L'ÚS DE LA BOSSA COMPOSTABLE EN LA GESTIÓ DE LA FORM també ha comptat amb la col·laboració material de l'empresa Saplex S.A.



Impactes de l'ús de la bossa compostable en la gestió de la FORM.

Patricia Martín Gascon

Juliol 2010.

Edita: Associació de Municipis Catalans per a la recollida selectiva porta a porta

Projecte Singular d'Interès General sol·licitat per l'Ajuntament de Malla i coordinat i realitzat per l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Porta a Porta, amb la col·laboració del Grup de compostatge de residus sòlids orgànics del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Actuació subvencionada per l'Agència de Residus de Catalunya i que ha comptat amb la col·laboració material de l'empresa Saplex S.A.

Agraïments a:

Toni Sánchez, Joan Colón i Belén Puyuelo, del Grup de compostatge de residus sòlids orgànics del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat Autònoma de Barcelona, per l'Elaboració de l'Estudi "Determinació de l'eficiència dels cubells airejats en la recollida de la Fracció Orgànica de Residus Municipals".

Ajuntament d'Artesa de Lleida i al seu Alcalde, Ricard Pons, per el suport donat per a la realització de la prova a escala real, i a *Marc Olomí*, per la coordinació d'aquesta prova.

Ajuntament de Miravet i al seu Alcalde, Antoni Borrell, per el suport donat per a la realització de la prova a escala real i a *Toni Melich*, per la coordinació d'aquesta prova.

Ajuntament de Sant Antoni de Vilamajor, a Pere Vicente i Verònica Vidal, regidor i tècnica de medi ambient, per el suport donat per a la realització de la prova a escala real, i a *Marc Vicente*, per la coordinació d'aquesta prova.

Ajuntament de Vilajuïga i a Eric Torres, tècnic de medi ambient, per el suport donat per a la realització de la prova a escala real, i a *Eric Màrquez*, per la coordinació d'aquesta prova.

A les *100 famílies* dels 4 municipis que han participat en la realització de la prova a escala real.

Francesc Giró, de l'Agència de Residus de Catalunya, per orientar-nos en l'obtenció de dades i el seu tractament, i aportar algunes contribucions als capítols 2 i 3 d'aquest estudi.

Montse Cruz, Comissionat de l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Porta a Porta, per les tasques de coordinació general de l'estudi i d'una forma específica de les proves a escala laboratori i a escala real.

ÍNDIX

INTRODUCCIÓ	9
1. CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES DE LA FORM	11
2. CONSIDERACIONS PRÀCTIQUES DE LA GESTIÓ DE LA FORM	15
3. ANTECEDENTS HISTÒRICS DE LA GESTIÓ DE LA FORM A CATALUNYA	25
4. RELACIÓ ENTRE L'ÚS DE BOSSES COMPOSTABLES I LA QUALITAT DE LA FORM. REPERCUSSIÓ EN EL SEU TRACTAMENT	31
5. LA BOSSA COMPOSTABLE I EL RETORN DELS CÀNONS	37
5.1. El retorn dels cànons	37
5.2. La bossa compostable i el retorn dels cànons	39
5.3. El sistema airejat i el retorn dels cànons	41
6. EL SISTEMA AIREJAT	49
6.1. Introducció	49
6.2. Recull bibliogràfic	50
6.3. Determinació de l'eficiència dels cubells airejats en la recollida de la fracció orgànica dels residus municipals	57
6.3.1. Estudis a escala laboratori (assaig quantitatiu)	59
6.3.2. Estudis a escala real a diferents municipis (assaig qualitatiu)	63
7. CONCLUSIONS	65
8. BIBLIOGRAFIA	67
9. ANNEXOS	69
9.1. Informe UAB	70

Índex de Taules

Taula 1.1	Característiques bàsiques de la FORM.	11
Taula 1.2	Incidència de diversos components de la FORM en la contribució d'aigua a la FORM, el potencial de generació de males olors o la presència d'elements punxants.	14
Taula 2.1	Característiques comparades de diverses bosses comercialitzades per a la recollida selectiva de FORM.	22
Taula 2.2	Avantatges i desavantatges de l'ús de bosses de plàstic convencional, bosses de plàstic compostable i bosses de paper per a la recollida selectiva de la FORM.	24
Taula 4.1	Evolució de la mitjana dels % de Bosses de plàstic i dels % Total d'Impropis a les caracteritzacions de FORM, en el període 2006-2009.	32
Taula 4.2	Evolució de la mitjana dels % de Bosses de plàstic en funció de l'ús de la bossa compostable, en el període 2006-2009.	32
Taula 4.3	Mitjana dels % Total d'Impropis en funció del sistema de recollida de la FORM (PAP o no PAP) i l'ús de la bossa compostable (ús obligatori, ús recomanat, ús ni obligatori ni recomanat). Dades període 2009.	34
Taula 5.1	Coefficients de correcció segons el tipus de municipi.	37
Taula 5.2	Coefficients de correcció segons el percentatge d'impropis.	38
Taula 5.3	Valors de retorn de cànon en concepte de la recollida de FORM en funció de la combinació dels coeficients de correcció (Tipologia de municipi i Percentatge d'impropis).	38
Taula 5.4	Valors totals de retorns de cànon (tractament de FORM + recollida de FORM) en funció de la combinació dels coeficients de correcció (Tipologia de municipi i Percentatge d'impropis).	38
Taula 5.5	Diferència de retorn dels cànon segons el percentatge d'impropis de la FORM.	40
Taula 5.6	Tarifa mitjana de tractament de la FORM 2010 a Catalunya en funció del % d'impureses (euros/tona).	42
Taula 5.7	Mitjana de la ràtio de generació de residus municipals, de la quantitat de FORM recollida selectivament i del percentatge de captació de la FORM, pels municipis que recullen els residus porta a porta i pels que ho fan en contenidors.	43
Taula 5.8	Balanç econòmic sense augment de la participació ciutadana en la separació de la FORM pels municipis amb recollida porta a porta.	43
Taula 5.9	Percentatge de captació per assolir un balanç econòmic neutre pels municipis amb recollida porta a porta.	44
Taula 5.10	Balanç econòmic neutre amb increment de la participació dels ciutadans en la separació de la FORM pels municipis amb recollida porta a porta.	44
Taula 5.11	Factors de correcció de la FORM recollida i tractada pels municipis amb recollida porta a porta.	45
Taula 5.12	Balanç econòmic sense augment de la participació ciutadana en la separació de la FORM pels municipis amb recollida en contenidors.	45
Taula 5.13	Percentatge de captació per assolir un balanç econòmic neutre pels municipis amb recollida en contenidors.	46
Taula 5.14	Balanç econòmic neutre amb increment de la participació dels ciutadans en la separació de la FORM pels municipis amb en contenidors.	46
Taula 5.15	Factors de correcció de la FORM recollida i tractada pels municipis amb recollida en contenidors.	46
Taula 5.16	Estalvi en el cost de tractament al implantar el sistema airejat (sense considerar increment de participació) segons el percentatge d'impropis de la FORM.	48
Taula 6.1	Recull bibliogràfic sobre estudis precedents sobre el "sistema ventilat".	50
Taula 6.2	Pèrdues de pes de la FORM al tercer dia d'emmagatzematge.	52
Taula 6.3	Resum del recull bibliogràfic sobre el sistema airejat.	54
Taula 6.4	Característiques nominals de les bosses utilitzades en els assaigs.	57
Taula 6.5	Característiques dels cubells utilitzats en els assaigs.	58
Taula 6.6	Transmissió del vapor d'aigua del Mater-Bi i el polietilè.	61
Taula 6.7	Nombre de descàrregues de la FORM sistema tradicional versus sistema airejat.	61
Taula 6.8	Percentatge de recollida selectiva total, en base a la recollida de FORM (sistema tradicional versus sistema airejat).	62

Índex d'Imatges

Imatge 1.1	FORM amb diferents nivells d'impropis.	12
Imatge 2.1	Diferents modalitats de la recollida selectiva de la FORM.	16
Imatge 2.2	Diferents opcions de separació i emmagatzematge de la FORM a la cuina.	17
Imatge 2.3	Diferents opcions de descàrrega de la FORM en contenidors (al carrer o per a comerços).	18
Imatge 2.4	Capacitat de transparència de diverses bosses per a la recollida selectiva de la FORM.	23
Imatge 3.1	Bosses de paper per a la recollida selectiva de la FORM.	25
Imatge 3.2	Bosses de plàstic compostables per a la recollida selectiva de la FORM.	26
Imatge 3.3	Primeres descàrregues de FORM a la planta de compostatge d'Artesa de Lleida i de Torrelles de Llobregat.	26
Imatge 3.4	Cubells i bosses (de paper i plàstic compostable) utilitzades en les primeres implantacions de la recollida selectiva de la FORM.	27
Imatge 6.1	Contenedor airejat al carrer (Estudi 4).	51
Imatge 6.2	Cubell airejat sense laterals.	51
Imatge 6.3	Cubells airejats de la bibliografia.	53
Imatge 6.4	Cubell airejat (esquerra) i no airejat (dreta) utilitzats en els assaigs.	58

Índex de Gràfics

Gràfic 4.1	Relació entre el % Bosses de plàstic (no compostables) i el % Total d'Impropis, en funció de l'ús de bosses compostables (ús obligatori, ús recomanat, ús ni obligatori ni recomanat). Dades període 2006-2009.	33
Gràfic 4.2	Relació entre el % Bosses de plàstic (no compostables) i el % Total d'Impropis, en funció de l'ús de bosses compostables (ús obligatori, ús recomanat, ús ni obligatori ni recomanat), acotat als rangs 0-15 % Total Impropis i 0-5 % Bosses de plàstic. Dades període 2006-2009.	33
Gràfic 6.1	Pèrdua de pes de la FORM del sistema ventilat (cubell airejat i bossa compostable Mater-Bi) al llarg de 4 dies amb FORM procedent de recollida porta a porta.	60
Gràfic 6.2	Pèrdua de pes de la FORM del sistema ventilat (cubell airejat i bossa compostable Mater-Bi) al llarg de 7 dies amb FORM generada al mateix moment i reconstituïda.	60

INTRODUCCIÓ

La fracció orgànica dels residus municipals (FORM) esdevé la fracció més important d'aquests residus, ja que representa aproximadament un 36% del pes total d'aquests i resulta la fracció més inestable, degut al seu alt contingut en aigua (al voltant del 80% en pes) i en matèria orgànica (75-85%).

La presència de matèria orgànica en els residus que van a tractaments finalistes pot causar diversos problemes, com la generació de males olors, de lixiviats, d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, l'embrutiment dels materials reciclables, etc. En canvi, una recollida selectiva en origen de qualitat de la matèria orgànica permet obtenir biogàs aprofitable energèticament i/o bé un compost de molt bona qualitat per utilitzar com adob orgànic per a l'agricultura i la jardineria, evitant així els problemes associats a la presència d'aquesta matèria orgànica als residus municipals quan són destinats als tractaments finalistes.

Un dels principals problemes que es troben a les plantes de tractament a l'hora de gestionar la FORM són els impropis que aquesta pugui contenir. La presència d'aquests dificulta la seva gestió, malmet la qualitat de la matèria orgànica i incrementa els costos del seu tractament.

La utilització de la bossa compostable en la recollida selectiva de la FORM permet reduir els costos de tractament, ja que, en no caldre retirar les bosses de plàstic del material ja sigui abans o després del compostatge, permet gestionar-la en plantes de tractament de tecnologia més senzilla.

A més, l'ús de les bosses compostables, junt amb els cubells airejats, presenten una sèrie d'avantatges com la reducció de la massa d'aigua en la FORM, per transpiració del líquid contingut en la matèria orgànica en forma de vapor d'aigua, pel que s'evita la aparició i acumulació de lixiviats, les males olors generades i es redueix el pes dels residus que han d'anar a les plantes de tractament. Tot això, es tradueix en un clar benefici ambiental i econòmic.

Per aquest motiu, des de l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Selectiva Porta a Porta, a través de l'Ajuntament de Malla, s'ha volgut sol·licitar una subvenció a l'Agència de Residus de Catalunya per a finançar un projecte singular d'interès general que tractés en profunditat i avalués l'impacte beneficiós de l'ús de les bosses compostables en la gestió de la FORM i els avantatges del seu ús junt amb els cubells airejats, tot valorant l'efecte minimitzador dels residus.

L'Ajuntament de Malla, municipi integrat dins la Mancomunitat la Plana, va iniciar la recollida selectiva de la fracció orgànica el juny de 2006. En el municipi es realitza la recollida selectiva porta a porta adaptat a les característiques pròpies del municipi.

En els darrers anys s'ha posat en evidència que la recollida selectiva porta a porta és el sistema amb el que s'obté més quantitat de recollida selectiva i de millor qualitat, ja que es fa coresponsable al ciutadà dels residus que genera i promou la recollida selectiva en origen amb el que es redueix molt la quantitat d'impropis.

L'interès principal del municipi de Malla en aquest estudi, rau en continuar mantenint i millorant la recollida selectiva de la FORM, en quantitat i qualitat, reforçant la importància de l'ús de les bosses compostables en la seva gestió i donant a conèixer els beneficis de l'ús conjunt de la bossa compostable amb el cubell airejat, incidint en la transició del cubell tradicional a l'airejat. Per tant, aquest estudi és totalment extrapolable a tot tipus de municipis i es considera que incidirà en una clara millora en la gestió de la FORM a Catalunya tant a nivell quantitatiu com qualitatiu.

D'aquesta manera, des de l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Selectiva Porta a Porta, juntament amb l'Ajuntament de Malla i amb el suport econòmic de l'Agència de Residus de Catalunya es presenta aquest estudi on s'ha comptabilitzat quina és la reducció de massa per transpiració d'aigua promoguda per la bossa compostable i el cubell airejat i s'ha valorat l'efecte minimitzador de residus, avaluant el benefici ambiental i econòmic que representa, amb l'objectiu de potenciar i difondre el seu ús a totes les realitats del territori català, amb independència del sistema de recollida emprat.

1. CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES DE LA FORM

La Fracció Orgànica dels Residus Municipals (FORM) està constituïda fonamentalment per les restes de menjar i de preparació del menjar, tant d'origen vegetal com animal, i també de restes vegetals de petites dimensions, que són objecte de recollida selectiva amb la finalitat de ser tractades biològicament mitjançant compostatge o digestió anaeròbia.

Segons el darrer estudi de composició dels residus municipals efectuat a Catalunya l'any 2004-2005 i utilitzat com a document base per a la redacció del PROGEMIC 2007-2012, la FORM juntament amb els residus vegetals representen el 36 % (32% i 4% respectivament) en pes dels residus municipals, la proporció quantitativament més important d'aquests residus; si a més a més es considera el paper-cartró (18%) i altres fraccions d'origen biogènic de proporció menor (tèxtil d'origen natural -cotó, llí, llana, seda, cuir, cànem, espart, etc.- i d'altres) es constata que la presència de residus biodegradables (> 54%) és clarament la majoritària.

Les característiques particulars de la FORM (alta densitat, una humitat al voltant del 80%, alta fermentabilitat de la matèria orgànica) fan que la seva recollida, a diferència d'altres fraccions dels residus municipals, requereixi una atenció especial. A la taula 1.1 s'esmenten algunes de les característiques bàsiques de la FORM.

Taula 1.1. Característiques bàsiques de la FORM.

Humitat	Alta (75% a 85%)
Matèria Orgànica	75% a 85%
Nitrogen Orgànic	2,5%
Relació C/N	17
Densitat	0,5 a 0,6 T/m ³

Font: ARC

D'altra banda, els residus orgànics destinats a la FORM no són uniformes, ni en tipologia ni en composició, i estan subjectes als hàbits alimentaris i als canvis estacionals. Els canvis produïts en la composició dels materials també comporten variacions en la densitat i el grau d'humitat de la FORM.

A més a més, la recollida selectiva de la FORM, ben entesa, hauria de tenir un baix nivell de contaminació¹ (preferiblement menys d'un 1-2 % d'impropis, expressat en pes). Així, si el nivell d'impropis és suficientment baix (elevat grau de puresa de la FORM), circumstància que sol coincidir gairebé sempre amb l'ús generalitzat de bosses compostables, s'assegura l'obtenció d'un compost d'alta qualitat.

Quan el nivell d'impropis de la FORM traspasa (5-10 %) o fins i tot supera en molt (10-20 %) aquest valor de referència del 2 % -que hauria de ser considerat com a objectiu desitjable- no només es deteriora la qualitat de la FORM per

¹ El PROGEMIC 2007-2012 estableix, entre d'altres objectius quantitius, l'assoliment d'un 55% de valorització material total de matèria orgànica i un nivell d'impropis en la recollida selectiva de la matèria orgànica inferior al 15%.

transferència de contaminants diversos, perceptibles (vidres, plàstics, etc.) o no (metalls pesants), sinó que s'esdevenen dificultats addicionals per al tractament de la pròpia FORM², que finalment es tradueixen en un empitjorament de la qualitat del compost. (Huerta, O. et al., 2010). A la imatge 1.1 es mostren fotografies de FORM amb diferents nivells d'impropis.

Imatge 1.1. FORM amb diferents nivells d'impropis.



Font:SDR-ARC

² Ens referim a la necessitat de majors inversions en equipament específic per a la separació d'impropis, a un major cost de gestió de la FORM, a l'ocupació d'espai a les instal·lacions i, en conseqüència, a la reducció de la capacitat de tractament i/o reducció de la durada dels processos biològics, a un major desgast d'equipaments i maquinària, etc.

Com es pot apreciar a la imatge 1.1, la primera impressió d'una FORM es pot veure fàcilment distorsionada si la bossa utilitzada no és compostable³, ja que les bosses estàndard⁴ -no compostables-, en ser generalment opaques, emmascaren el contingut del seu interior; tant es pot afirmar que una FORM recollida amb bosses estàndard no necessàriament ha de contenir molts impropis (imatge 1.1 b), com que una FORM recollida majoritàriament mitjançant bosses compostables gairebé sempre conté un molt baix nivell d'impropis (imatge 1.1 a).

Probablement un dels trets característics més significatius de la FORM és la seva densitat, que en part li ve donada per la morfologia dels residus que la componen i per l'alt grau d'humitat d'aquests. Aquest paràmetre, de gran transcendència per a la gestió de la FORM, incideix en aspectes tant importants com: la capacitat dels receptacles (cubells, contenidors) que han d'emmagatzemar transitòriament aquests residus, la capacitat i característiques dels vehicles recol·lectors de FORM, el disseny de les plantes de tractament de FORM (superfície necessària, requeriments d'aportació de residus vegetals triturats per a les barreges amb la FORM), etc.

Justament per aquest motiu, és important tenir present que:

- la densitat de la FORM tendeix a incrementar-se en la mesura que s'incorporen residus més humits a la FORM⁵.
- la densitat de la FORM tendeix a incrementar-se en èpoques de major temperatura ambiental, ja que s'afavoreix la cinètica de la descomposició dels residus, fent aflorar l'aigua generada en els processos catabòlics.
- La densitat de la FORM s'incrementa quan es sotmet la FORM a un procés de trituració⁶.
- per altra banda, s'ha constatat que una presència significativa d'impropis⁷ a la FORM provoca una reducció de la seva densitat.

³ Les bosses compostables solen ser translúcides i permeten identificar a cop d'ull i de forma immediata la tipologia de residus que contenen; això és especialment important en el cas de les recollides porta a porta, i també, amb independència del sistema de recollida utilitzat, en la recepció i inspecció inicial de la FORM a les plantes de tractament biològic.

⁴ Habitualment es tracta de bosses PEBD (polietilè de baixa densitat), obtingut per polimerització a partir de derivats del petroli (recurs no renovable), del qual es pot obtenir mitjançant un procés d'extrusió i bufat tot tipus de bosses: de supermercats, per botigues, d'escombraries, per congelats, industrials, etc.

⁵ Com sigui que la densitat de l'aigua és de 1 T/m³, a major presència de components amb elevats continguts d'aigua a la FORM, la densitat tendeix a aproximar-se a aquest valor (assolint valors de fins 0,7-0,8 T/m³).

⁶ Si bé aquesta és una pràctica poc freqüent -només es té referències que s'apliqui a un dels fluxos de recollida selectiva de FORM de molt alta qualitat procedent de Mercabarna- pot tenir un cert interès quan aquest flux de matèria orgànica, després de ser triturat, adquireix una consistència semilíquida que permet el seu bombament, el seu emmagatzematge i transport en dipòsits o cubes i que l'habilita per a ser introduït directament al sistema de digestió anaeròbia.

⁷ Cal tenir present que la densitat de les impureses -en conjunt- sol ser més baixa que la de la FORM pura. Si es té en compte que, de mitjana, aproximadament un 60 % en pes de les d'impureses són el paper-cartró, les bosses de plàstic i els plàstics, mixtos i films, resulta fàcil preveure que la densitat mitjana dels impropis és de baixa a molt baixa. No es disposa de taules que relacionin el nivell d'impropis amb la densitat de la FORM ja que, entre d'altres motius, la densitat, a igual nivell d'impropis pot variar substancialment en funció dels constituents de la FORM i de la humitat de la mateixa.

- a més a més, a diferència d'altres fraccions de residus municipals (vidre, paper-cartró, envasos, etc.), en no tractar-se d'un residu inert, la biodegradació que pugui experimentar la FORM des del mateix moment de ser generada, tendeix a reduir la seva porositat⁸ –que ja es pot considerar baixa- i incrementa encara més la densitat de la FORM⁹.

Ara bé, cal tenir present que no tots els residus que conformen la FORM tenen característiques homogènies.

La taula 1.2 recull la incidència de diversos tipus de residus presents a la FORM, en aspectes com l'aportació o absorció d'aigua, el potencial de generació de males olors, o la presència d'elements punxants, que òbviament pot afectar les bosses utilitzades per a la recollida selectiva de la FORM.

Taula 1.2. Incidència de diversos components de la FORM en la contribució d'aigua a la FORM, el potencial de generació de males olors o la presència d'elements punxants.

	Contribució d'aigua a la FORM	Potencial Generació Males Olors	Presència elements punxants
Restes de menjar / restes de la preparació del menjar			
Peles i triadures de fruita i verdura	+++	++	+
Ossos i restes de carn	++	+++	+++
Espines i restes de peix, closques de marisc i mol·luscs	++	+++	+++
Closques d'ou i pel·lofes i closques de fruits secs	+	+	+++
Restes de menjar i menjar en mal estat	+++	+++	+
Restes de pa, de farina	o/-	o	o/+
Marro de cafè i restes d'infusions.	++	+	o
Residus de paper			
Paper de cuina brut	---	o	o
Tovallons de paper bruts	---	o	o
Mocadors de paper	---	o	o
Restes vegetals de petites dimensions			
Rams de flors pansits, flors i fulles seques	+	o	+ / ++
Males herbes, gespa, fullaraca	++	+	o
Petites branques d'esporga	o	o	+++
Materials compostables			
Bosses compostables	o	o	o
Altres materials compostables	o	o	o / ++
Altres materials			
Taps de suro	o	o	o
Serradures	---	o	o
Virostes i encenalls de fusta natural	--	o	o / +
Excrements d'animals domèstics sense llits ni sorres absorbents	++	+++	o
Escuradents i palets de gelat, de menjar xinès o de fer pinxos, etc.	o	o	+++

⁸ En general, la FORM presenta un baix nivell de porositat; això fa que sigui un material amb baix grau de compactabilitat. Si la FORM es sotmet a compactació, el que es sol produir és un trencament mecànic de les estructures dels teixits vegetals i/o animals i s'allibera aigua intracel·lular i aigua intersticial. En conseqüència es pot generar una gran quantitat de lixiviats. Només en el cas d'una FORM que presenti cert nivell d'impropis, tot i ser desaconsellable, es podria efectuar una certa compactació.

⁹ Aquest fet es manifesta de forma més contundent, a mesura que passen els dies, en la part inferior del receptacle on s'hagi dipositat la FORM, i pot conduir a la generació de males olors degut a l'aparició de condicions anòxiques.

2. CONSIDERACIONS PRÀCTIQUES DE LA GESTIÓ DE LA FORM

Òbviament, quan ens referim a la FORM domiciliària, la recollida d'aquests residus sol començar a la cuina de les llars. La recollida selectiva de la FORM requereix disposar de cubells per a la cuina amb capacitats al voltant dels 7-10 litres, on els residus orgànics són dipositats temporalment; posteriorment, i en funció del sistema de recollida disponible, les opcions de gestió són diverses:

- a) Sistemes de recollida porta a porta¹⁰. L'usuari treu la FORM a la porta del seu habitatge, que el servei de recollida passarà a retirar. Un cop recollida la FORM, el propietari del cubell el recupera i el retorna al seu domicili. Caben dues possibilitats:
 - a. Es treu directament el cubell de la cuina al carrer a l'espera que sigui recollida la FORM, opció poc freqüent¹¹.
 - b. Es transvasa la FORM del cubell de 7-10 litres a un cubell¹² d'uns 20-30 litres que és el que es treu al carrer.
- b) Sistema de recollida en àrea de vorera. L'usuari transvasa la FORM del cubell de 7-10 litres a un contenidor (habitualment de 240 litres, però també fins a 2.200 litres) o a bústies de recollida (soterrada –contenidors de fins a 3.000 litres- o pneumàtica) ubicats permanentment a la via pública, fins que la FORM sigui recollida d'acord amb el sistema previst.

A la imatge 2.1 es mostra diverses opcions de recollida de la FORM (porta a porta, contenidor al carrer –monomaterial, amb tapa tancada, amb boca reduïda o calibrada, amb obertura amb clau–, contenidors soterrats, recollida pneumàtica, etc.).

Sigui quina sigui la modalitat o sistema de lliurament/recollida de la FORM en els diversos municipis, tots ells tenen en comú una primera etapa de segregació en origen, a les llars, que demanda d'una certa conscienciació i sensibilització per part dels usuaris, fins que aquests incorporin la pràctica de la separació en origen de la FORM com qualsevol altre hàbit. En aquest sentit, les campanyes de comunicació i conscienciació són determinants per l'èxit del sistema, ja que no n'hi ha prou en transmetre informació clara de “com” s'ha de fer –tot i que les instruccions bàsiques són fonamentals i imprescindibles- sinó sobre tot “perquè” s'ha de fer.

¹⁰ Per a ampliar més informació sobre la recollida porta a porta podeu consultar el “Manual Municipal de Recollida Selectiva PORTA A PORTA” (<http://www.portaaporta.cat/ca/document.php?idDocument=11>), així com la “Guia pràctica per a la recollida porta a porta en municipis de fins a 5.000 habitants” (http://www.portaaporta.cat/documents/arxiu_portaaporta_56.pdf).

¹¹ En aquesta opció no es disposa dels cubells de la cuina durant les hores que els cubells romanen al carrer, esperant de ser recollits, circumstància que pot incomodar lleugerament els usuaris.

¹² Aquests cubells solen disposar de mecanismes -habitualment la nansa- que bloquegen l'obertura de la tapa del cubell amb l'objectiu d'impedir que els animals que puguin voltar lliures pels carrers (gats, gossos, etc.) puguin accedir amb facilitat a les restes de menjar.

Imatge 2.1. Diferents modalitats de la recollida selectiva de la FORM.

		
<p>Recollida Porta a Porta en edificis d'estructura horitzontal. A l'esquerra, cubell penjat a la paret. A la dreta, cubells dipositats directament al terra</p>	<p>Recollida estàndard mitjançant contenidor estàndard de 240 litres</p>	
		
<p>Recollida mitjançant contenidors de 240 a 360 litres amb tapes dotades de boca reduïda o calibrada</p>	<p>Recollida mitjançant contenidor de 700 litres amb boca reduïda o calibrada</p>	
		
<p>Nou contenidor de recollida de FORM a Barcelona (Recollida sistema Easy)</p>	<p>Nou contenidor de recollida de FORM a Barcelona (Recollida lateral)</p>	<p>Recollida mitjançant contenidor amb tapa tancada (obertura amb clau, únicament per a usuaris voluntaris)</p>
		
<p>Recollida mitjançant contenidor soterrat (en la imatge, bústia exterior)</p>	<p>Recollida pneumàtica de Barcelona (en la imatge, bústia exterior)</p>	

Tornant a l'ús dels cubells de preclassificació, aquests cubells poden estar protegits amb papers o bé es pot utilitzar algun tipus de bossa (imatge 2.2), per evitar que s'embrutin els cubells en contacte amb els residus orgànics. Els papers de protecció (de cuina) o les bosses poden ser transferides al contenidor conjuntament amb els residus orgànics que contenen.

Imatge 2.2. Diferents opcions de separació i emmagatzematge de la FORM a la cuina.

		
<p>Recollida en cubell convencional folrat de papers de diari</p>	<p>Recollida en cubell convencional</p>	<p>Recollida en cubell airejat amb bossa de plàstic compostable</p>
		
<p>Subjectador de bosses de plàstic compostable</p>	<p>Subjectador de bosses de paper</p>	<p>Recollida en cubell airejat amb bossa de paper</p>

De totes maneres, l'embolcall de la FORM dipositada en el cubell o contenidors no ha de ser vist únicament com la manera d'evitar que aquest s'embruti, sinó com la manera de poder manipular i transvasar la FORM d'un cubell a un altre o d'un cubell a un contenidor, amb una certa comoditat.

Als països europeus on ja fa anys s'efectua el compostatge de residus orgànics recollits en origen de forma selectiva és quasi impensable utilitzar bosses de plàstic convencional; si no s'efectua el lliurament dels residus orgànics directament al contenidor¹³, es recorre a altres tipus de bosses no elaborades amb plàstics convencionals (imatge 2.3).

La recerca tecnològica ha permès desenvolupar en les darreres dues dècades nous tipus d'embolcalls elaborats a partir de paper o de materials plàstics biodegradables/compostables¹⁴ aptes per a la recollida selectiva dels residus orgànics.

¹³ La FORM dels països del centre i nord d'Europa (Alemanya, Àustria, Països Baixos, etc.) és força diferent de la FORM d'alguns països mediterranis (Catalunya, Itàlia, França, etc.), en part perquè en els primers es promou fonamentalment la recollida de residus vegetals de jardí i com a molt de fruita i verdura, conegut com a VFG -Vegetal, Fruit and Garden- o com a GFT -Groente, Fruit and Tuinafval-, en part per les condicions climatològiques; això explica en bona mesura que sigui vist com acceptable la descàrrega directa de FORM als contenidors, sense utilitzar cap tipus de bossa.

¹⁴ A Europa els conceptes de biodegradabilitat i compostabilitat queden recollits i definits a la Norma Europea EN 13432. Aquest estàndard europeu defineix tant els requeriments exigits als materials (envasos o residus d'envasos) per tal que la seva recuperació via compostatge sigui realment factible, com els criteris d'avaluació que els materials han d'assolir. Els requeriments bàsics són: de Composició Química [es fixen límits per metalls pesants (Cu, Zn, Ni, Cd, Pb, Hg, Cr, Mo, Se, As)], de Biodegradació, de Desintegració i de Qualitat final del compost i ecotoxicitat.

Imatge 2.3. Diferents opcions de descàrrega de la FORM en contenidors (al carrer o per a comerços).



En relació al lliurament de la FORM hi caben diverses opcions:

- a) Sistemes sense embolcall. En aquest supòsit, els residus orgànics estarien directament en contacte amb el cubell. Com a molt, alguns usuaris seguirien les recomanacions de protegir amb papers l'interior del cubell, per tal d'evitar que aquest s'embruti excessivament.

En el cas d'haver de transvasar els residus orgànics del cubell a un contenidor situat al carrer, en no existir un embolcall, l'usuari hauria de dipositar els seus residus orgànics, directament des del seu cubell de brossa orgànica al contenidor de carrer, la qual cosa resulta força menys còmode per a l'usuari. La no utilització d'embolcall facilita molt el tractament¹⁵ de la FORM. L'inconvenient més important és conseqüència, justament, de la deposició dels residus orgànics al contenidor de carrer sense cap tipus d'embolcall.

Aquesta opció requereix tasques addicionals de neteja i desinfecció dels cubells i contenidors (tant dels domèstics com dels de carrer), a fi de mantenir-los en condicions higièniques i de netedat adequades.

Segurament, les males olors produïdes en la descomposició dels residus orgànics, que ja pot haver-se iniciat en el cubell domèstic, no són retingudes per cap tipus d'embolcall, i això podria comportar molèsties olfactivas¹⁶.

Aquesta alternativa hauria d'implicar un canvi d'hàbits important de la població, que probablement trobaria com obstacle l'oposició d'un ampli sector dels usuaris. Alguns països del centre i Nord d'Europa (Alemanya,

¹⁵ El pretractament es veu simplificat ja que no es requereixen els sistemes convencionals per a l'obertura de les bosses (sistemes obre-bosses, tromeles amb elements punxants al seu interior, etc.); la presència de restes d'embolcall en el compost és mínima, la qual cosa resol significativament el seu garbellat final, i alhora contribueix a l'obtenció d'un compost amb un bon aspecte estètic. A més el cost de gestió de la FORM és més econòmic i les inversions en equipaments també són menors.

¹⁶ De tota manera, no es pot assegurar que les olors que es desprenguin resultin més desagradables en intensitat i naturalesa que quan s'utilitza algun tipus d'embolcall.

Àustria, Holanda, Suïssa, etc.) han optat per aquesta modalitat, i ja fa força anys que el duen a terme. Cal entendre que diferents factors juguen al seu favor: règim climàtic continental, diferent composició de la fracció orgànica (presència important de residus vegetals, que actuen com a components esponjants o estructurants), així com també diferent grau de sensibilització i adquisició d'hàbits. Per això, l'experiència d'aquests països és útil, però no directament extrapolable.

- b) Sistemes amb embolcall. En aquest cas, els residus orgànics serien dipositats dins un embolcall situat al cubell, la qual cosa permet mantenir els cubells i contenidors en unes condicions de neteja i higiene molt més acceptables, alhora que facilita la manipulació i transvasament de la FORM des d'un cubell a un altre cubell o contenidor.

La utilització d'un embolcall obliga a incorporar, en les instal·lacions de tractament, sistemes de pretractament per a l'obertura i, en alguns casos, de separació de les bosses; la utilització de sistemes de neteja (pretractament i postractament) en cap cas pot assegurar una reducció total de la presència d'impureses plàstiques en el compost.

Pel que fa a la generació de males olors, ja ha estat comentat que el fet d'emprar qualsevol tipus d'embolcall pot frenar l'expansió de compostos malolorosos; tanmateix, cal assenyalar que, depenent del tipus d'embolcall utilitzat, de manera indirecta, es sotmet el material a un medi anaeròbic¹⁷ no gaire adequat per a iniciar el compostatge. A més a més, el fet d'utilitzar qualsevol tipus d'embolcall no deslliure d'efectuar un manteniment i neteja¹⁸ dels contenidors.

La immensa majoria de la població ja ha adquirit l'hàbit de lliurar els residus municipals en massa (RESTA), mitjançant una bossa d'escombraries, al contenidor de carrer. En tot cas, la resistència o oposició que manifestarien els ciutadans a modificar llurs hàbits i incorporar amb plena normalitat la recollida selectiva de la FORM pot esdevenir ja en la fase prèvia: la separació en origen de la fracció orgànica de la resta de residus, tal com ja s'està fent amb el vidre, paper o envasos; un segon nivell de dificultat pot raure en l'elecció del tipus d'embolcall; certament caldrà avaluar les avantatges i desavantatges tècniques, els costos, etc.

Els embolcalls que en realitat podrien considerar-se per al lliurament dels residus orgànics recollits selectivament són els següents: bosses de plàstic convencional, bosses de plàstic biodegradable/compostable i bosses de paper-kraft.

- a. Bosses de plàstic convencional. És la tipologia més utilitzada actualment per a dipositar la brossa domèstica dins els contenidors

¹⁷ Els gasos malolorosos que s'hagin produït dins la bossa, en el temps que transcorre des del moment de tancar la bossa fins el moment que la bossa sigui oberta a la planta de compostatge, s'escaparan a l'atmosfera podent provocar molèsties olfactivas, a no ser que la planta disposi d'un sistema de captació i tractament de l'aire.

¹⁸ Entre d'altres raons trobaríem el fet que algunes bosses puguin rebentar-se o obrir-se, o que alguns ciutadans aboquen llurs residus directament al contenidor, sense cap tipus d'embolcall.

del carrer. Quan s'utilitzen les bosses d'escombraries de plàstic convencional per al lliurament dels residus orgànics recollits selectivament, s'ha constatat que la presència d'aquestes condiciona de forma important el posterior tractament biològic de la FORM; a més a més, l'afectació de la presència d'impropis¹⁹ en la qualitat del compost no és de tipus estrictament estètic, sinó degut a la migració i transferència de contaminants²⁰.

Cal tenir present que una opció molt utilitzada per la població és recórrer, en lloc de bosses d'escombraries de plàstic, a l'ús de les bosses de compra (conegudes com bosses "shopper" o "samarreta") tant presents a les llars. De fet, donant un segon ús a aquest tipus de bossa (fent-la servir per a dipositar-hi residus) es dona una sortida a aquest tipus de bossa i a més els ciutadans s'estalvien comprar bosses d'escombraries. Els fabricants de bosses de plàstic d'escombraries consideren que les bosses de plàstic de compra són el seu principal competidor.

Una prospecció²¹ efectuada el juny de 2010 sobre una vuitantena de referències de bosses d'escombraries de plàstic per a diferents usos i característiques a l'abast dels consumidors, permet realitzar les següents observacions:

- Avui en dia, es possible trobar una gran gamma i tipologia de bosses d'escombraries de plàstic per a diferents usos i necessitats; n'hi ha de tota mena de colors²² (blanc, groc, taronja, blau, verd, lila, beix, marró, gris, negre, transparent), perfumades (Espígol, Llimona, Pi, etc.), amb sistema de tancament per cinta (Tanca Fàcil), i fins i tot amb tractament antibacterià.
- Les bosses d'escombraries de plàstic que es troben al mercat són fonamentalment de polietilè de baixa densitat (P.E.B.D.). Algunes empreses declaren que fabriquen les bosses parcialment amb plàstic reciclat (incorporant-hi fins un 80% de plàstic reciclat).

¹⁹ Cal recordar que, d'acord amb la informació que es desprèn de les caracteritzacions de FORM efectuades en el període 2006-2009, disponible al SDR, les bosses de plàstic convencionals (PEBD) representen aproximadament un 15% en pes del total d'impropis.

²⁰ L'estudi "Contingut en metalls de diferents bosses de plàstic" [ESAB-UPC 2005] (Huerta, O.; López, M.; Pijoan, J.; Soliva, M.) posa en evidència la presència de diferents continguts de metalls pesants en diverses tipologies de bosses de plàstic utilitzades habitualment per a la recollida dels residus orgànics.

²¹ La prospecció s'ha efectuat mitjançant consulta directa en la web de 5 importants cadenes de distribució comercial presents a Catalunya [Caprabo (<https://www.capraboacasa.com>), Carrefour (<http://www.carrefouronline.carrefour.es>), El Corte Inglés (<http://supermercadoelcorteingles.es>), Eroski (<http://www.compraonline.grupoeroski.com>), Condis (<http://www.condisline.com>)], sobre un total de 9 marques comercials [Albal, Aliada, Saplex, Vileda, Zidar i 4 marques blanques –Carrefour, Condis, El Corte Inglés, Eroski–]. S'ha considerat tot tipus d'informació disponible: marca comercial, descripció, format de presentació, color, sistema de tancament, unitats, mides, capacitat, característiques de resistència, altres característiques (opacitat, perfumades, tractament antibacterià), preu venda públic (pel producte tal qual i per unitat de bossa).

²² El polietilè té un color lletós translúcid; aquest color es pot modificar afegint, abans de la seva extrusió, un concentrat de color, conegut en el sector com a masterbatch.

- En alguns dels productes examinats manca parcialment informació referent a les seves característiques principals (matèria primera, mides de les bosses, volum útil, resistència, galga, etc.).
- Les mides de les bosses d'escombraries són variables, essent les més habituals entre 25-30 litres (50 x 60 cm); també n'hi ha de 80-100 litres (80 x 100 cm) per a ús comercial o per a comunitats; les bosses per a l'orgànica solen ser de 7 a 10 litres (44 x 44 cm).
- La major part de bosses estan pensades per a la recollida de residus en massa (RESTA), però també destaquen les bosses destinades a algun tipus de residu (orgànica, envasos, residus de jardineria, runa, "per al bany").
- Pel que fa a la presentació dels paquets de bosses d'escombraries, en la majoria de casos les bosses es troben en el format "roll", però mentre alguns paquets es comercialitzen tancades dins una bossa de plàstic transparent, d'altres simplement estan embolcallades amb una anella de paper.
- Pel que fa a les bosses destinades a la recollida de la FORM, conviuen bosses compostables amb bosses que no essent ni compostables ni biodegradables són anunciades per a la recollida de la FORM (veure taula 2.1); aquest fet provoca sens dubte una gran confusió entre els consumidors, els quals si desconeixen les diferències reals entre elles i les seves veritables característiques, a l'hora de triar solen escollir, davant unes prestacions "teòricament equivalents", el producte més econòmic (al voltant de 0,5 € de diferència per paquet)²³.
- El preu unitari mitjà per bossa, per la categoria de bosses d'entre 25-30 litres, és de 0,11 €/bossa, però els preus poden oscil·lar entre 0,03 €/bossa i 0,52 €/bossa, depenent de les característiques d'aquestes (mides i capacitat, prestacions tècniques, resistència, sistema de tancament, qualitat, etc.).
- Una estratègia comercial força utilitzada és reduir el nombre de bosses per paquet, de manera que el preu de venda resultant per paquet sigui aparentment inferior al preu de venda d'un producte equivalent ofert per la competència, però en realitat, el preu unitari per bossa resulta ser superior.
- També es constata que el marge comercial en aquest tipus de producte pot ser força important dins del cost global del producte, ja que un mateix tipus de producte pot trobar-se amb preus força diferents (diferències de preus entre el 10 % al 30%) en diversos establiments comercials.

²³ Quan les compres de bosses compostables es fan fora dels circuits de la gran distribució (alguns ens locals acostumen a comprar grans quantitats de bosses compostables mitjançant concursos públics o procediments negociats), el preu resultant és molt menor.

Taula 2.1. Característiques comparades de diverses bosses comercialitzades per a la recollida selectiva de la FORM.

					
Establiment	Caprabo	Caprabo	Carrefour	Condis	Condis
Marca	Saplex	Saplex	Vileda	Saplex	Saplex
Descripció	Saplex COMPOST	Saplex ORGÁNICA	Per compartiment orgànica deixalles	Saplex COMPOST	Saplex ORGÁNICA
Compostable	SI	NO	NO	SI	NO
Color	Translúcid	Beix	No identificat	Translúcid	Taronja
Nombre bosses	15 unitats	15 unitats	15 unitats	15 unitats	15 unitats
Preu Paquet (€)	1,98 €/paquet	1,36 €/paquet	1,90 €/paquet	1,79 €/paquet	1,27 €/paquet
Preu Bossa (€/ut)	0,132 €/bossa	0,091 €/bossa	0,127 €/bossa	0,119 €/bossa	0,085 €/bossa

- b. Bosses de plàstic biodegradable/compostable. Diverses indústries del sector químic (algunes d'elles, multinacionals) han desenvolupat i aconseguit produir simultàniament en diferents indrets del món, després d'anys d'estudi, els anomenats *plàstics biodegradables*²⁴.

Es tracta de materials plàstics sintetitzats a partir de biopolímers obtinguts a partir de recursos naturals (midó de blat de moro o de patata, oli de girasol, etc.), i per tant biodegradables per acció microbiana. Aquests materials poden tenir un ventall d'aplicacions molt important.

Una de les aplicacions més interessants, és justament la seva utilització per a l'obtenció de bosses o fundes per a la recollida selectiva en origen de la fracció orgànica. En diverses proves efectuades, aquestes bosses han demostrat reunir característiques força adequades: resistència física, resistència a l'humitat, flexibilitat, lleugeresa, fàcil manipulació, transpirabilitat, a més de la principal: la biodegradabilitat de la bossa en condicions de compostatge o de digestió anaeròbia.

Gràcies a les característiques pròpies de les matèries primeres, biodegradables i compostables d'acord amb l'estàndard europeu EN

²⁴ La tendència de l'increment continuat del preu del petroli des de finals del segle XX i principis del XXI ha contribuït a prendre consciència que les reserves de petroli (recurs no renovable) arreu del món s'estan esgotant. Simultàniament a aquest procés s'ha observat un marcat interès científic i industrial en la investigació sobre plàstics biodegradables a partir de materials naturals (recursos renovables). Així doncs, els plàstics biodegradables poden oferir una contribució important a la reducció de la dependència dels recursos fòssils i als impactes ambientals derivats.

En les passades dues dècades ha existit un renaixement de l'interès en el camp dels bioplàstics que ha culminat amb alguns avenços importants. S'han desenvolupat alguns nous polímers biodegradables a partir de recursos renovables. S'estima que el potencial màxim total de substitució tècnica de polímers fòssils per part dels polímers biodegradables podrien arribar a 270 Milions de tones, és a dir el 90 % del total de polímers consumits al món (Shen, L. et al. 2009).

Existeixen tres vies principals per a obtenir polímers biodegradables: 1) polímers extrets directament de la biomassa (polisacàrids com el midó i la cel·lulosa, o proteïnes com la caseïna, la queratina i el col·lagen); 2) polímers produïts a partir de monòmers obtinguts per síntesi química utilitzant recursos renovables (per exemple, PLA-àcid polilàctic); 3) polímers produïts per microorganismes o conreus modificats genèticament. De totes tres vies, la primera és, de lluny, la més important, seguida de la segona.

En aquest primer grup destaca, entre d'altres, per la seva importància quantitativa el Mater-Bi® de Novamont, considerat com a TPS (midó termoplàstic), del qual es van produir unes 60.000 tones l'any 2009. És utilitzat per a múltiples aplicacions, entre les quals la més sol·licitada és el film biodegradable (per a bosses biodegradables per a la recollida de la FORM, bosses de compra, encoixinat agrícola, etc.).

13432, i gràcies a la seva funcionalitat, aquestes bosses han esdevingut un instrument fonamental pels usuaris i per les plantes de compostatge.

Uns altres trets característics són: la seva transpirabilitat, menor que la del paper però suficient per permetre reduir l'excés d'humitat de la FORM, així com l'important grau de transparència, ja que la baixa opacitat permet efectuar una inspecció visual del contingut del seu interior en el moment d'efectuar la recollida (imatge 2.4).

Les primeres experiències de caire pilot, que es van dur a terme en diverses plantes de compostatge d'Alemanya (Fürstenfeldbruck, Witzenhausen), Àustria (Niederösterreich), van resultar positives. En l'actualitat milers de municipis i milions d'habitants a Europa utilitzen amb tota normalitat aquest tipus d'embolcall per a dipositar els residus orgànics que posteriorment han de ser tractats mitjançant compostatge o digestió anaeròbia.

El cost actual d'aquest tipus d'embolcall és encara més gran que el de les bosses de plàstic convencional, però la tendència dels darrers anys sembla indicar que el cost d'aquest tipus de material s'acabarà equiparant al del plàstic convencional.

Imatge 2.4. Capacitat de transparència de diverses bosses per a la recollida selectiva de la FORM.

			
Bosses compostable de paper, opaca, que no permet veure l'interior	Bosses no compostable, de PEBD, opaca, que no permet veure l'interior	Bosses compostable, translúcida, en la que s'aprecia el contingut orgànic	Bosses compostable, translúcida, en la que s'aprecia el contingut orgànic amb algun impropri

- c. Bosses de paper-kraft. Aquest és el tercer possible tipus d'embolcall per a la recollida de la matèria orgànica. Té la gran avantatge de ser un material totalment biodegradable. Per contra, si no s'ha previst, les bosses fetes d'aquest material presenten el perill de perforar-se o de descollar-se, en condicions de sobrecàrrega o excessiva humitat²⁵.

Darrerament sembla que es fabriquen i utilitzen cada cop més bosses de paper tipus "shopper" en substitució de les bosses de plàstic convencional, la qual cosa fa pensar en la possibilitat

²⁵ Una via per a resoldre i contrarestar aquesta problemàtica consisteix en incrementar el gruix del paper per tal de reforçar-lo, i/o impermeabilitzar la bossa utilitzant substàncies que també hauran de ser biodegradables (ceres o parafines naturals o, fins i tot, film biodegradable), però que en definitiva sofisticuen el procés productiu i encareixen el producte.

d'utilització posterior d'aquestes com a medi per a dipositar els residus orgànics. En aquest cas només caldria garantir que les tintes utilitzades per a la impressió no continguin nivells elevats de metalls pesants, per tal de fer factible el seu ús.

Alguns dels països nòrdics (Alemanya, Àustria, Suïssa) amb més tradició de compostatge i que disposen d'una important indústria paperera, utilitzen majoritàriament aquest tipus de bosses per a la recollida selectiva dels residus orgànics.

Un cop examinades les 3 opcions, sembla del tot indicat avaluar els avantatges/desavantatges d'un tipus de bossa respecte els altres (Taula 2.2).

Taula 2.2. Avantatges i desavantatges de l'ús de bosses de plàstic convencional, bosses de plàstic compostable i bosses de paper per a la recollida selectiva de la FORM.

	Bosses de plàstic convencional (PEBD)	Bosses de plàstic compostable	Bosses de paper
Matèria Primera	Recurs NO Renovable	Recurs Renovable	Recurs Renovable
Biodegradabilitat	NO	SÍ	SÍ
Compostabilitat	NO	SÍ	SÍ
Transpirabilitat	Baixa	Alta	Molt Alta
Inspecció visual	No ho permet	Sí ho permet	No ho permet
Resistència mecànica	+++	++ / +	+ / 0
Estanquitat	+++	+++	++ / - -
Manipulabilitat	Bona	Bona	Difícil
Impropi per la FORM	SÍ	NO	NO
Ocupació d'espai	Baixa	Baixa	Alta

3. ANTECEDENTS HISTÒRICS DE LA GESTIÓ DE LA FORM A CATALUNYA

A ningú se li escapa que justament degut a les característiques específiques de la FORM, es fa necessari que aquesta fracció es reculli i gestioni el més aviat possible i en unes condicions que evitin al màxim l'aparició de lixiviats i de males olors.

Per aquest motiu, d'ençà les primeres experiències de recollida selectiva de la FORM, l'any 1993, la manera de recollir la FORM i de lliurar-la al sistema de recollida establert ha estat motiu d'anàlisi i millora continuada.

La primera opció estudiada fou el lliurament de la FORM sense embolcall, però ben aviat es va descartar, malgrat les evidents avantatges que comportava des del punt de vista de tractament, perquè com a conseqüència esdevenia un altra problema molt important: la brutícia del contenidor i en definitiva la manca de condicions higiènico-sanitàries, que obligava a efectuar un major esforç en neteja que es va acabar manifestant insuficient i, el que és pitjor, la conseqüent desafecció de la població a participar en els nous sistemes de recollida selectiva de la fracció orgànica que es veien bruts i molestos (males olors, lixiviats, etc.).

Per tant, ben aviat es van començar a posar damunt la taula les altres dues opcions: la utilització de les bosses de paper (imatge 3.1) o d'unes encara emergents bosses de plàstic compostable (imatge 3.2).

Imatge 3.1. Bosses de paper per a la recollida selectiva de la FORM.



Imatge 3.2. Bosses de plàstic compostables per a la recollida selectiva de la FORM.



Funda de les primeres bosses de plàstic compostable fabricades a Catalunya per l'empresa SAPLEX

Detall de la informació estampada en les bosses de plàstic compostable

De fet, la primera experiència, encara que no fou molt duradora, va ser l'any 1993, al municipi d'Artesa de Lleida, que va implantar la recollida selectiva de la FORM mitjançant el sistema porta a porta utilitzant bosses de paper. I no va ser fins a finals de l'any 1996 i principis del 2007 que, en el context del projecte Residu Mínim, dos municipis del Baix Llobregat, Torrelles de Llobregat i Molins de Rei, van implantar la recollida selectiva de la FORM mitjançant contenidors específics disposats al carrer; la consigna adreçada a la població era que o bé es podia dipositar el residu orgànic directament dins el contenidor del carrer o que calia utilitzar una bossa de paper (imatge 3.3).

Imatge 3.3. Primeres descàrregues de FORM a la planta de compostatge d'Artesa de Lleida i de Torrelles de Llobregat.



Primera descàrrega de FORM a la planta de compostatge d'Artesa de Lleida

Primera descàrrega de FORM a la planta de compostatge de Torrelles de Llobregat

Al llarg de l'any 1997 es van posar en funcionament les plantes de compostatge de Botarell i de Santa Coloma de Farners, fet que va suposar que diversos municipis de les comarques del Baix Camp i la Selva anessin progressivament

implantant la recollida selectiva de la FORM. Des de l'Agència de Residus de Catalunya, llavors Junta de Residus de Catalunya, que promovia aquestes implantacions conjuntament amb els consells comarcals i els municipis implicats, es va descartar el lliurament directa de residus orgànics als contenidors del carrer i es recomanava la utilització de bosses de paper i posteriorment les bosses de plàstic compostable (imatge 3.4).

Aviat, però, van sorgir els primers problemes amb les bosses de paper; sovint, degut a l'alt nivell d'humitat i l'acumulació de líquids a la base de la bossa, les coles que s'havien fet servir per a segellar les bases de les bosses es desfeien i freqüentment, quan s'alçava la bossa, s'obria per la part inferior i queia tot el residu orgànic.

Imatge 3.4. Cubells i bosses (de paper i plàstic compostable) utilitzades en les primeres implantacions de la recollida selectiva de la FORM.



El debat suscitat sobre la conveniència d'utilitzar bosses de paper per a la recollida selectiva de la FORM va coincidir en el temps amb l'aparició en públic de les primeres bosses de plàstic compostables fabricades per l'empresa Saplex, S.A. a partir de Mater-Bi® biopolímer biodegradable i compostable obtingut per l'empresa italiana Novamont S.p.A.

Les bosses de plàstic compostable ben aviat es van fer un lloc entre les bosses de paper per a la recollida selectiva de la FORM, però més enllà de la seva idoneïtat sorgien algunes barreres o dificultats (el preu d'adquisició i la dificultat en trobar-les en els establiments comercials) per a la seva expansió natural.

Per si fos poc, ben aviat, aquestes bosses de plàstic compostable van haver de conviure amb "falsos productes biodegradables" (sovint bosses de polietilè aditivades amb petits percentatges de midó) a un preu molt inferior, la qual cosa complicava enormement la consolidació d'aquest nou tipus de bossa.

Per lluitar contra aquest frau i garantir la concurrència de materials i productes veritablement biodegradables i compostables, la Direcció General de qualitat Ambiental del Departament de Medi Ambient, a través del Servei de

Qualificació Ambiental, va establir un marc de qualitat mitjançant el Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental Categoria per a bosses escombraries, i altres materials compostables, recentment refós a la *Resolució MAH/2064/2009, de 29 d'abril, per la qual s'estableixen els criteris ambientals per a l'atorgament del distintiu de garantia de qualitat ambiental als productes de material compostable.*

L'atorgament del Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental, categoria "productes de material compostable" (codi 100), mitjançant l'emblema corresponent, permet identificar els productes i garanteix als consumidors que aquests productes han passat per uns processos i tenen les característiques ambientalment correctes d'acord amb l'esmentada *Resolució MAH/2064/2009*, que a la vegada ja incorpora l'estàndard europeu EN 13432 (l'àmbit d'aplicació del qual són els envasos i embalatges) i l'estàndard europeu EN 14995 (l'àmbit d'aplicació del qual són els plàstics).

Des de les primeres implantacions de la recollida selectiva de la FORM fins a l'actualitat en que, en virtut de la Llei 9/2008, de 10 de juliol, de modificació de la Llei 6/1993 del 15 de juliol, reguladora dels residus, s'estableix la recollida selectiva obligatòria de residus municipals (també de la FORM) a tots els municipis de Catalunya, diverses són les consideracions cronològiques que s'han anat fent entorn la bossa per la recollida selectiva de la FORM:

- En un primer moment, el missatge institucional va ser clar en el sentit que la bossa havia de ser compostable, de paper o de plàstic.
- Posteriorment, en conèixer les limitacions que plantejaven les bosses de paper, les bosses de plàstic compostable van anar desplaçant les bosses de paper, tot i els interrogants plantejats, però amb l'esperança que amb el temps el mercat s'aniria consolidant i els preus s'anirien reduint.
- Cal assenyalar, que habitualment en les campanyes de comunicació i informació a la població per a la implantació de la recollida selectiva de la FORM és sol distribuir gratuïtament a les llars un cubell i un o dos paquets de bosses de plàstic compostable per a implicar a la població i facilitar la recollida selectiva. Tot i l'inequívoca intencionalitat pedagògica en favor de donar a conèixer les bosses de plàstic compostable i la manera preferent d'efectuar en aquesta recollida selectiva, en realitat, quan les bosses s'acabaven, sorgien les dificultats (el preu, on trobar-les, etc-) i el dilema (si tant important és la bossa compostable, abans de fer-ho "malament" – utilitzar una bossa de polietilè–, potser millor deixar de fer la recollida selectiva de la FORM?).
- Degut a les dificultats esmentades per a normalitzar els temes de preu i accessibilitat de les bosses de plàstic compostable, es va matisar el missatge institucional, apostant per garantir la fidelitat de la població a la recollida selectiva de la FORM abans que "obligar" a utilitzar la bossa compostable. Es va transmetre la idea que abans que la població deixés de fer la recollida selectiva s'acceptava, com a mal menor, que s'utilitzessin bosses de polietilè... perquè les plantes de compostatge ja estaven

preparades per separar les bosses de plàstic. Però en realitat, de fet, les plantes no estaven –ni estan– preparades per a separar les bosses de plàstic no compostables ni tampoc molts altres impropis que sovint acompanyen la FORM.

- En els darrers anys s'ha conegut les avantatges addicionals de l'ús combinat dels cubells airejats i les bosses compostables en la recollida selectiva de la FORM, i en la millora de les condicions d'entorn i confortabilitat dels usuaris de la recollida selectiva de la FORM, fet que ha ajudat a fidelitzar la població “practicant” de la recollida selectiva de la FORM i ha rellançat l'important protagonisme com a element clau per a una implantació amb èxit de la recollida selectiva de la FORM.
- Darrerament, cal esmentar l'aparició tant de bosses de paper millorades per a la recollida selectiva de la FORM com de bosses “shopper” també compostables, en substitució de les bosses de compra convencionals, a les quals es reconeix un doble ús (un primer ús per a la compra de productes i un segon ús per a la recollida selectiva de la FORM).
- Amb el temps, tot s'ha anat posant a lloc, i encara que formalment el missatge institucional continua sent el de recomanar l'ús preferent de la bossa de plàstic compostable davant de qualsevol altre opció, sense renunciar a deixar de fer la recollida selectiva per motiu de la tria de la bossa (polietilè vs bossa compostable), progressivament s'ha anat reconeixent el paper fonamental de la bossa compostable en la recollida selectiva de la FORM. A més, la presència de les bosses compostables als establiments comercials s'ha anat normalitzant, encara que tímidament, i els preus de venda s'han anat reduint en relació als preus de venda de les bosses d'escombraries de polietilè. A més, alguns ens locals han endegat iniciatives per a garantir l'accessibilitat de la població a les bosses compostables a un preu més ajustat i competitiu, subvencionant-ne a vegades part o la totalitat del seu cost, i incorporant aquesta despesa dins el cost global de gestió dels residus i per tant en les taxes municipals.

4. RELACIÓ ENTRE L'ÚS DE BOSSES COMPOSTABLES I LA QUALITAT DE LA FORM. REPERCUSSIÓ EN EL SEU TRACTAMENT.

Resulta obvi que, a la llum de l'experiència, essent la bossa l'element de contenció imprescindible per a la recollida selectiva de la FORM, l'ús de la bossa compostable o de la bossa de polietilè denoti intrínsecament una actitud de l'usuari en relació a aquesta recollida selectiva.

És per tant força lògic preveure que l'ús continuat i conscient de la bossa compostable hauria de comportar una alta qualitat de la FORM, atès que l'usuari pren consciència de la necessitat de lliurar al servei de recollida una FORM sense impropis, si cal al preu d'haver d'assumir el cost d'adquisició²⁶ de les bosses compostables.

En aquest sentit, i per tal de confirmar la hipòtesi que a un major ús de bosses compostables (menor ús de bosses de polietilè) menor hauria de ser el % d'impropis de la FORM, s'ha efectuat l'anàlisi de diverses dades:

- a) resultats de caracteritzacions de la FORM des de l'any 2006²⁷ a l'any 2009, centrant l'atenció en el **% total d'impropis de la FORM** i en un dels possibles tipus d'impropis presents a la FORM: **el % de bosses de plàstic** (de polietilè i per tant no compostable). Aquesta informació s'ha obtingut a partir de la descàrrega de les dades consultables al SDR de l'Agència de Residus de Catalunya [<https://sdr.arc.cat/sdr/GetLogin.do>].
- b) dades sobre el **tipus de recollida selectiva de la FORM**, diferenciant els municipis que han implantat la recollida mitjançant sistemes porta a porta dels municipis que han utilitzat altres sistemes. Aquesta informació s'ha obtingut a partir de la descàrrega de la base de dades associada a la "Consulta estat implantació de la Recollida Selectiva de la FORM" disponible a la web de l'Agència de Residus de Catalunya [<http://www.arc.cat/webarc/jsp/formimpl/ca/cercarmunicipis.jsf>].
- c) A més a més, s'ha disposat d'informació, a partir de les declaracions de l'Estat Actual de la Implantació de la Recollida Selectiva de la FORM, referent a la **promoció de l'ús de la bossa compostable** de tots els municipis catalans amb implantació del servei de recollida selectiva de la FORM, que ja van ser utilitzades en l'estudi "Metodologia per a la identificació de les causes dels impropis a la FORM i propostes per a la seva reducció" (Puig, I., Freire, J., 2009).

²⁶ S'estima que per una família de 3 membres, amb un consum mitjà de 3 bosses per setmana, les necessitats són d'un 155 unitats de bossa a l'any, i el cost d'adquisició oscil·laria entre uns 8 €/família i any (compra a través d'un ens local) i uns 18 €/família i any (compra directa en la gran distribució).

²⁷ Des de l'any 2007 en endavant, es va aplicar un factor corrector a totes les caracteritzacions de la FORM, en concret a dues de les fraccions d'impropis: paper i cartró (0,66) i bosses de plàstic (0,54), per tal que l'aigua que porten associades aquestes fraccions no comptabilitzin com a impropis sinó com a FORM. Per tant, per tal de fer homogenis i comparables aquestes dades, també s'ha aplicat manualment aquests coeficients correctors a les caracteritzacions de la FORM de l'any 2006.

La taula 4.1 recull les mitjanes aritmètiques del % de bosses de plàstic i del % total d'impropis de la FORM en el període 2006 a 2009; s'observa que, malgrat lleugeres oscil·lacions, les bosses de plàstic (no compostables) presents a la FORM representen al voltant del 15 % del total d'impropis. Per tant, una acció decidida o generalitzada en favor de les bosses compostables tindria una incidència directa notable en el % total d'impropis de la FORM i segurament també de forma indirecta, ja que una major consciència ciutadana faria reduir la presència d'altres tipus d'impropis a la FORM.

Taula 4.1. Evolució de la mitjana dels % de Bosses de plàstic i dels % Total d'Impropis a les caracteritzacions de FORM, en el període 2006-2009.

Any	% Bosses Plàstic	% Total Impropis
2006	1,61	13,54
2007	1,74	10,25
2008	1,63	10,81
2009	1,67	10,34
2006-2009	1,66	11,12

Si ens centrem en el % de bosses de plàstic, des del 2006 al 2009, incorporant les consideracions sobre la promoció que es fa de l'ús de la bossa compostable (tot i que aquest darrer aspecte fa referència únicament a la situació de l'any 2009 i per tant pot haver canviat al llarg del temps), s'observa que quan l'ús de la bossa compostable és obligatori el percentatge de bosses de plàstic és realment inferior (0,3%), mentre que quan se'n recomana l'ús o bé ni s'obliga ni es recomana el percentatge de bosses de plàstic és molt semblant i superior (1,7%)

Taula 4.2. Evolució de la mitjana dels % de Bosses de plàstic en funció de l'ús de la bossa compostable, en el període 2006-2009.

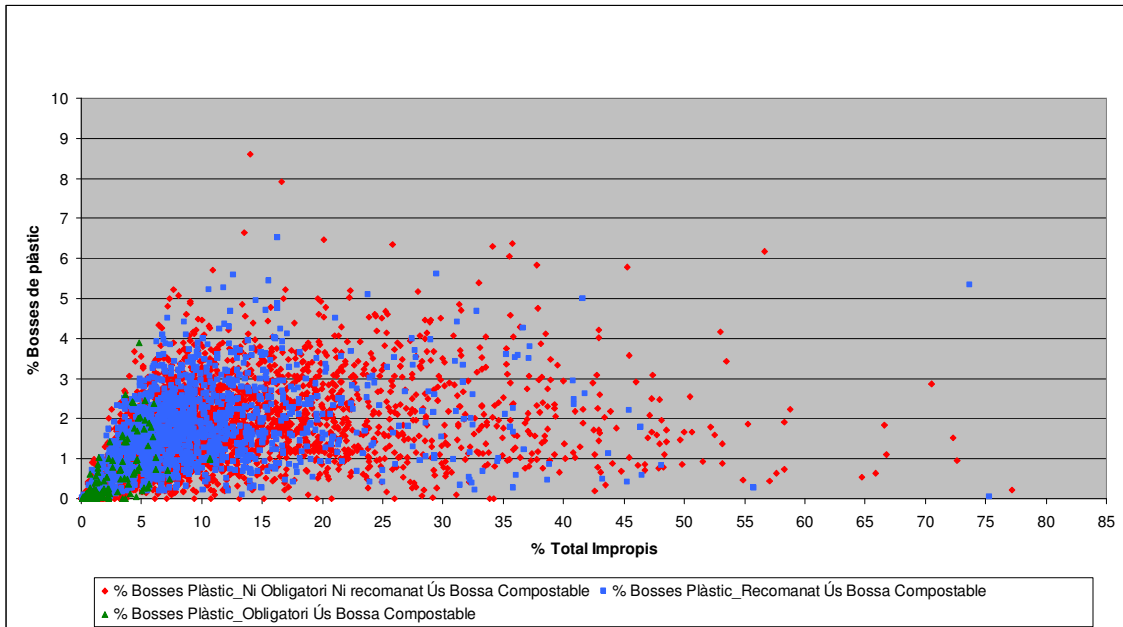
Any	% Bosses Plàstic			
	Ús Ni obligatori ni recomanat	Ús Obligatori	Ús Recomanat	Total
2006	1,67	0,30	1,67	1,61
2007	1,86	0,31	1,73	1,75
2008	1,70	0,39	1,70	1,64
2009	1,71	0,33	1,81	1,67
2006-2009	1,74	0,34	1,73	1,67
	Ús de la bossa compostable			

Per fer més evidents aquestes diferències, als gràfics 4.1 i 4.2 s'observa el núvol de punts (un total de 4.647 observacions) que relaciona el % de bosses de plàstic i el % total d'impropis, en funció de l'ús que es fa de les bosses compostables per part dels municipis (ús recomanat, ús obligatori, ús ni recomanat ni obligatori).

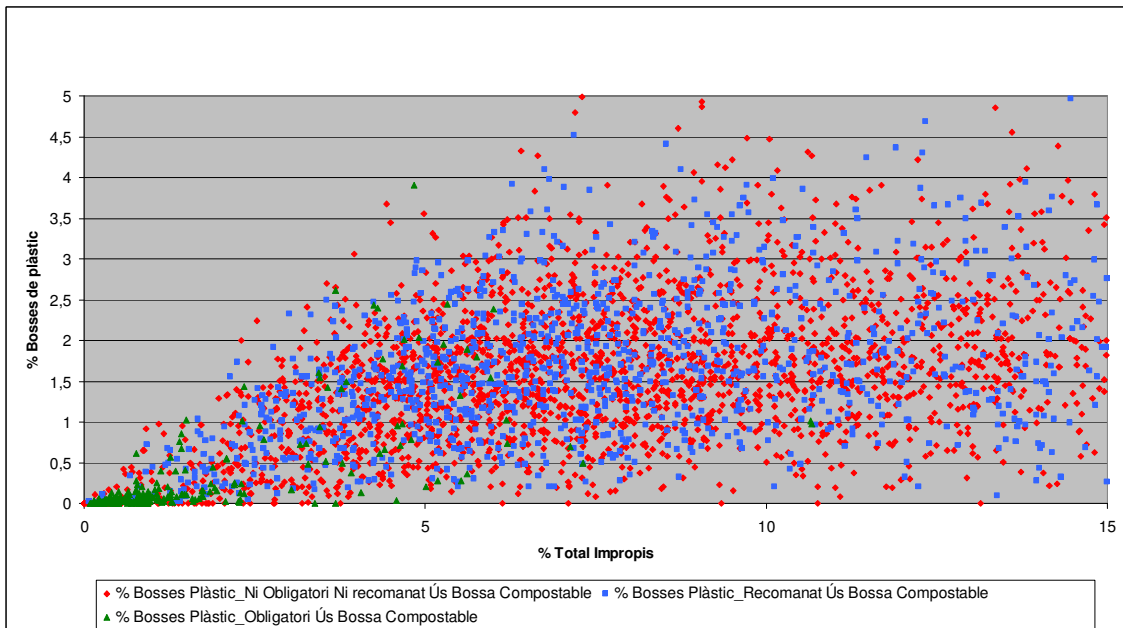
Com sigui que al gràfic 4.1 hi ha un enorme solapament de punts que en dificulta la seva apreciació, al gràfic 4.2 s'exposen les mateixes dades acotades als rangs 0-15 % Total d'Impropis i 0-5 % bosses de plàstic, que d'altra banda

expressen una major centralitat, deixant fora del camp visual aquells que, per bé que reals, resulten més anòmals.

Gràfic 4.1. Relació entre el % Bosses de plàstic (no compostables) i el % Total d'Impropis, en funció de l'ús de bosses compostables (ús obligatori, ús recomanat, ús ni obligatori ni recomanat). Dades període 2006-2009.



Gràfic 4.2. Relació entre el % Bosses de plàstic (no compostables) i el % Total d'Impropis, en funció de l'ús de bosses compostables (ús obligatori, ús recomanat, ús ni obligatori ni recomanat), acotat als rangs 0-15 % Total Impropis i 0-5 % Bosses de plàstic. Dades període 2006-2009.



En ambdós gràfics s'observa que els valors més baixos de % total d'impropis corresponen fonamentalment als valors més baixos de % de bosses de plàstic.

A més, a la taula 4.3 s'ha volgut incloure el creuament de diverses dades, pertanyents exclusivament a l'any 2009, per tal de copsar el nivell d'interacció entre el sistema de recollida (PAP²⁸ o no PAP²⁹) i l'ús de les bosses compostables (ús obligatori, ús recomanat, ús ni obligatori ni recomanat) en el % total d'impropis de la FORM.

Taula 4.3. Mitjana dels % Total d'Impropis en funció del sistema de recollida de la FORM (PAP o no PAP) i l'ús de la bossa compostable (ús obligatori, ús recomanat, ús ni obligatori ni recomanat). Dades període 2009.

		% Total Impropis		
		no PAP	PAP	Total general
Ús Bossa Compostable	Ni obligatori ni recomanat	12,06	6,07	11,63
	Obligatori	4,61	1,54	1,73
	Recomanat	9,68	6,76	9,07
	Total general	11,33	5,06	10,34
		no PAP	PAP	Total general
Sistema de recollida				

En la taula 4.3 es pot observar que:

- 1) la mitjana³⁰ total d'impropis a Catalunya, l'any 2009, va ser del 10,34 %
- 2) la mitjana total d'impropis a Catalunya per als municipis que han implantat la recollida PAP va ser de 5,06 % mentre que per als municipis no PAP va ser del 11,33 %
- 3) hi ha una clara incidència de l'ús obligatori de la bossa compostable en el cas dels municipis amb sistema de recollida PAP, assolint-se el millor resultat (1,54 %), mentre que no s'aprecia diferència en el cas dels municipis amb sistema de recollida PAP entre aquells que només recomanen l'ús de la bossa compostable (6,76%) i aquells que ni obliguen ni recomanen l'ús de la bossa compostable. Això dona a entendre que el que és veritablement efectiu és la obligatorietat de l'ús de la bossa³¹.
- 4) el valor de % total d'impropis per a la conjunció municipis no PAP i ús obligatori no té en si mateix massa valor, ja que les dades corresponen a un únic municipi (Tavèrnoles).
- 5) pel que fa a les experiències no PAP, sembla que l'ús recomanat de la bossa compostable, probablement entre d'altres factors³², contribueix a que la FORM tingui una millor qualitat (9,68% en front 12,06%).

²⁸ Es consideren únicament aquells municipis que han implantat fonamentalment la recollida PAP al seu municipi, si bé no inclou les recollides PAP en recollides de FORM comercial en municipis que recullen la FORM domèstica amb sistemes no PAP.

²⁹ Es consideren tots els altres sistemes de recollida que no siguin PAP (àrea de vorera mitjançant contenidor al carrer o soterrat, recollides pneumàtiques, etc.) malgrat inclou les recollides PAP de FORM comercial, moltes d'elles amb bons resultats (encara que la majoria no utilitzen bossa compostable), la qual cosa contribueix a reduir el % total d'impropis a 11,33%; si no fos per això, aquest valor encara seria força més elevat.

³⁰ Sempre ens estem referint a mitjanes aritmètiques; per poder treballar amb mitjanes ponderades, caldria disposar de les tones de FORM dels circuits de recollida i les dades accessibles de l'ARC són de tones de FORM dels municipis, i no sempre l'equivalència és idèntica.

³¹ Sigui perquè es disposa d'una ordenança que així ho estableixi o bé perquè malgrat no disposar d'una ordenança no es recull la FORM si no s'ha dipositat dins una bossa compostable.

³² Segurament els municipis que recomanen l'ús de la bossa compostable, probablement també es preocupen d'altres aspectes (campanyes d'informació que arribin a la població, prestació d'un bon servei de recollida, etc.).

A la llum d'aquests resultats, semblaria conseqüent que aquells municipis que han demostrat de forma continuada la capacitat de recollir una FORM de tant alta qualitat poguessin gaudir, tant a nivell individual com col·lectiu, dels beneficis associats a la gestió d'aquesta FORM.

Excepte en algunes experiències, importants localment però aïllades a nivell de tot Catalunya, és una veritable llàstima que pràcticament es desaprofiti aquest esforç o, com a molt, serveixi per "millorar" la menor qualitat de la FORM d'altres municipis. I és que en haver de tractar la FORM de bona o molt bona qualitat en les mateixes instal·lacions on es gestiona la FORM de menor qualitat o de vegades de qualitats deficientes, es dissipa tot el benefici associat a una FORM d'excel·lent qualitat. Si que és cert que les tarifes diferenciades de tractament de la FORM intenten corregir econòmicament aquesta diferent qualitat de la FORM, però ni això és suficient ni en totes les instal·lacions el sistema tarifari discrimina suficientment els intervals d'impropis i les tarifes corresponents per a les FORM de diferent qualitat.

Caldria anar avançant en la línia d'intentar tractar de forma diferenciada aquests fluxos de FORM de bona o molt bona qualitat per tal d'obtenir-ne el màxim benefici ambiental, social i econòmic; quan sigui possible això ja s'hauria de plantejar dins les instal·lacions de compostatge existents, diferenciant clarament el tractament dels fluxos en funció de la seva qualitat, i si això no fos possible (per manca de disponibilitat d'espai, per saturació de la instal·lació o per altres motius), fora assenyat promoure una xarxa de plantes de compostatge a petita escala sobre el territori català, similarment a països europeus com Àustria, com a un model complementari a l'actual Pla Territorial Sectorial d'Infraestructures de Gestió de Residus Municipals (PTSIGRM), tal i com s'assenyala a l'Estudi de la implantació del compostatge de la fracció orgànica de residus municipals a petita escala (La Vola, 2009).

Aquestes instal·lacions haurien de ser tecnològicament senzilles, de baix cost d'inversió (menor necessitat d'equipament per a extreure i gestionar els impropis) i en conseqüència amb un menor cost d'explotació. Per compensar la incidència de les petites capacitats de tractament en els costos unitaris de tractament, fora raonable plantejar-se compartir personal i equipament, sempre i quan la distància entre les instal·lacions garantís la seva viabilitat.

La FORM candidata per aquestes instal·lacions seria principalment la procedent de municipis que han implantat la recollida porta a porta, amb menys d'un 2% d'impropis en la FORM (sovint amb valors molt inferiors a l'1% i amb absència total de vidre), nivells assolits gràcies a l'ús generalitzat i obligatori de les bosses compostables.

La necessitat de tractar la FORM de la manera més sostenible possible, en termes ambientals però també econòmics, i d'acord amb els principis de suficiència i proximitat, justificarien aquest tipus de plantes a petita escala en aquells àmbits on la FORM, recollida amb el sistema porta a porta i amb bossa compostable, és d'excel·lent qualitat.

5. LA BOSSA COMPOSTABLE I EL RETORN DELS CÀNONS

5.1. El retorn dels cànonS

El cànon sobre la deposició controlada de residus municipals es creà per la Llei 16/2003, de 13 de juny; el tipus de gravamen, de conformitat amb el previst a la Llei 8/2008, de 10 de juliol, és de 10 a 20 euros per tona de residu que es destini a dipòsit controlat en funció de si els ens locals han iniciat o no, respectivament, el desenvolupament de la recollida selectiva de la fracció orgànica, d'acord amb el Decret 1/2009, de 21 de juliol, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei reguladora dels residus.

La Llei 8/2008 de 10 de juliol crea el cànon sobre els residus municipals destinats a la incineració; el tipus de gravamen, de conformitat amb el previst en aquesta llei, és de 5 o 15 euros per tona de residu que es destini a incineració en funció de si els ens locals han iniciat o no, respectivament, el desenvolupament de la recollida selectiva de la fracció orgànica, d'acord amb l'esmentat Decret 1/2009.

Ambdós impostos es destinaran a optimitzar la gestió dels residus municipals.

Per l'any 2010, part de la recaptació es destina al tractament de la FORM recollida selectivament i a la recollida selectiva d'aquesta fracció.

Pel que fa al tractament de la FORM, els ens locals que justifiquin la recollida i lliurament a les plantes de tractament biològic de la FORM recollida selectivament rebran 33,5 euros per tona de FORM "bruta" entrada a planta³³, sense incloure la fracció vegetal (poda).

Pel que fa a la recollida de la FORM, els ens locals titulars d'aquest servei sol·liciten el retorn que té un import unitari de 8,5 euros per tona de FORM bruta recollida selectivament, sense incloure la fracció vegetal (poda), destinades a planta de compostatge i/o metanització. Sobre aquest import s'aplica uns coeficients de correcció:

- Segons el tipus de municipi³⁴:

Taula 5.1. Coeficients de correcció segons el tipus de municipi.

Municipi	Urbà	Semiurbà	Rural
Coeficient	1	1,28	1,5

³³ Això, només en el cas que la planta disposi d'un sistema tarifari en funció de la qualitat de la FORM; si no en disposa, llavors es descomptaria el % d'impropis i es pagaria únicament les tones de FORM netes.

³⁴ Urbà: municipis amb una població de dret superior a 50.000 habitants. Semiurbà: municipis amb una població de dret entre 5.000 i 50.000 habitants, no inclosos en la tipologia urbana. Rural: municipi amb una població de dret inferior als 5.000 habitants.

- Segons el percentatge d'impropis:

Taula 5.2. Coeficients de correcció segons el percentatge d'impropis.

Impropis	0<%≤5	5<%≤10	10<%≤15	15<%≤20	20<%≤25	%>25
Coeficient	2	1,5	1,2	1	0,1	0

D'aquí que el retorn de cànon en concepte de la recollida de FORM pot ser molt divers en funció de la combinació d'aquestes dues variables (taula 5.3), amb valors compresos en una forquilla que va des d'un mínim de 0 € fins un màxim de 25,50 €.

Això fa que, en el cas de màxim retorn (municipi de tipus rural i amb un % d'impropis inferior al 5%), el retorn de cànon en concepte de recollida (25,50 €) representi com a màxim un 43% sobre l'import total màxim de retorns de cànon per al seu grup de tipologia de municipi (59,00 €), i que en el cas de mínim retorn (municipi de tipus urbà i amb un % d'impropis superior al 25%), el retorn de cànon "garantit" en concepte de tractament (33,50 €) representi un 66% sobre el teòric import total màxim de retorns de cànon per al seu grup de tipologia de municipi (50,50 €).

Taula 5.3. Valors de retorn de cànon en concepte de la recollida de FORM en funció de la combinació dels coeficients de correcció (Tipologia de municipi i Percentatge d'impropis).

			Valor d'impropis					
			0<%≤5	5<%≤10	10<%≤15	15<%≤20	20<%≤25	%>25
			2	1,5	1,2	1	0,1	0
Tipologia de Municipi	Urbà	1	17,00	12,75	10,20	8,50	0,85	0,00
	Semiurbà	1,28	21,76	16,32	13,06	10,88	1,09	0,00
	Rural	1,5	25,50	19,13	15,30	12,75	1,28	0,00

Taula 5.4. Valors totals de retorns de cànon (tractament de FORM + recollida de FORM) en funció de la combinació dels coeficients de correcció (Tipologia de municipi i Percentatge d'impropis).

			Valor d'impropis					
			0<%≤5	5<%≤10	10<%≤15	15<%≤20	20<%≤25	%>25
			2	1,5	1,2	1	0,1	0
Tipologia de Municipi	Urbà	1	50,50	46,25	43,70	42,00	34,35	33,50
	Semiurbà	1,28	55,26	49,82	46,56	44,38	34,59	33,50
	Rural	1,5	59,00	52,63	48,80	46,25	34,78	33,50

5.2. La bossa compostable i el retorn dels cànon

Com ja ha estat esmentat anteriorment, la bossa compostable és un element de contenció de la fracció orgànica. Després de l'anàlisi efectuat en el present estudi a partir dels resultats de les caracteritzacions de la FORM, es pot afirmar que l'ús de les bosses compostables sobre tot en recollides porta a porta, pel fet de ser semitransparents, facilita un control dels impropis durant la recollida del residu. Per aquest motiu, pel fet de no utilitzar la bossa de plàstic de polietilè i per la major coresponsabilització del ciutadà que, convençut i informat del perquè fa ús de la bossa compostable, no introdueix en la matriu orgànica altres residus que no siguin biodegradables, el percentatge d'impropis és o molt baix o quasi inexistent.

Així doncs, l'ús de les bosses compostables pel fet d'influir molt positivament sobre la qualitat de la FORM tindrà una incidència rellevant³⁵ en el retorn del cànon pel concepte de la recollida selectiva de la FORM on l'import final depèn del percentatge d'impropis.

D'acord amb els criteris fixats per a l'any 2010, independentment de si el municipi és urbà, semiurbà o rural, passar d'un percentatge d'impropis inferior o igual al 5% a trobar-se entre el 5 i el 10% d'impropis implica una disminució del retorn del cànon en concepte de recollida de FORM del 25%, del 40% si es troba entre el 10 i el 15%, del 50% si es troba entre el 15 i el 20%, del 95% si es troba entre el 20 i el 25% i si el percentatge d'impropis és superior al 25% el retorn és nul.

D'acord amb les dades de caracteritzacions de la FORM de l'Agència de Residus de Catalunya per a l'any 2009, exportades del SDR-ARC, la mitjana aritmètica d'impropis de la FORM a Catalunya és del 10,34% i del 5,06% on es recull porta a porta.

Els municipis que han implantat l'ús obligatori de les bosses compostables per a la recollida selectiva de la FORM, normalment amb el model de recollida porta a porta que permet fer efectiva aquesta obligatorietat esmentada, tenen un percentatge d'impropis de l'1,53%, el que confirma clarament la repercussió positiva de l'ús generalitzat de la bossa compostable en la recollida selectiva de la FORM (veure capítol 4).

Si prenem, per exemple, els municipis que han iniciat la recollida porta a porta com a molt tard l'any 2008 i que a més són membres de l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Selectiva Porta a Porta i calculem, pel concepte Recollida selectiva de la FORM, el retorn dels cànon per valors d'impropis inferiors al 5% i entre el 5 i el 10% s'obté una diferència total entre un i l'altre retorn de 104.317,40 euros/any per al conjunt d'aquests municipis.

³⁵ Cal tenir present que aquesta incidència serà més o menys rellevant en funció de la revisió dels criteris de retorn de cànon que anualment efectua la Junta de Govern del Fons de Gestió de Residus.

Taula 5.5. Diferència de retorn dels cànons segons el percentatge d'impropis de la FORM.

Municipi	Padró 2009	Matèria orgànica Any 2009 (tones/any)	Retorn cànon 0<%≤5 (euro/any)	retorn cànon 5<%≤10 (euro/any)	Diferència (euro/any)
Tiana	7.590	647,82	14.096,56	10.572,42	3.524,14
Tona	7.955	1.058,77	23.038,84	17.279,13	5.759,71
Riudecanyes	1.083	117,58	2.998,29	2.248,72	749,57
Balenyà	3.743	371,40	9.470,70	7.103,03	2.367,68
Folgueroles	2.205	284,56	7.256,28	5.442,21	1.814,07
Malla	255	76,23	1.943,87	1.457,90	485,97
Santa Eulàlia de Riuprimer	1.052	117,27	2.990,39	2.242,79	747,60
Seva	3.370	446,96	11.397,48	8.548,11	2.849,37
Taradell	5.964	976,26	21.243,42	15.932,56	5.310,85
Viladrau	1.100	154,48	3.939,24	2.954,43	984,81
Aiguafreda	2.464	354,59	9.042,05	6.781,53	2.260,51
Sant Martí de Centelles	1.001	118,20	3.014,10	2.260,58	753,53
Arenys de Munt	8.190	708,88	15.425,23	11.568,92	3.856,31
Argentona	11.633	1.478,68	32.176,08	24.132,06	8.044,02
Canet de Mar	13.548	1.576,82	34.311,60	25.733,70	8.577,90
Lliçà de Vall	6.290	1.114,34	24.248,04	18.186,03	6.062,01
Martorelles	4.922	699,12	17.827,56	13.370,67	4.456,89
Sant Antoni de Vilamajor	5.444	746,36	16.240,79	12.180,60	4.060,20
Sant Feliu de Codines	5.702	557,42	12.129,46	9.097,09	3.032,36
Santa Eulàlia de Ronçana	6.802	1.035,32	22.528,56	16.896,42	5.632,14
Sant Sadurní d'Anoia	12.237	1.745,72	37.986,87	28.490,15	9.496,72
Olèrdola	3.462	296,08	7.550,04	5.662,53	1.887,51
Palau-Solità i Plegamans	14.070	2.008,29	43.700,39	32.775,29	10.925,10
Artesa de Lleida	1.517	124,32	3.170,16	2.377,62	792,54
Bellmunt del Priorat	354	36,21	923,36	692,52	230,84
Falset	2.864	180,35	4.598,93	3.449,19	1.149,73
Gratallops	266	11,65	297,08	222,81	74,27
Masroig	566	44,03	1.122,77	842,07	280,69
Morera de Montsant	153	5,70	145,35	109,01	36,34
Porrera	480	31,82	811,41	608,56	202,85
Torre de Fontaubella	147	10,11	257,81	193,35	64,45
Ulldemolins	481	35,20	897,60	673,20	224,40
Cornudella de Montsant	1.015	62,79	1.601,15	1.200,86	400,29
Garcia	602	139,54	3.558,27	2.668,70	889,57
Ginestar	1.066	44,18	1.126,59	844,94	281,65
Miravet	814	204,92	5.225,46	3.919,10	1.306,37
Rasquera	955	50,18	1.279,59	959,69	319,90
Tivissa	1.815	82,32	2.099,16	1.574,37	524,79
Torre de l'Espanyol	678	245,31	6.255,41	4.691,55	1.563,85
Batea	2.163	171,28	4.367,64	3.275,73	1.091,91
Fatarella	1.128	86,58	2.207,79	1.655,84	551,95
Gandesa	3.236	108,56	2.768,28	2.076,21	692,07
TOTAL	150.382	18.366,20	417.269,60	312.952,20	104.317,40

Font: www.arc.cat i elaboració pròpia

Les necessitats de bosses compostables per la totalitat de municipis membres de l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Selectiva Porta a Porta³⁶, tenint en compte que una llar formada per tres membres de mitjana utilitza unes 3 bosses a la setmana, serien aproximadament de 7.819.864 bosses/any. Si el preu de la bossa compostable, per comandes superiors a un milió de bosses, és aproximadament de 0,05 euros, la despesa seria al voltant d'uns 391.000 €/any i, per tant, d'acord amb la Taula 5.5, només amb la diferència de retorn que tindrien els municipis de l'Associació si optessin per implantar l'ús obligatori de la bossa compostable (el que previsiblement implicaria recollir una FORM amb baixos percentatges d'impropis, amb valors < 2%, sempre dins el tram de valors d'impropis < 5%) podrien comprar bosses compostables per cobrir les necessitats de més d'un trimestre de l'any.

5.3. El sistema airejat i el retorn dels cànons

Com es posa de manifest en el capítol 6, el sistema airejat (bossa compostable i cubell airejat), gràcies a la transpirabilitat i a la permeabilitat al vapor d'aigua de les bosses compostables, afavoreix l'evaporació de gran part de l'alt contingut en aigua de la matèria orgànica, arribant a reduccions acumulades del pes del residu del 4,7% al tercer dia de permanència a casa del cubell. A més a més, es redueixen els fenòmens fermentatius anaeròbics precursors de les males olors i les acumulacions de vapor d'aigua condensat en el fons del cubell; tot això tendeix a generar un major "confort" pel ciutadà, el que estimula la participació en la recollida selectiva de la FORM. Aquest fet ha estat ratificat a la prova pilot, essent el sistema airejat el preferit pels ciutadans.

En aquest sentit, un estudi italià (Bresolin & Guarnieri, 2007) on s'experimenta l'ús del cubell airejat amb bosses compostables (Mater-Bi i paper) i de polietilè en 233 famílies de la ciutat de Montebelluna assenyala que la freqüència de lliurament de la FORM per part dels ciutadans, calculada en funció del nombre de cubells buidats en els dies de recollida, és més constant on s'ha utilitzat la bossa compostable Mater-bi amb el cubell airejat, essent la menys constant on s'ha utilitzat el polietilè.

Amb tot, resulta difícil quantificar l'augment de la participació en la recollida selectiva de la FORM; el sistema airejat és relativament jove i encara manquen força dades. Per reduir variables s'hauria de comparar, per un mateix municipi, la quantitat de FORM recollida amb el sistema tradicional amb la recollida amb el sistema airejat, tenint en compte les possibles variacions poblacionals; ara bé, el cert és que rarament es passa del cubell tradicional a l'airejat en la totalitat del municipi; en general, el cubell airejat s'introdueix en les reposicions, per la gent nou vinguda, en campanyes de reforç, etc. Poden passar anys abans que el canvi sigui total.

³⁶ El càlcul s'ha fet conjuntament ja que una de les finalitats de l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida selectiva Porta a Porta, d'acord amb els seus estatuts, és «efectuar compres conjuntes de tot tipus de material (bosses compostables, cubells, etc.) de manera que comporti un estalvi econòmic per als membres [...]»

Una opció molt recomanable seria que, des de l'Agència de Residus de Catalunya, és promoguéssim un "pla renove" per a tots els municipis de Catalunya que ho desitgessin, pel qual l'Agència de Residus de Catalunya hauria d'assumir el compromís de finançar íntegrament el cost d'adquisició dels cubells airejats, i els municipis interessats haurien d'assumir el compromís fefaent d'incorporar a les ordenances municipals l'ús obligatori de les bosses compostables per a la recollida selectiva de la FORM, així com els mecanismes que permetin verificar el seu compliment, o bé el compromís d'incentivar i promoure, de forma continuada, l'ús de les bosses compostables.

Després d'exposar aquests conceptes contraposats pel que fa al pes del residu recollit amb el sistema airejat, cal tenir en compte que si li la pèrdua de pes del residu degut a l'evaporació de part del contingut d'aigua de la matèria orgànica és superior al presumible increment de pes recollit degut a l'augment de la participació ciutadana en la separació de la FORM, al municipi li pot repercutir en una disminució del retorn dels cànon sobre la disposició del rebuig. Ara bé, val a dir que aquesta major participació també es tradueix en un estalvi econòmic en disminuir la quantitat de residu que finalitza a l'abocador.

Un altre aspecte difícilment mesurable seria la fidelització de la participació, és a dir, el manteniment de la participació en la recollida selectiva de la FORM al llarg dels anys; malgrat la pèrdua de pes del sistema airejat en un moment inicial, una projecció a mig o llarg termini, podria fàcilment resultar favorable quantitativament a aquest sistema, per una major fidelització de la participació, en relació al sistema no airejat, que inicialment podria ser superior –al sistema airejat– però que al llarg del temps podria decaure per una pèrdua progressiva de la participació.

Amb l'objectiu de pal·liar aquest possible perjudici econòmic per als ajuntaments, s'han estudiat dos escenaris en funció del model de recollida implantat al municipi: escenari 1 pel model de recollida porta a porta i escenari 2 pel model de recollida en contenidors. Per a cada escenari s'analitza un municipi rural (4.999 habitants), un semiurbà (20.000 habitants) i un urbà (80.000 habitants) i es relacionarà la diferència de tones de FORM recollides a l'any, amb i sense el sistema airejat, amb el retorn del cànon, el cost de tractament de la FORM i el cost d'abocador³⁷.

Taula 5.6. Tarifa mitjana de tractament de la FORM 2010 a Catalunya en funció del % d'impureses (euros/tona).

	0<%≤5	5<%≤10	10<%≤15	15<%≤20	20<%≤25	25<%≤30	30<%≤35	35<%≤40
Mitjana aritmètica	41,27	45,65	49,41	52,25	58,08	63,31	73,76	74,52

Font: Elaboració pròpia a partir de dades facilitades per l'ARC

A partir de les dades de l'any 2009 sobre producció de residus municipals de les estadístiques de l'Agència de Residus de Catalunya i prenent per una banda els municipis que han implantat, en la seva totalitat, la recollida porta a porta de la FORM des d'abans del 2009 i per altra els que han implantat a tot el municipi la recollida en contenidors de la FORM, s'ha obtingut per a cada grup

³⁷ Es considera un cost mig d'abocador de 40 euros/tona més 10 euros/tona de cànon.

la quantitat mitjana de residus municipals generats, la quantitat mitjana de residu orgànic captat i el percentatge promig de captació d'aquesta fracció respecta la quantitat total generada, considerant que la FORM representa un 36% en pes del total de residus municipals (PROGEMIC 2007-2012).

Taula 5.7. Mitjana de la ràtio de generació de residus municipals, de la quantitat de FORM recollida selectivament i del percentatge de captació de la FORM, pels municipis que recullen els residus porta a porta i pels que ho fan en contenidors.

	kg RM/hab/dia	Kg FORM/hab/dia	% captació FORM
Escenari 1. Municipis porta a porta	1,28	0,332	72,14
Escenari 2. Municipis contenidors	1,47	0,132	25,06

Per a l'**escenari 1** (municipis amb model de recollida porta a porta) tenint en compte una reducció del pes del residu per l'idiosincràsia del sistema airejat del 4,3% (veure capítol 6) a les 56h³⁸ de permanència a casa de la FORM, sense considerar el possible augment de la participació dels ciutadans en la separació i recollida d'aquesta fracció, quan el percentatge d'impropis de la FORM és inferior al 10% el balanç econòmic anual per les tres tipologies de municipis és lleugerament negatiu, mentre que el balanç econòmic anual és lleugerament positiu per les tres tipologies de municipis quan el percentatge d'impropis de la FORM és troba entre el 10% i el 15%, situació gens pròpia de municipis amb model de recollida porta a porta.

Taula 5.8. Balanç econòmic sense augment de la participació ciutadana en la separació de la FORM pels municipis amb recollida porta a porta.

- *municipi rural de 4.999 habitants*

tones FORM/any sistema tradicional	tones FORM/any sistema airejat	diferència (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	balanç (€/any)
606,55	580,47	26,08			
	impropis	0<%≤5	-1.538,81	1.076,38	-462,43
		5<%≤10	-1.372,54	1.190,62	-181,92
		10<%≤15	-1.272,78	1.288,69	15,91

- *municipi semiurbà de 20.000 habitants*

tones FORM/any sistema tradicional	tones FORM/any sistema airejat	diferència (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	balanç (€/any)
2.426,67	2.322,33	104,35			
	impropis	0<%≤5	-5.766,21	4.306,40	-1.459,81
		5<%≤10	-5.198,57	4.763,44	-435,13
		10<%≤15	-4.857,98	5.155,78	297,81

- *municipi urbà de 80.000 habitants*

tones FORM/any sistema tradicional	tones FORM/any sistema airejat	diferència (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	balanç (€/any)
9.706,70	9.289,31	417,39			
	impropis	0<%≤5	-21.078,09	17.225,60	-3.852,49
		5<%≤10	-19.304,19	19.053,76	-250,43
		10<%≤15	-18.239,85	20.623,14	2.383,29

³⁸ Temps mitjà de permanència a casa de la FORM en freqüències de recollida porta a porta de 3 cops/setmana.

Ara bé, malgrat s'estima que la implantació del sistema airejat no farà incrementar en gran mesura la participació en la recollida de la FORM ja que el model porta a porta en sí ja comporta alts nivells de captació de FORM, assolir els percentatges de captació que s'exposen a la taula 5.9 permetria obtenir un balanç econòmic neutre.

Taula 5.9. Percentatge de captació per assolir un balanç econòmic neutre pels municipis amb recollida porta a porta.

% impropis FORM	% captació FORM		
	municipis rurals	municipis semiurbans	municipis urbans
0<%≤5	72,96	72,82	72,63
5<%≤10	72,52	72,38	72,18

L'increment més alt de participació es necessita pels municipis rurals amb un percentatge d'impropis de la FORM inferior al 5% el que representa respecte el percentatge mitjà de captació (72,14%) un augment de la quantitat anual de FORM recollida del 1,14%. Nivells de captació superiors als de la taula anterior provocarien balanços econòmics positius.

Taules 5.10. Balanç econòmic neutre amb increment de la participació dels ciutadans en la separació de la FORM pels municipis amb recollida porta a porta.

- municipi rural de 4.999 habitants

% impropis	tones FORM/any		dif. (tones)	retorn cànon (€/any)	Estalvi cost tractament FORM (€/any)	estalvi cost abocador (€/any)	balanç (€/any)
	s. tradicional	s. airejat					
0<%≤5	606,55	587,07	19,47	-1.148,92	803,66	345,26	0,00
5<%≤10	606,55	583,54	23,01	-1.210,89	1.050,39	160,49	0,00

- municipi semiurbà de 20.000 habitants

% impropis	tones FORM/any		dif. (tones)	retorn cànon (€/any)	Estalvi cost tractament FORM (€/any)	estalvi cost abocador (€/any)	balanç (€/any)
	s. tradicional	s. airejat					
0<%≤5	2.426,67	2.344,37	82,31	-4.548,32	3.396,83	1.151,48	0,00
5<%≤10	2.426,67	2.330,04	96,63	-4.814,32	4.411,35	402,96	0,00

- municipi urbà de 80.000 habitants

% impropis	tones FORM/any		dif. (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	estalvi cost abocador (€/any)	balanç (€/any)
	s. tradicional	s. airejat					
0<%≤5	9.706,70	9.351,97	354,72	-17.913,46	14.639,38	3.274,08	0,00
5<%≤10	9.706,70	9.294,05	412,65	-19.085,02	18.837,43	247,59	0,00

En el cas que no es detecti un augment de la participació i es mantinguin els mateixos percentatges de captació de la FORM d'abans d'implantar el sistema airejat (veure Taules 5.8) es podria pensar en l'aplicació d'uns factors de correcció³⁹ multiplicadors de la quantitat de FORM recollida i posteriorment

³⁹ Com s'especifica en el *Protocol de caracterització de la FORM procedent de la recollida selectiva dels residus municipals*, l'ARC ja aplica un factor de correcció, en el cas del paper-cartró i de les bosses de plàstic present com a impropis en la FORM recollida, per tal de corregir l'increment de pes que experimenten el paper i cartró i les bosses de plàstic en incorporar humitat procedent fonamentalment del residu orgànic. Aquesta mesura es tradueix en una disminució del % d'impropis de la FORM i, per tant, en un major retorn.

tractada per la qual es sol·licita el retorn dels cànon. Aquests compensarien la pèrdua econòmica degut a la pèrdua de pes del residu, tot i l'estalvi econòmic en el cost de tractament.

Taula 5.11. Factors de correcció de la FORM recollida i tractada pels municipis amb recollida porta a porta.

% impropis FORM	factor de correcció		
	municipis rurals	municipis semiurbans	municipis urbans
0<%≤5	1,0135	1,0114	1,0082
5<%≤10	1,0060	1,0038	1,0006

Per a l'**escenari 2** (municipis amb model de recollida en contenidors) tenint en compte una reducció del pes del residu per l'idiosincràsia del sistema airejat del 3,3% (veure capítol 6) a les 36h⁴⁰ de permanència a casa de la FORM sense considerar el possible augment de la participació dels ciutadans en la separació i recollida d'aquesta fracció, s'observa a la taula 5.12 la mateixa situació que en l'escenari 1, quan el percentatge d'impropis de la FORM és inferior al 10% el balanç econòmic anual per les tres tipologies de municipis és negatiu, mentre que el balanç econòmic anual és lleugerament positiu per les tres tipologies de municipis quan el percentatge d'impropis de la FORM és troba entre el 10% i el 15%, situació força pròpia de municipis amb model de recollida en contenidors.

Taula 5.12. Balanç econòmic sense augment de la participació ciutadana en la separació de la FORM pels municipis amb recollida en contenidors.

- *municipi rural de 4.999 habitants*

tones FORM/any sistema tradicional	tones FORM/any sistema airejat	diferència (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	balanç (€/any)
241,98	233,99	7,99			
impropis			0<%≤5	-471,13	329,55
			5<%≤10	-420,23	364,53
			10<%≤15	-389,68	394,55

- *municipi semiurbà de 20.000 habitants*

tones FORM/any sistema tradicional	tones FORM/any sistema airejat	diferència (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	balanç (€/any)
968,11	936,16	31,95			
impropis			0<%≤5	-1.765,42	1.318,48
			5<%≤10	-1.591,63	1.458,41
			10<%≤15	-1.487,35	1.578,53

- *municipi urbà de 80.000 habitants*

tones FORM/any sistema tradicional	tones FORM/any sistema airejat	diferència (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	balanç (€/any)
3.872,43	3.744,64	127,79			
impropis			0<%≤5	-6.453,41	5.273,90
			5<%≤10	-5.910,30	5.833,62
			10<%≤15	-5.584,43	6.314,12

⁴⁰ Temps mitjà de permanència a casa de la FORM suposant que tan freqüent és treure la bossa cada dia com cada dos dies.

En aquest cas, és més probable un augment significatiu de la participació en la separació de la FORM amb el sistema airejat. Assolint els percentatges de captació que s'exposen a continuació els balanços econòmics serien neutres. Els municipis que requereixen d'un increment més alt són els rurals amb impureses a la FORM per sota del 5% i necessiten tan sols un augment respecte el percentatge mitjà de captació de la FORM (25,06%) del 0,87%.

Taula 5.13. Percentatge de captació per assolir un balanç econòmic neutre pels municipis amb recollida en contenidors.

% impropis FORM	% captació FORM		
	municipis rurals	municipis semiurbans	municipis urbans
0<%≤5	25,28	25,24	25,19
5<%≤10	25,16	25,12	25,07

Taula 5.14. Balanç econòmic neutre amb increment de la participació dels ciutadans en la separació de la FORM pels municipis amb en contenidors.

- municipi rural de 4.999 habitants

% impropis	tones FORM/any		dif. (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	estalvi cost abocador (€/any)	balanç (€/any)
	s. tradicional	s. airejat					
0<%≤5	241,98	236,03	5,95	-350,83	245,40	105,43	0,00
5<%≤10	241,98	234,94	7,04	-370,28	321,20	49,08	0,00

- municipi semiurbà de 20.000 habitants

% impropis	tones FORM/any		dif. (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	estalvi cost abocador (€/any)	balanç (€/any)
	s. tradicional	s. airejat					
0<%≤5	968,11	942,96	25,14	-1.389,48	1.037,71	351,77	0,00
5<%≤10	968,11	938,54	29,56	-1.472,85	1.349,57	123,28	0,00

- municipi urbà de 80.000 habitants

% impropis	tones FORM/any		dif. (tones)	retorn cànon (€/any)	estalvi cost tractament FORM (€/any)	estalvi cost abocador (€/any)	balanç (€/any)
	s. tradicional	s. airejat					
0<%≤5	3.872,43	3.764,00	108,43	-5.475,91	4.475,07	1.000,84	0,00
5<%≤10	3.872,43	3.746,11	126,32	-5.842,50	5.766,71	75,79	0,00

Si no es manifesta un augment de la participació i es mantenen els mateixos percentatges de captació de la FORM d'abans d'implantar el sistema airejat es podrien introduir uns factors de correcció multiplicadors de la quantitat de FORM recollida i posteriorment tractada per la qual es sol·licita el retorn del cànon. Aquests compensarien la pèrdua econòmica degut a la pèrdua de pes del residu, tot i l'estalvi econòmic en el cost de tractament.

Taula 5.15. Factors de correcció de la FORM recollida i tractada pels municipis amb recollida en contenidors.

% impropis FORM	factor de correcció		
	municipis rurals	municipis semiurbans	municipis urbans
0<%≤5	1,0103	1,0086	1,0062
5<%≤10	1,0045	1,0029	1,0004

En el supòsit que el retorn dels cànonns en un futur disminuís o bé desaparegués, amb la implantació del sistema airejat, sempre que l'increment de participació en la recollida per part dels ciutadans (si n'hi ha) sigui menor a la pèrdua de pes del residu per l'evaporació del contingut d'aigua de la FORM, hi hauria un estalvi en el cost de tractament que es podria reinvertir en l'adquisició de bosses compostables.

Aquest estalvi, si ens basem amb les dades de la taula 5.8 i taula 5.12, i considerant que una bossa compostable costa al voltant d'uns 0,05 euros, permetria cobrir entre un 8% i un 9% del cost del consum anual de bosses per habitant en recollides porta a porta i entre un 2,5% i un 2,8% en recollides en contenidors.

A tall d'exemple, tenint en compte les necessitats de bosses compostables dels membres de l'Associació de Municipis Catalans per a la Recollida Selectiva Porta a Porta i el preu de les bosses compostables, amb l'estalvi en el cost de tractament es podrien comprar bosses per cobrir el consum d'un mes⁴¹.

⁴¹ Aquests càlculs no contemplen que, amb la implantació del sistema airejat, pot disminuir el nombre de bosses compostables usades, ja que en el sistema airejat no només disminueix el pes de la FORM sinó també el seu volum i per tant la necessitat en bosses compostables, el que suposa un estalvi afegit addicional.

Taula 5.16. Estalvi en el cost de tractament al implantar el sistema airejat (sense considerar increment de participació) segons el percentatge d'impropis de la FORM.

Municipi	Matèria orgànica (tones/any)	Matèria orgànica s. airejat tones/any)	Diferència (tones/any)	Estalvi cost tractament impropis 0<=%≤5 (euro/any)	Estalvi cost tractament impropis 5<=%≤10 (euro/any)
Tiana	647,82	619,96	27,86	1.149,63	1.271,64
Tona	1.058,77	1.013,24	45,53	1.878,90	2.078,31
Riudecanyes	117,58	112,52	5,06	208,66	230,80
Balenyà	371,40	355,43	15,97	659,09	729,04
Folgueroles	284,56	272,32	12,24	504,98	558,58
Malla	76,23	72,95	3,28	135,28	149,64
Santa Eulàlia de Riuprimer	117,27	112,23	5,04	208,11	230,20
Seva	446,96	427,74	19,22	793,18	877,36
Taradell	976,26	934,28	41,98	1.732,48	1.916,35
Viladrau	154,48	147,84	6,64	274,14	303,24
Aiguafreda	354,59	339,34	15,25	629,26	696,04
Sant Martí de Centelles	118,20	113,12	5,08	209,76	232,02
Arenys de Munt	708,88	678,40	30,48	1.257,99	1.391,50
Argentona	1.478,68	1.415,10	63,58	2.624,08	2.902,57
Canet de Mar	1.576,82	1.509,02	67,80	2.798,24	3.095,22
Lliçà de Vall	1.114,34	1.066,42	47,92	1.977,52	2.187,39
Martorelles	699,12	669,06	30,06	1.240,67	1.372,34
Sant Antoni de Vilamajor	746,36	714,27	32,09	1.324,50	1.465,07
Sant Feliu de Codines	557,42	533,45	23,97	989,20	1.094,19
Santa Eulàlia de Ronçana	1.035,32	990,80	44,52	1.837,29	2.032,28
Sant Sadurní d'Anoia	1.745,72	1.670,65	75,07	3.097,97	3.426,76
Olèrdola	296,08	283,35	12,73	525,43	581,19
Palau-Solità i Plegamans	2.008,29	1.921,93	86,36	3.563,93	3.942,17
Artesa de Lleida	124,32	118,97	5,35	220,62	244,03
Bellmunt del Priorat	36,21	34,65	1,56	64,26	71,08
Falset	180,35	172,59	7,76	320,05	354,02
Gratallops	11,65	11,15	0,50	20,67	22,87
Masroig	44,03	42,14	1,89	78,14	86,43
Morera de Montsant	5,70	5,45	0,25	10,12	11,19
Porrera	31,82	30,45	1,37	56,47	62,46
Torre de Fontaubella	10,11	9,68	0,43	17,94	19,85
Ulldemolins	35,20	33,69	1,51	62,47	69,10
Cornudella de Montsant	62,79	60,09	2,70	111,43	123,25
Garcia	139,54	133,54	6,00	247,63	273,91
Ginestar	44,18	42,28	1,90	78,40	86,72
Miravet	204,92	196,11	8,81	363,65	402,25
Rasquera	50,18	48,02	2,16	89,05	98,50
Tivissa	82,32	78,78	3,54	146,09	161,59
Torre de l'Espanyol	245,31	234,76	10,55	435,33	481,53
Batea	171,28	163,91	7,37	303,96	336,21
Fatarella	86,58	82,86	3,72	153,65	169,95
Gandesa	108,56	103,89	4,67	192,65	213,10
TOTAL	18.366,20	17.576,45	789,75	32.592,84	36.051,93

6. EL SISTEMA AIREJAT

6.1. Introducció

La separació de la FORM s'ha fet, des dels seus inicis i fins no fa massa, amb un cubell tancat i amb una bossa de polietilè o, en el millor dels casos, una bossa compostable. En aquests últims anys s'ha introduït una nova modalitat, que preveu la utilització d'un cubell perforat en tota o bona part de la seva superfície combinat amb l'ús de bosses compostables. Aquest sistema s'anomena de forma col·loquial i també en publicacions científiques "*sistema airejat*".

Gràcies a la transpirabilitat i a la permeabilitat al vapor d'aigua de les bosses compostables, el sistema airejat afavoreix l'evaporació de bona part de l'alt contingut d'aigua de la matèria orgànica provocant reduccions del pes del residu durant la seva permanència en el cubell.

El valor de reducció del pes de la FORM assolit depèn bàsicament de: la tipologia de la fracció orgànica separada, de la freqüència de recollida de la FORM (buidat del cubell), de la geometria del cubell perforat, de si aquest està tapat o no, de la situació del cubell (dins un armari, damunt el taulell de la cuina, al balcó, etc.), de la temperatura i humitat ambiental, així com del corrent d'aire a l'interior o exterior de la llar (al qual està sotmès el cubell). El sistema airejat té clarament un efecte minimitzador dels residus generats.

Els cubells airejats que presenten forats des de la base fins a la tapa permeten un "efecte xemeneia" (pas de l'aire de fora cap endins i de baix cap a dalt) molt eficaç. El continu intercanvi d'aire entre el residu i l'ambient on es troba aquest, permet reduir els fenòmens fermentatius, anaeròbics (putrefacció), i, per tant l'aparició de males olors, retarda l'aparició de fongs i també reduir l'acumulació de vapor d'aigua condensat en el cubell; disminueixen, així, les problemàtiques que més freqüentment incomoden els ciutadans que fan la recollida selectiva de la FORM, i que sovint representen un bon pretext per no efectuar o deixar de fer aquesta recollida selectiva. Els sistema airejat incrementa a més la capacitat de resistència mecànica de la bossa compostable; aquesta resta molt més eixuta i en facilita el seu transport.

Tot això redueix les molèsties i genera un major "confort" que pot estimular la participació i augmentar la quantitat i la qualitat de la FORM recollida, disminuint els costos de tractament finalista en disminuir la quantitat de fracció resta generada.

6.2. Recull bibliogràfic

En diferents zones del Nord d'Europa, caracteritzades per recollir la FORM amb una freqüència setmanal o quinzenal, intentaren millorar les condicions d'emmagatzematge del residu orgànic a l'interior de les llars aprofitant la característica de transpirabilitat de les bosses compostables utilitzant cubells airejats. Així va néixer el "sistema airejat".

Tenint com a partida les indicacions provinents de l'àrea escandinava i ja utilitzades en altres regions europees, es verificà la funcionalitat del sistema airejat també en les condicions d'ús mediterrani: altes freqüències de recollida i amb un residu orgànic amb força més humitat.

En aquest sentit sorgeixen diferents estudis que es descriuen breument a les taules 6.1 i 6.3. Tres d'ells experimenten el sistema airejat en zones amb baixes freqüències de recollida de la FORM (estudis 1, 3 i 4), els altres quatre on la freqüència de recollida és major (àrea mediterrània).

Taula 6.1. Recull bibliogràfic sobre estudis precedents sobre el "sistema ventilat".

Estudi	Autors	Organisme	Any	Freqüència recollida FORM
1	Insam & Klammer	Institute of Microbiology University of Innsbruck	2002	Baixa
2	Martín	Novamont S.p.A.	2002	Alta
3	Aasen	Norwegian Centre for Soil and Environmental Research	2004	Baixa
4	Rodger <i>et al.</i>	Network Recycling i Bexley Council	2005	Baixa
5	Colombo <i>et al.</i>	Novamont S.p.A.	2005	Alta
6	----	Scuola Agraria del Parco di Monza	2006	Alta
7	Bresolin & Guarnieri	Consorzio Azienda Treviso Tre	2007	Alta

Només l'estudi 3 especifica el **posicionament dels cubells** durant la prova, assenyalant que aquests es trobaven per separat en laboratoris diferents i a una alçada del terra d'entre 60 i 80 cm.

En els altres estudis, en general i per les proves de laboratori, es descriu les **condicions de laboratori**, indicant que els cubells es trobaven en locals a temperatures entre 20 i 25°C.

Pel que fa al **tipologia de FORM** utilitzada aquesta és molt variada, alguns la reconstitueixen per aconseguir un residu homogeni per a tots els tests (estudis 3, 5 i 7), altres agafen FORM de restaurants (estudis 2 i 6) i també FORM domèstica acabada de recollir (estudi 1 i 4).

En tots aquests estudis, menys en els d'escala real, la **disposició de la FORM en el sistema airejat** s'ha constituït de manera **estàtica**, ja que des del primer moment s'ompliren completament les bosses amb residu orgànic (no se'n va tornar a afegir més al llarg de la prova) i s'inicià el seu control (evolució de la pèrdua de pes i d'altres paràmetres).

Tots els **controls** es caracteritzen en fer un **anàlisi quantitatiu** sobre la pèrdua de pes del residu i un **anàlisi qualitatiu** sobre la presència de lixiviats, olors, floridures i sobre el comportament de les bosses. L'estudi 7, a més, determina l'índex respiromètric de la FORM i la permeabilitat al vapor d'aigua, a l'oxigen i als compostos odorífers de les bosses.

L'estudi 4 i el 7 fan una **prova a escala real**, en ambdós casos s'ajuden d'un qüestionari amb preguntes per obtenir més informacions de les famílies. A l'estudi 4 s'analitza, sobretot, la conveniència dels contenidors airejats (imatge 6.1) situats a l'exterior per emmagatzemar la FORM fins el dia de la seva recollida.

Imatge 6.1. Contenedor airejat al carrer (Estudi 4).



Pel que fa al **tipologia de bosses**, en tots els estudis, menys en l'estudi 4, les bosses compostables són de Mater-Bi, i en l'estudi 6 i 7 també es proven les bosses compostables de paper.

Pel que fa als **resultats**, les majors pèrdues de pes del residu orgànic s'obtenen amb els sistemes airejats, essent més pronunciades les dels cubells airejats sense laterals (imatge 6.2) i quan s'utilitzen les bosses compostables de paper.

Imatge 6.2. Cubell airejat sense laterals.



En la taula 6.2 es mostra el major nombre de dades sobre pèrdues de pes, comparables entre elles, del tercer dia d'emmagatzematge de la FORM i de la combinació cubell airejat (amb tapa) i bossa compostable de Mater-Bi.

Taula 6.2 Pèrdues de pes de la FORM al tercer dia d'emmagatzematge.

Estudis	% pèrdua de pes
2	6,6
3	5
5	11,2-18,4
6	16,1
7	7

Com es pot observar es distingeixen dos grups: per una banda els estudis 2, 3 i 7 i per l'altra els estudis 5 i 6. Les dades que integren cada grup són semblants entre elles però força diferents respecte les de l'altre grup. Com s'ha descrit anteriorment, el valor de reducció del pes de la FORM assolit depèn de múltiples variables:

- Pel que fa a la tipologia de FORM el valor més baix és el de l'estudi 3, estudi noruec amb FORM reconstituïda, ara bé els altres estudis (2, 5, 6 i 7) tots són de l'àrea mediterrània amb FORM suposadament amb més contingut d'aigua i trobem també valors baixos.
- Pel que fa a la temperatura dels laboratoris era de 20°C per l'estudi 3, 6 i 7, de 25°C per l'estudi 5 i en l'estudi 2 s'especifica que la prova es va fer en els mesos de juliol i setembre.
- Només es disposa dels valors d'humitat relativa dels laboratoris dels estudis 3, 5 i 6, i aquesta oscil·lava entre el 25 i el 40%, entre el 70-80% i el 46,% de mitjana, respectivament.

Totes aquestes informacions no aclareixen el perquè de la diferència entre els valors de pèrdua de pes del residu d'un i altre grup. Per tant se suposa que la geometria del cubell hi pot jugar un paper important. Ja en l'estudi 5 on es testen, en les mateixes condicions, diferents tipus de cubells airejats s'observa una diferència notable entre els percentatges de pèrdua de pes de 7,2 punts. En la imatge 6.3 es poden observar els cubells dels estudis 2, 3, 5, 6 i 7.

Els cubells airejats de l'estudi 2 i 3 són de geometria igual i la tapa conté micro forats. Efectivament les pèrdues de pes de la FORM són molt semblants. De l'estudi 5 tenim una imatge dels cubells testats però no tenim informació sobre a quin correspon cada pèrdua. Pel que fa al cubell de l'estudi 6 (igual que un dels cubells de l'estudi 5 però de diferent color), a cop d'ull ja s'observa que la superfície lliure d'intercanvi amb l'exterior per on s'evaporarà el contingut d'aigua de la FORM, tant dels laterals com de la tapa, és major que la dels altres cubells dels estudis (2, 3 i 7) i, per tant, el percentatge de pèrdua de pes és un dels més alts. I finalment, suposem que el cubell de l'estudi 7 té lleugerament més superfície lliure d'intercanvi que els de l'estudi 2 i 3 d'acord amb el resultat de pèrdua de pes de la FORM.

Imatge 6.3. Cubells airejats de la bibliografia.



La ubicació del cubell airejat influencia de manera important en la pèrdua de pes del residu orgànic i està directament relacionat amb la corrent d'aire a l'interior o exterior de la llar. Només l'estudi 3 especifica la situació dels cubells en els laboratoris, aquests estaven a una alçada del terra d'entre 60 i 80 cm; presumiblement els cubells dels altres estudis es trobaven en posicions semblants o al terra. En canvi, a la realitat, sovint el cubell es troba dins l'armari de la cuina de sota la pica, allí el corrent d'aire és molt reduït. Probablement estudiar-ho en aquesta situació donaria la millor estimació sobre la pèrdua de pes de la FORM en el sistema airejat. L'estudi 3 assenyala que la pèrdua de pes després de 8 dies d'emmagatzematge en ambient obert però a l'interior del laboratori fou del 20% i situant els cubells a l'interior d'un armari la pèrdua de pes fou un 40% menor, del 12%.

Pel que fa al resultats dels anàlisis qualitius el millor comportament és el del sistema airejat on els lixiviats, les males olors i les floridures són quasi inexistent. En tots els estudis el comportament de les bosses compostables amb els cubells airejats ha estat satisfactori.

De les enquestes realitzades a les famílies, allí on s'ha fet les proves a escala real, el sistema airejat és el que més ha agradat; en l'estudi 4 s'observa una major participació en la recollida i menor nombre d'impropis i en l'estudi 7 el sistema airejat amb bossa de Mater-Bi ha resultat el més positiu, en relació a les bosses de paper ja que en aquestes es detecten algunes ruptures, s'adapten menys al cubell i ocupen més espai d'emmagatzematge mentre no s'utilitzen.

Taula 6.3. Resum del recull bibliogràfic sobre el sistema airejat.

Estudis	Tests	Descripció	Anàlisis	Resultats
1 Proves laboratori	<ul style="list-style-type: none"> - CA sense laterals + BC - CnoA + BC - CnoA + BnoC 	<ul style="list-style-type: none"> - Període: maig-juny 2002 - Prova estàtica, emplenament dels cubells amb FORM domèstica - 15 repeticions per test - Observacions al tercer, setè i catorzè dia 	<ul style="list-style-type: none"> - Pèrdua de pes del residu - Aspecte visual i emissions d'olors - Nombre de colònies de fongs 	<ul style="list-style-type: none"> - Major pèrdua de pes: CA+BC 15%, 32% i 52% després de 3, 7 i 14 dies - Presència de lixiviats i males olors al 14è dia menys en CA+BC; pèrdua total propietats mecàniques de les bosses de CnoA+BC al 14è dia; amb CA+BC les bosses es mantenen estables - Menor nombre colònies fongs: CA+BC
2 Proves laboratori	<ul style="list-style-type: none"> - CA amb tapa + BC - CA sense tapa + BC - CA amb tapa + BnoC - CA sense tapa + BnoC - CnoA + BC - CnoA + BnoC 	<ul style="list-style-type: none"> - Període: juliol-setembre 2002 - Prova estàtica, emplenament dels cubells amb FORM comercial (restaurant + fruiteria) - 3 repeticions per test - Observacions diàries durant 7 dies 	<ul style="list-style-type: none"> - Pèrdua de pes del residu - Anàlisi qualitatiu: lixiviats, olors, floridures, així com del comportament de les bosses 	<ul style="list-style-type: none"> - Major pèrdua de pes: CA sense tapa+BC 13,2%, 17,4%, i 27,7% després de 3, 4 i 7 dies. CA amb tapa+ BC: 6,6%, 9,3% i 17,7%, respectivament - Presència de floridures, lixiviats i males olors a partir del 3r dia en CnoA+BC; floridures també en CnoA+BnoC - BC resistents fins el 7è dia; BnoC alguna ruptura
3 Proves laboratori	<ul style="list-style-type: none"> - CA amb tapa + BC - CA sense tapa + BC - CnoA + BC 	<ul style="list-style-type: none"> - Condicions assaig: 20°C - Prova estàtica, emplenament dels cubells amb FORM reconstituïda - Cubells en laboratoris separats i situats a 60-80 cm per sobre del terra, en ambient ventilat - Observacions diàries durant 8 dies 	<ul style="list-style-type: none"> - Pèrdua de pes del residu - Desenvolupament de floridures i olors - Comportament de les bosses compostables 	<ul style="list-style-type: none"> - Major pèrdua de pes: CA sense tapa+BC 22% després de 8 dies; 19% CA amb tapa+BC i 3% en CnoA+BC - CA sense tapa+BC dins armari cuina 12% de pèrdua de pes després de 8 dies - La velocitat de reducció diària de pes fou baixa en els dos primers dies i va augmentar a partir del 3r dia. La pèrdua de pes està relacionada amb la humitat relativa. Entre el 1er i 2on dia la HR va baixar del 40 al 25% i va romandre estable 40-35% del 3er al 6è dia. - A partir del 4rt dia apareixen floridures aquestes acaben cobrint tota la superfície en CnoA+BC i CA amb tapa+BC. Les males olors amb el CnoA són molt fortes. En CA sense tapa+BC els micelis no són visibles fins al 6è dia i no es generen les males olors. - La mosca de la fruita va estar present al 3er dia al voltant dels CA i al 8è dia al voltant del CA sense tapa - Totes les bosses compostables testades mantingueren la seva integritat

Estudis	Tests	Descripció	Anàlisis	Resultats
4 Prova a escala real	<ul style="list-style-type: none"> - CA+BP - CoA + BP 	<ul style="list-style-type: none"> -Període: gener-desembre 2004 -300 famílies de London Borough of Bexley - Freqüència de recollida: Resta 1 cop/set; FORM i reciclables secs cada dos setmanes, en setmanes alternes 	<ul style="list-style-type: none"> - Pes de les diferents fraccions recollides per família al febrer, maig i setembre 04 - Composició dels residus - Enquesta a les famílies octubre 2004 - Altres observacions 	<ul style="list-style-type: none"> - Els resultats de les enquestes no coincideixen amb els resultats de producció de residus. Ex: el 91% dels enquestats diu que utilitza el CoA i dels resultats de producció només emergeix un 70% - El buidatge del contenidors CoA és més ràpid, ja que els residus de l'interior de les BP cauen amb més facilitat; no hi ha líquids, els contenidors estan més nets i no hi ha problemes de pudors. - S'observen menys impropis en la FORM de CoA+BP i la quantitat de FORM recollida és superior respecte on s'utilitza el contenidor tradicional (més participació)
5 Proves laboratori	<ul style="list-style-type: none"> - CA + BC (6 tipus diferents de CA) - CnoA + BC 	<ul style="list-style-type: none"> - Condicions climàtiques: 25°C, 70-80% d'humitat - Prova estàtica, emplenament dels cubells amb FORM reconstituïda - Observacions després del tercer, cinquè i setè dia 	<ul style="list-style-type: none"> - Pèrdua de pes del residu - Eficiència del cubell - Eficiència de la bossa 	<ul style="list-style-type: none"> - Pèrdues de pes pels CA+BC al 3er dia des de 11,20% a 18,40%; al 5è dia des de 20,8% a 33,53% i al 7è dia des de 32,6 a 41,33% - el 50% dels CA+BC testats presenten condensacions en tot el cubell i les BC estan mullades, amb micro ruptures però transportables, a partir del 7è dia - CnoA+BC presenta aigua en el fons del cubell i la BC està mullada, amb micro ruptures però transportables, a partir del 5è dia
6 Proves laboratori	<ul style="list-style-type: none"> - CA + BC - CA + BnoC - CA + BP - CA sense laterals+BC - CA sense laterals+BnoC - CA sense laterals+BP - CnoA + BC - CnoA + BnoC - CnoA + BP 	<ul style="list-style-type: none"> - Condicions assaig: aprox 20°C, 46,7% d'humitat (mitjana d'una setmana) Prova estàtica, emplenament dels cubells amb FORM comercial (restaurant) i bledes tallades - 5 repeticions per test - Observacions després del segon, tercer i setè dia 	<ul style="list-style-type: none"> - Pèrdua de pes del residu - Anàlisi qualitatiu: llixiviats, floridures, així com de possibles ruptures de les bosses 	<ul style="list-style-type: none"> - Major pèrdua de pes: CA sense laterals+BP 17,3%, 22,9% i 35% després de 2, 3 i 7 dies. CA+BC: 11,7%, 16,1% i 25,8%, respectivament -Lixiviats: només en CnoA + BC i CnoA + BP. -Ruptures: un cas en les bosses de paper i polietilè i alguns casos de ruptures mecàniques i altres degudes a la biodegradació en les bosses compostables - Floridures: a partir del 2on dia en tots els tests. Menys accentuat en els sistemes airejats - Altres consideracions: sistemes airejats olors menys fortes; BP menys adaptable al cubell i ocupa més espai a casa mentre no s'utilitza

Estudis	Tests	Descripció	Anàlisi	Resultats
7 Proves laboratori	- CA + BP - CA + BC - CA + BnoC	- Condicions climàtiques: 20°C - Prova estàtica, emplenament dels cubells amb FORM seleccionada i homogènia	- Propietats mecàniques de les bosses abans de l'ús - Permeabilitat a l'oxigen, al vapor d'aigua i als compostos odorífers de les bosses - Índex respiromètric de la FORM - Pèrdua de pes del residu	- Major pèrdua de pes: CA+BP 19,1% al tercer dia; 7% CA+BC - La BP és més permeable als compostos odorífers - Índex respiromètric major en la FORM continguda en la BP
7 Prova a escala real	- CA + BP: zona A - CA + BC: zona B - CA + BnoC: zona C	- Període: del 4/01 al 26/02/07 - S'ha dividit 233 famílies de Montebelluna en tres zones per experimentar a l'hora cada test - S'ha repartit a cada família un cubell airejat de 10L, un cubell pel lliurament de la FORM de 25L i les bosses (paper, Mater-Bi o polietilè, segons la zona) - Freqüència de recollida: 2 cops/set.	- Pes net dels residus recollits per família - Volum del residu dels cubells de 25L - Enquesta a les famílies	- La mitjana de FORM recollida és: 0,25 kg/hab.dia a la zona A; 0,30 kg/hab.dia a la zona B i 0,33 kg/hab.dia a la zona C - Lliurament de la FORM més constant en la zona B, el menys constant en la zona C - En la majoria dels casos el contenidor pel lliurament de la FORM és suficient - El sistema CA+BC és el que més ha agradat; la BC manté les propietats i es forada menys que la BP; és produeixen menys líquids en el cubell, menys pudors i menys insectes; tant per la BP com per la BC (menys) els enquestats es lamenten de la dificultat de lligar-la i de que la prova s'ha fet en un període poc crític degut a les baixes temperatures

Notes: CA: cubell airejat;
CnoA: cubell no airejat;
CoA: contenidor airejat;
BC bossa compostable;
BnoC bossa no compostable de polietilè;
BP bossa de paper

Font: 1. Insam & Klammer, 2002; 2. Martín, 2002; 3. Aasen, 2004; 4. Rodger *et al*, 2005; 5. Colombo *et al*, 2005; 6. Scuola Agraria del Parco di Monza, 2006; 7. Bresolin & Guarnieri, 2007.

6.3. Determinació de l'eficiència dels cubells airejats en la recollida de la fracció orgànica dels residus municipals

Per a la realització de l'estudi que s'exposarà en el present capítol s'ha comptat amb la col·laboració del Grup de compostatge de residus sòlids orgànics del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat Autònoma de Bellaterra (veure Annex 9.1)

L'objectiu és provar a nivell tècnic quines millores pot aportar l'ús de cubells airejats i bosses compostables en la recollida de la Fracció Orgànica de Residus Municipals (FORM).

El projecte es desenvolupa en dues parts, unes proves quantitatives a escala laboratori i unes proves qualitatives a escala real. En ambdós estudis s'experimentaren les següents combinacions:

- 1) Cubell airejat amb bossa compostable [CA + BC]
- 2) Cubell airejat amb bossa de polietilè [CA + BnC]
- 3) Cubell no airejat amb bossa compostable [CnoA + BC]
- 4) Cubell no airejat amb bossa de polietilè [CnoA + BnC]

Les característiques dels materials emprats s'especifiquen a les taules 6.4 i 6.5 i la imatge 6.4.

Taula 6.4. Característiques nominals de les bosses utilitzades en els assaigs.

	Bossa compostable	Bossa no compostable
Material	Mater-Bi	HDPE
Color	Transparent	Beige
Tancament	Convencional	"Tanca fàcil"
Amplada (cm)	45	45
Llargada útil	44	47
Espessor equivalent (μ)*	17,5	28
Densitat (g/dm^3)	1.200	920
Opacitat (Lux)	300	800
Dard – Test (G)	300	120
Esgallat longitudinal (mN)	2.000	1.840
Càrrega assaig caiguda (kg)	3	3
Esgallat transversal (mN)	800	7.040
Res. Tracció longitudinal (N)	13	28
Res. Tracció transversal (N)	12	21
Allargament longitudinal (%)	200	528
Allargament transversal (%)	650	810

Font: Saplex SA

* Tenint en compte que el mètode de control del procés és gravimètric i que depèn de la densitat, es defineix l'espessor equivalent com l'espessor que correspondria a un pes per unitat determinat amb una densitat de massa prefixada.

Criteri d'acceptació: mètode de control descrit en la I-1012. Prova d'ús segons UNE EN 13592 amb els valors de referència descrits en la taula.

Taula 6.5. Característiques dels cubells utilitzats en els assaigs.

	Cubell airejat	Cubell no airejat
Material	Polipropilè	Polipropilè copolímer
Color	Marró	Marró
Tancament	Mànec amb tanca de seguretat a la tapa antivessament	Mànec amb tanca de seguretat a la tapa antivessament
Capacitat (L)	10	10
Amplada (mm)	285	215
Fondària (mm)	200	210
Alçada (mm)	320	295
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Fissures a les quatre parets, en el fons i a la tapa - Sistema de subjecció de la bossa - Mànec de subjecció de tapa 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de subjecció de la bossa - Mànec de subjecció de tapa

Font: Neticont

Imatge 6.4. Cubell airejat (esquerra) i no airejat (dreta) utilitzats en els assaigs.



6.3.1. Estudis a escala laboratorí (assaig quantitatiu)

De l'estudi a escala laboratorí cal destacar, com a novetat en relació a d'altres estudis similars precedents, que la **disposició de la FORM en el sistema airejat** (l'emplenament dels cubells testats) s'ha constituït de manera **dinàmica**, és a dir, a cada cubell i cada dia s'omplia aproximadament una quarta part del seu volum amb FORM fresca⁴². Quan el cubell estava ple, després de quatre dies, es considerava que l'experiment havia acabat. Amb aquest procediment, és el primer estudi –que tinguem coneixement– que intenta simular la situació real de la generació i deposició al cubell que es fa a les llars. Probablement, això comportaria a priori unes pèrdues de pes menors en relació als estudis precedents, amb disposició de la FORM de manera estàtica, però molt més properes a la realitat.

Durant l'assaig, que es va dur a terme per triplicat per a cadascuna de les quatre combinacions, es van fer registres de pes en cada cubell, per poder avaluar-ne les pèrdues. També es van fer mesures de temperatura. Es varen determinar les concentracions i perfils d'emissió de quatre gasos concrets: metà, N₂O, amoníac i els Compostos Orgànics Volàtils (COVs) com a conjunt. El material de les rèpliques de cada combinació es va barrejar en una sola mostra final sobre la que es van realitzar els assajos de humitat, matèria orgànica i Índex Respiromètric Dinàmic (IRD). Aquests tres paràmetres també es van determinar en la FORM inicial de partida.

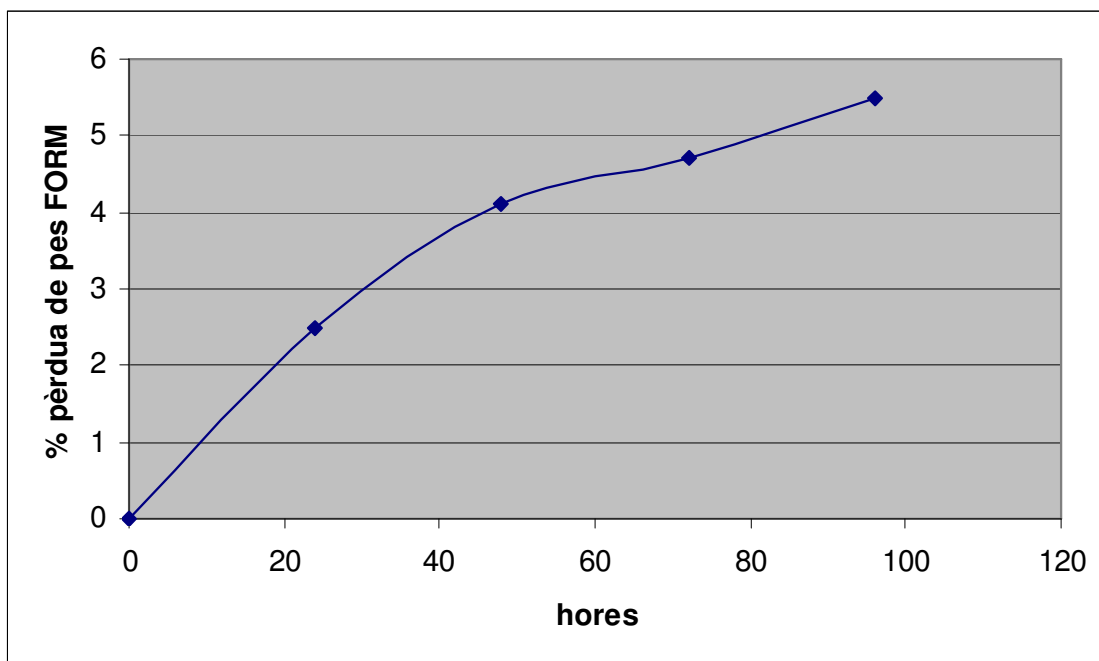
La millor combinació en termes de pèrdua de pes es dona en la combinació cubell airejat+bossa compostable. En el gràfic 6.1 s'observen les pèrdues de pes de la FORM durant els quatre dies de durada de l'experiment. Aquests resultats estan en sintonia amb els dels estudis de la bibliografia analitzada (veure taula 6.2). En concret en l'estudi 7 on s'utilitza el mateix cubell airejat que s'ha utilitzat en aquestes proves, la pèrdua de pes al tercer dia d'emmagatzematge de la FORM és del 7%. En el nostre estudi aquesta és del 4,7%, un valor menor que ja era previsible degut a l'emplenament dinàmic dels cubells amb FORM.

Un dels dubtes sorgits en avaluar les pèrdues de pes era el fet que la FORM hagués pogut patir pèrdues abans d'iniciar l'assaig, ja que es tractava de FORM recollida i no acabada de generar. Per aclarir aquest punt, es va fer afegir una petita prova que consistia en repetir els quatre casos d'estudi (combinacions entre bossa compostable o no i cubell airejat o no) durant 7 dies. Els cubells, però, s'ompliren, de manera dinàmica, amb FORM generada al mateix moment i reconstituïda a partir dels seus components principals⁴³. Fins al tercer dia les pèrdues de pes del residu foren menors (veure gràfic 6.2) respecte l'altra FORM assajada. A temps llargs, la pèrdua de pes augmenta molt considerablement.

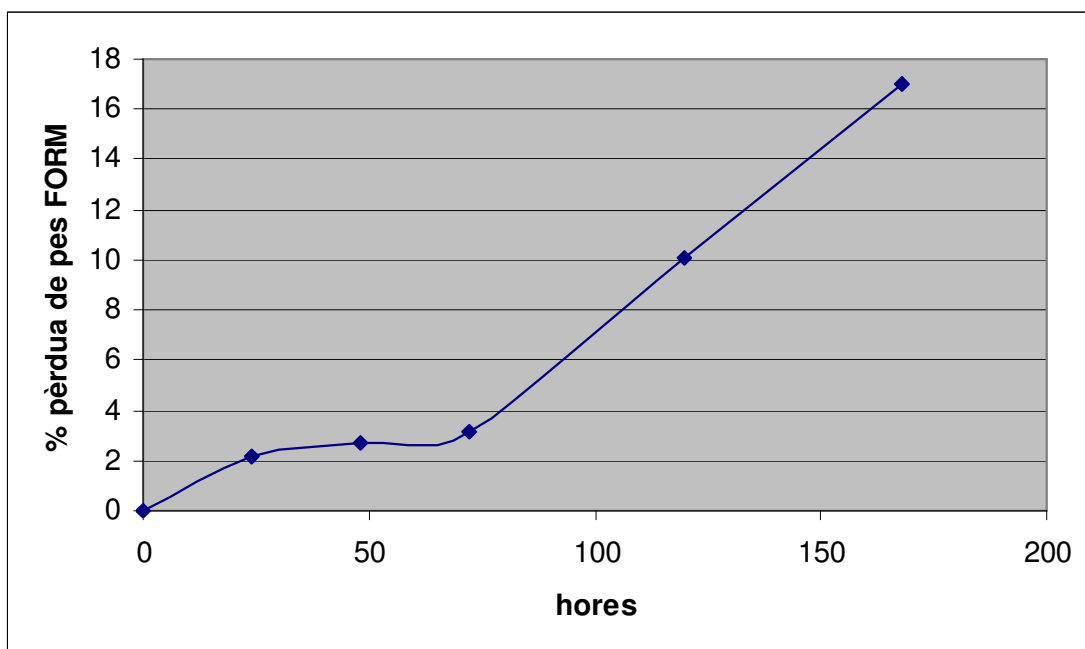
⁴² FORM domèstica d'alta qualitat acabada de recollir porta a porta.

⁴³ 17% pasta cuïta, 7% pa, 17% components amanida, 17% tomàquets, 17% pomes, 17% taronges, 7% carn cuïta i 1 % tovallons de paper (percentatges en pes).

Gràfic 6.1. Pèrdua de pes de la FORM del sistema ventilat (cubell airejat i bossa compostable Mater-Bi) al llarg de 4 dies amb FORM procedent de recollida porta a porta.



Gràfic 6.2. Pèrdua de pes de la FORM del sistema ventilat (cubell airejat i bossa compostable Mater-Bi) al llarg de 7 dies amb FORM generada al mateix moment i reconstituïda.



La transpirabilitat al vapor d'aigua de les bosses compostables, molt major a la de les bosses de polietilè, permet obtenir els resultats abans exposats. (veure taula 6.6)

Taula 6.6. Transmissió del vapor d'aigua del Mater-Bi i el polietilè.

Material	WVTR (ASTM E96) 38°C – 90% H.R. (g*30µm/m ² *24h)
Mater-Bi	940
LDPE	25

Font: Novamont S.p.A.

Una FORM reconstituïda és molt homogènia i això és positiu per tal d'eliminar variables de l'experiment ara bé no és FORM real i els resultats ho assenyalen amb comportaments no esperats. Per tant en l'estudi s'ha treballat amb les pèrdues de pes obtingudes amb la FORM domèstica acabada de recollir.

La freqüència de recollida de la FORM més habitual en el model porta a porta és de tres cops per setmana (aproximadament cada 56 h), per tant la pèrdua mitjana de pes segons el gràfic 6.1 serà del 4,3%. I per recollides en contenidors, si se suposa que de mitjana el residu orgànic es treu cada 36h, la pèrdua de pes d'aquest es situaria en el 3,3%.

En el capítol 5 ja s'han analitzat les repercussions econòmiques que pot representar aquesta pèrdua de pes de la FORM en el sistema airejat sobre el retorn dels canons, sobre els costos de tractament de la FORM i de disposició de la resta.

Des del punt de vista logístic i d'organització del circuit de recollida, i suposant que no hi ha un augment de la participació ciutadana en la separació de la FORM, la reducció de la quantitat d'aquesta recollida no influeix de manera apreciable en la seva estructura.

Fins i tot quan s'utilitzen camions de caixa oberta de menys capacitat de càrrega que un camió compactador la reducció esmentada no permetria eliminar cap descàrrega intermitja. Per exemple si considerem que la capacitat de càrrega d'un camió de caixa oberta és de 900 kg de FORM, per un municipi de 4.999 habitants les descàrregues diàries sempre seran 5 (veure taula 6.7).

Taula 6.7. Nombre de descàrregues de la FORM sistema tradicional versus sistema airejat.

kg/dia de recollida sistema tradicional	kg/dia de recollida sistema airejat	Descàrregues sistema tradicional	Descàrregues sistema airejat
3.888,12	3.720,93	4,32	4,13

La pèrdua de pes de la FORM en el sistema airejat tampoc afecta significativament al percentatge de recollida selectiva assolit pel municipi amb el sistema de cubells tradicional (veure taula 6.8).

Taula 6.8. Percentatge de recollida selectiva total, en base a la recollida de FORM (sistema tradicional versus sistema airejat).

	Municipi	Padró 2009	Total recollida selectiva (tones)		Total fracció Resta (tones)	% recollida selectiva	
			FORM recollida			FORM recollida	
			sistema tradicional	sistema airejat		sistema tradicional	sistema airejat
Recollida porta a porta	Malla	255	140,94	137,66	42,50	76,83	76,41
	Tona	7.955	3.087,90	3.042,37	507,79	85,88	85,70
Recollida en contenidors	Campins	390	153,96	151,37	104,18	59,64	59,23
	Manlleu	20.647	6.374,01	6.300,40	2.844,28	69,15	68,90
	Mollet	52.484	7.553,10	7.481,74	9.166,34	45,18	44,94
	Reus	107.118	11.956,20	11.834,12	35.639,50	25,12	24,93

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ARC

El PROGEMIC 2007-2012 estableix un objectiu de reducció del 10% de la generació per càpita dels residus municipals, passant dels 1,64 kg/habitant/dia el 2006 a 1,48 kg/habitant/dia el 2012; fixa també un objectiu de reducció per a diverses fraccions dels residus municipals per tal d'assolir l'objectiu global de prevenció del 10% dels residus generats per càpita. L'objectiu de reducció establert per al flux de matèria orgànica és del 2%. Per tant, si tota la FORM de Catalunya es recollís amb el sistema airejat (bossa compostable i cubell airejat) es contribuiria significativament (entre el 60 i el 77% del 2% de reducció de matèria orgànica, depenent de la freqüència de buidat del cubell) a assolir aquests objectius de reducció proposats en el PROGEMIC.

A més, en el cas que el sistema airejat comportés un augment de la participació dels ciutadans en la separació de la fracció orgànica, s'ajudaria al compliment dels objectius de reducció de deposicions de residus biodegradables als dipòsits controlats (Directiva d'abocadors).

Pel que fa als altres resultats obtinguts en l'estudi al laboratori, tant les temperatures assolides com l'IRD, considerats un reflex directa de l'activitat biològica, també són superiors en la combinació cubell airejat+bossa compostable. No s'han observat emissions significatives en cap cas de cap dels gasos d'efecte hivernacle estudiats. I, finalment, no s'han observat problemes de resistència en les bosses compostables, almenys a nivell visual.

6.3.2. Estudis a escala real a diferents municipis (assaig qualitatiu)

Aquest treball consistia en testar les quatre combinacions assajades prèviament al laboratori (cubell airejat amb bossa compostable, cubell airejat amb bossa de polietilè, cubell no airejat amb bossa compostable i cubell no airejat amb bossa de polietilè) en 100 famílies voluntàries de diferents municipis de Catalunya.

Es proposaren quatre municipis (Sant Antoni de Vilamajor, Artesa de Lleida, Vilajuïga i Miravet) de les quatre províncies catalanes que realitzen recollida model porta a porta⁴⁴ i se'ls demanà a 25 famílies voluntàries que durant 8 setmanes provessin les quatre combinacions, a raó de dues setmanes per combinació.

Durant aquestes proves, una persona contractada a tal efecte per a cada municipi, i sota la coordinació de la Universitat Autònoma de Bellaterra i de la Comissionada de l'Associació de Municipis Catalans per la Recollida Selectiva Porta a Porta, va fer-ne el seguiment qualitatiu dels experiments, centrant l'atenció en aspectes claus com incidències de la separació en origen, nivell de satisfacció, aparició o no de problemes (molèsties per olors, comportament de la bossa), etc.

Durant l'experiència es va fer una enquesta entre tots els participants en la prova pilot. Dels resultats d'aquesta enquesta destaca sobretot el sistema airejat (cubell airejat i bossa compostable) com el que més ha agradat amb molta diferència respecte la resta. D'aquest sistema es comenten algunes mancances menors, com l'aparent fragilitat de la bossa compostable (que queda desmentida amb l'ús quotidià), en alguns casos una mida insuficient i la dificultat de treure-la del cubell airejat i de lligar-la ja que no té nanses. Alguns dels enquestats van expressar els seus dubtes sobre el funcionament del sistema amb temperatures més altes, que no s'han donat durant la realització de l'estudi (interval de 10°C a 25°C), efectuat en el període abril-juny de 2010.

⁴⁴ Es trià aquest model ja que, generalment, el temps de permanència a casa del residu orgànic és major i per tant representaria la situació més crítica.

7. CONCLUSIONS

Degut a les característiques particulars de la FORM (alta densitat, una humitat al voltant del 80%, alta fermentabilitat de la matèria orgànica), es fa necessari que aquesta fracció es reculli i gestioni el més aviat possible i en unes condicions que evitin al màxim l'aparició de lixiviats i de males olors.

Per aquest motiu, d'ençà les primeres experiències de recollida selectiva de la FORM, l'any 1993, la manera de recollir la FORM i de lliurar-la al sistema de recollida establert ha estat motiu d'anàlisi i millora continuada.

Sigui quina sigui la modalitat o sistema de lliurament/recollida de la FORM en els diversos municipis, tots ells tenen en comú una primera etapa de segregació en origen, a les llars, on en la majoria dels casos s'utilitza un cubell i una bossa. La capacitat dels cubells per a la recollida selectiva de la FORM és entre 7 i 10L. I pel que fa a la bossa, les administracions solen recomanar l'ús preferent de la bossa de plàstic compostable davant de qualsevol altre opció, sense renunciar a deixar de fer la recollida selectiva per motiu de la tria de la bossa (bossa de polietilè versus bossa compostable).

La bossa de plàstic compostable és semitransparent; aquesta baixa opacitat permet efectuar una inspecció visual del contingut del seu interior en el moment d'efectuar la recollida. Per aquest motiu, per l'alta coresponsabilització del ciutadà que utilitza aquestes bosses i pel fet de no utilitzar bosses de polietilè (considerades a tots els efectes com a impropis), la FORM recollida és d'alta qualitat i amb un molt baix percentatge d'impropis.

Aquesta bona qualitat de la FORM hauria de comportar un important benefici ambiental i econòmic, facilitant la recollida, permetent un tractament més simple (amb menys necessitats d'equipaments per a treure impropis) i amb un menor cost, arribant a produir un compost d'excel·lent qualitat. Però la realitat, excepte algunes experiències singulars i molt importants, no és ben bé així. El fet que la FORM de bona o molt bona qualitat continuï essent tractada en les instal·lacions disponibles conjuntament amb la FORM de no tan bona qualitat o en alguns casos de qualitat deficient, malmet la possibilitat de poder apreciar i gaudir dels beneficis esmentats. Davant d'aquesta situació es plantegen dues opcions, no contradictòries sinó més aviat complementàries. En primer lloc, continuar esmerçant els esforços necessaris (pedagògics però també fiscals) per a la millora continuada de la qualitat de la FORM. I en segon lloc, facilitar i promoure el tractament diferenciat de la FORM de bona o molt bona qualitat, quan sigui possible en les mateixes instal·lacions de tractament que gestionen FORM de no tan bona qualitat, o bé a través de l'establiment de petites plantes de compostatge descentralitzades de màxima simplicitat tecnològica, allà on el territori ho requereixi i ho demandi, garantint però un tractament ambientalment adequat d'aquesta FORM.

Els municipis que han implantat l'ús obligatori de la bossa compostable per a la recollida selectiva de la FORM, pràcticament tots ells mitjançant el model de recollida porta a porta, tenen una mitjana d'impropis de l'1,53%, mentre que la mitjana d'impropis de la FORM a Catalunya es situa en un 10,34%. D'acord amb els criteris de retorn dels cànon sobre la disposició del rebuig per a l'any 2010 i considerant els costos actuals de l'adquisició de bosses compostables, la diferència positiva de retorn de cànon, en situar-se el % d'impropis per sota del 5%, es podria invertir en la compra, per part dels municipis, de bosses compostables per a cobrir les necessitats de més de 3 mesos de l'any.

Un altre tret característic de les bosses compostables és la seva transpirabilitat, que utilitzades juntament amb el cubell airejat permet reduir bona part de la humitat de la FORM, fet que es tradueix en la pèrdua d'un 3 a 4% del pes del residu orgànic, contribuint a assolir entre un 60 i un 77% de l'objectiu de reducció del 2% dels Residus Municipals establert en el PROGEMIC 2007-2012, per a la matèria orgànica.

Des del punt de vista de l'usuari és certament important la resistència de la bossa compostable, evitar les ruptures, les acumulacions de vapor d'aigua que condensa en el cubell o l'aparició de males olors, floridures, mosques, etc. Amb el sistema airejat es redueixen gairebé al mínim aquestes molèsties i això possibilita una major participació ciutadana en la separació de la FORM, element central en tot programa de gestió de residus.

Pel que fa a la bossa compostable quan aquesta s'utilitza amb el cubell airejat (sistema airejat) la preocupació era que suposés un perjudici econòmic pels ajuntaments en rebre menys retorn dels cànon justament al fer la recollida de la FORM amb el sistema més òptim. Després de l'anàlisi realitzat, tan sols amb petits increments de la participació dels ciutadans en la separació de la FORM gràcies al millor confort que genera el sistema airejat la pèrdua econòmica resta compensada. És interessant fomentar la participació de la població ja que increments elevats dels nivells de captació de la FORM provoca balanços econòmics positius que es poden invertir també en la compra de bosses compostables pel manteniment del sistema.

El principal interès de l'ajuntament de Malla, mantenir i millorar en quantitat i qualitat la recollida selectiva de la FORM amb l'ús de la bossa compostable s'assoleix en aquest estudi donant a conèixer a més els beneficis del sistema airejat totalment extrapolables a tots els municipis catalans, independentment del sistema de recollida emprat.

8. BIBLIOGRAFIA

Agència de Residus de Catalunya. (2010) "Guia d'orientació als ens locals sobre l'aplicació del retorn dels cànon sobre la disposició del rebuig dels residus municipals per a l'any 2010".

Agència de Residus de Catalunya. (2007) "Programa de Gestió de Residus Municipals a Catalunya 2007-2012".

Aasen, R. (2004) "Mold development on food waste in Biobags – a photo documentation". Norwegian Centre for Soil and Environmental Research.

Bresolin, M., Guarnieri, M. (2007) "Sperimentazione sull'utilizzo dei sacchetti in carta e Mater-Bi". Consorzio Azienda Treviso Tre.

Colombo, A., Tosin, M., Bertani, R., Garaffa, C. (2005). "Dossier L'efficienza del sistema areato nella raccolta differenziata della frazione organica". Novamont Informa Raccolta differenziata. (Novamont).

Departament de Medi Ambient i Habitatge (2009). Resolució MAH/2064/2009, de 29 d'abril, per la qual s'estableixen els criteris ambientals per a l'atorgament del distintiu de garantia de qualitat ambiental als productes de material compostable.

Coll, E., Giró, F., Martín, P., Puig, I., Álvarez, L., Colomer, J., Salvans, C., Codina, E., Segalés, D., Aymemí, A., Llopart, S. (2008) "Manual Municipal de Recollida Selectiva PORTA A PORTA". Associació de municipis catalans per la recollida selectiva porta a porta.

ENT Environment and Management (2010) "Guia pràctica per a la recollida porta a porta en municipis de fins a 5.000 habitants". Associació de municipis catalans per la recollida selectiva porta a porta.

Huerta, O.; López. M.; Pijoan, J.; Soliva, M. (2005) "Contingut en metalls de diferents bosses de plàstic" Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (UPC).

Huerta, O., López, M., Soliva, M., Zaloña, M. (2010) "Compostatge de Residus Municipals. Control del procés, rendiment i qualitat del producte". Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (UPC), ISBN:978-84-693-3037-1.

Insam H., Klammer S. (2002) "Are there weight reductions and hygienic benefits through the ventilated bioMat® - Combi- system and Mater-Bi Biobags?" Institute of Microbiology University of Innsbruck.

Martín, P. (2002) "La bolsa biodegradable de Mater-Bi en el sistema aireado". (Novamont) Inèdit.

Puig, I., Freire, J. (2009). "Metodologia per a la identificació de les causes dels impropis a la FORM i propostes per a la seva reducció" Projecte Singular d'Interès General promogut per l'Ajuntament d'Igualada i subvencionat per l'Agència de Residus de Catalunya.

Rodger, C., Reeve, S., Cameron-Beaumont, C., Didsbury, S., Pughe, P. (2005) "Bexley aerobic bin system trial 2004/5". Network Recycling. Bexley Council.

Scuola Agraria del Parco di Monza. Gruppo di Studio sul Compostaggio e Gestione Integrata dei Rifiuti. (2006) "Analisi delle performance di sacchi in carta riciclata, Mater-Bi e polietilene per il conferimento dell'umido domestico. Report".

Shen, L., Haufe, J., Patel, M.K. (2009) "Product overview and market projection of emerging bio-based plastics, PRO-BIP 2009". Group Science, Technology and Society (STS). Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation. Utrecht University.

Vola, La (2009). "Estudi de la implantació del compostatge de la fracció orgànica de residus municipals a petita escala" (La Vola, 2009). Projecte Singular d'Interès General promogut per la Mancomunitat La Plana i subvencionat per l'Agència de Residus de Catalunya.

9. ANNEXOS

9.1. Informe UAB

Determinació de l'eficiència dels cubells airejats en la recollida de la Fracció Orgànica de Residus Municipals

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA



M. Belén Puyuelo

Joan Colón

Dr. Antoni Sánchez

Grup de compostatge de residus sòlids orgànics

Departament d'Enginyeria Química

Bellaterra, 1 de Juliol del 2010

Determinació de l'eficiència dels cubells airejats en la recollida de la Fracció Orgànica de Residus Municipals

1. Objectius i antecedents

Es tracta d'un projecte singular subvencionat per l'Agència de Residus de Catalunya (ARC) a l'Ajuntament de Malla per provar a nivell tècnic quines millores pot aportar l'ús de cubells airejats i bosses compostables en la recollida de la Fracció Orgànica de Residus Municipals (FORM) que fan els municipis en la modalitat porta a porta.

El projecte consta de dues parts:

PART 1: Estudis a escala laboratori (quantitatius).

PART 2: Estudis a escala real a diferents municipis (qualitatius).

2. Tipus i quantitat de mostres (Part 1)

Les mostres de FORM es van recollir a l'inici de l'experiment per part del Grup de Compostatge de la UAB a la Mancomunitat la Plana que realitza el model de recollida porta a porta i on la FORM havia estat acabada de recollir.

Aquest material de partida es va utilitzar en tota la sèrie d'experiments i fou el mateix en tots els casos.

3. Disseny d'experiments a escala laboratori (Part 1)

Es van provar totes les condicions possibles de la FORM, és a dir, les següents combinacions:

- 1) Cubell airejat amb bossa compostable (Mater-Bi, Novamont, Itàlia)
- 2) Cubell airejat amb bossa de polietilè
- 3) Cubell no airejat amb bossa compostable (Mater-Bi, Novamont, Itàlia)
- 4) Cubell no airejat amb bossa de polietilè

Aquests experiments es van realitzar de la següent forma:

- a) Cada cubell s'omplia aproximadament una quarta part del seu volum cada dia amb FORM fresca. Quan el cubell estava ple, al cap de quatre dies, es considerava que l'experiment havia acabat. Amb aquest procediment, s'intentava simular la situació real de la generació i deposició al cubell que es fa a les llars, al contrari d'altres assajos de tipus estàtic
- b) Cada experiment es va realitzar per triplicat, per poder fer-ne una validació estadística (test de la t de Student i d'anàlisi de variàncies).
- c) Durant l'experiment es van fer registres de pes en cada cubell, per poder avaluar-ne les pèrdues. També es van fer mesures de temperatura.

- d) Finalment, el material de cada combinació es va barrejar en una sola mostra final sobre la que es van realitzar els assajos de humitat, matèria orgànica i Índex Respiromètric Dinàmic (IRD). Aquests tres paràmetres també es van determinar en la FORM inicial de partida.
- e) Es va realitzar un recull fotogràfic de tot el procés remarcant aquelles incidències més destacables que es poguessin produir.
- f) Al mateix temps, es deixà un únic cubell durant 7 dies a l'exterior del laboratori i es va anat omplint fins al quart dia i es va deixar 3 dies més i se'n determinaren les pèrdues de pes i els tres paràmetres explicats en l'apartat d). Òbviament, aquest cubell era airejat i amb bossa compostable, de cara a veure l'efecte màxim que podia haver-hi en les pèrdues de pes en aquest tractament específicament, que foren monitorades diàriament.
- g) Es va incloure una bossa de paper per veure el possible efecte d'aquest material, així com una bossa de material Biotec (també biodegradable, produïda per l'empresa francesa Sphere. Aquestes proves es van fer per duplicat.
- h) Es varen determinar les concentracions i perfils d'emissió de quatre gasos concrets: metà, N₂O i amoníac i els Compostos Orgànics Volàtils (COVs) com a conjunt. Per fer-ho, es va aïllar cada cubell durant 30 minuts i després es determinaren les concentracions de cada gas en l'aire que envoltava el cubell i la velocitat de l'aire emès, de forma que es podia conèixer el cabal emès per unitat de temps amb una estimació de l'àrea d'emissió de cada cubell. Aquests valors s'han de considerar aproximats. Aquests aspectes, juntament amb l'anàlisi respiromètrica, són del tot innovadors en aquest tipus d'estudis i poden aportar dades fins ara desconegudes com l'impacte ambiental del sistema de recollida de la FORM i en l'evolució de l'activitat biològica.

4. Treballs a escala real (Part 2)

Aquest treball consistia en testar les quatre combinacions explicades al Punt 3 en 100 famílies voluntàries de diferents municipis de Catalunya. Es proposaren quatre municipis (Sant Antoni de Vilamajor, Artesa de Lleida, Vilajuïga i Miravet) de les quatre províncies catalanes que realitzen recollida model porta a porta i se'ls demanà a 25 famílies voluntàries que durant 8 setmanes provessin les quatre combinacions, a raó de dues setmanes per combinació. Durant aquestes proves, una persona contractada a tal efecte va fer-ne el seguiment qualitatiu dels experiments i se centrava en aspectes claus com incidències de la separació en origen, nivell de satisfacció, aparició o no de problemes (molèsties per olors, comportament de la bossa), etc. Durant l'experiència es va fer un reportatge fotogràfic remarcant aquelles incidències més destacables i finalment es va fer una enquesta entre tots els participants en la prova pilot (Annex 10.2). L'enquesta utilitzada en aquesta part es troba a l'Annex 10.3.

5. Mètodes analítics

Es va proposar la realització dels següents mètodes analítics sobre cadascuna de les mostres proposades:

Índex respiromètric dinàmic (IRD): determinat a 37°C i expressat com a mg O₂ consumit per g de matèria orgànica (o matèria seca) i hora. Representa la velocitat de

consum mitjà d'oxigen durant les 24 hores de màxima activitat de la mostra (IRD₂₄), obtingut en unes condicions de subministrament continu d'oxigen.

La resta de paràmetres (**humitat**, matèria orgànica, etc.) van ser realitzades mitjançant els protocols estandarditzats.

En el disseny de l'assaig es considerava que disposant d'informació sobre aquests paràmetres ja es podia tenir una evidència real de l'eficiència real del tipus de cubell i de la bossa en el comportament de la FORM i de les primeres evolucions de la matèria orgànica biodegradable continguda en la FORM.

Els gasos monitorats [metà, N₂O i amoníac i els Compostos Orgànics Volàtils (COVs)] van ser analitzats mitjançant procediments estàndards desenvolupats pel Grup de Compostatge de Residus Sòlids Orgànics.

6. Calendari

El treball de laboratori es va portar a terme durant el més d'abril mentre que el treball de camp es va portar a terme els mesos de maig-juliol de 2010.

7. Resultats (Part 1)

En primer lloc, la nomenclatura utilitzada en aquest apartat correspon a:

NOMENCLATURA:

Bosses:

Mater-Bi: Bossa compostable (midó de blat de moro)
B Biotec: Bossa compostable de Biotec (midó de patata)
B Paper: Bossa paper
BNC: Bossa no compostable (polietilè)

Cubells:

CA: Cubell airejat
CnoA: Cubell no airejat

A l'Annex 10.1 es recullen imatges de les bosses utilitzades

7.1. Pèrdues de pes

A la Taula 1 es recull el pes inicial i les reduccions de pes obtingudes diàriament per a cada experiment. Els resultats es presenten com a promig del replicats estudiats amb la desviació estàndard trobada (excepte per l'estudi realitzat a l'exterior on només es feia un experiment). A la Taula 2 es presenten els resultats de reducció de pes global determinada al cap de 4 dies i/o 7 dies per al cas del cubell situat a la zona exterior del laboratori. Els resultats es presenten com a promig del replicats estudiats amb la desviació estàndard trobada (excepte per l'estudi realitzat a l'exterior).

Taula 1: Pes inicial i reduccions de pes obtingudes diàriament per a cada experiment. Els resultats es presenten con a promig del replicats estudiats amb la desviació estàndard trobada (excepte per l'estudi realitzat a l'exterior).

	Pes inicial	dia 1		dia 2		dia 3	
		Reducció (%)	Reducció acumulada (%)	Reducció (%)	Reducció acumulada (%)	Reducció (%)	Reducció acumulada (%)
Mater-Bi + CA	704 ± 4.0	2.5 ± 1.0	2.5 ± 1.0	2.9 ± 0.5	4.1 ± 0.9	2.0 ± 0.4	4.7 ± 0.9
Mater-Bi + CnoA	704 ± 3.1	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.9 ± 0.0
BNC + CA	703 ± 3.1	1.4 ± 0.8	1.4 ± 0.8	1.4 ± 0.4	2.1 ± 0.7	0.9 ± 0.3	2.3 ± 0.8
BNC + CnoA	704 ± 2.0	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	0.8 ± 0.4	1.0 ± 0.5	0.2 ± 0.1	0.9 ± 0.3
B paper + CA	701 ± 1.4	3.7 ± 0.4	3.7 ± 0.4	4.7 ± 0.8	6.5 ± 0.9	3.8 ± 0.4	7.9 ± 1.0
B Biotec + CA	703 ± 1.4	1.4 ± 0.4	1.4 ± 0.4	3.1 ± 0.2	3.8 ± 0.0	2.1 ± 0.1	4.6 ± 0.1
Mater-Bi + CA Ext.	710	1.7	1.7	0.6	2.4	1.2	2.8

Taula 2: Reducció de pes global determinada al cap de 4 dies i/o 7 dies pel cas del cubell situat a la zona exterior del laboratori. Els resultats es presenten con a promig del replicats estudiats amb la desviació estàndard trobada (excepte per l'estudi realitzat a l'exterior).

	Reducció pes en 4 dies (%)	Reducció pes en 7 dies (%)
Mater-Bi + CA	5.5 ± 1.0	-
Mater-Bi + CnoA	1.0 ± 0.1	-
BNC + CA	2.5 ± 0.6	-
BNC + CnoA	0.8 ± 0.2	-
B paper + CA	9.9 ± 1.1	-
B Biotec + CA	5.2 ± 0.4	-
Mater-Bi + CA (Exterior)	3.3	11.2

Com es pot observar, el cubell airejat provoca reduccions de pes bastant importants, i estadísticament diferents que aquelles proves on el cubell no està airejat, on les pèrdues de pes són pràcticament menyspreables. És de remarcar que al cubell exterior (al cap de 7 dies) i en la bossa de paper (al cap de 4 dies) aquestes pèrdues estan properes al 10%.

7.2. Índex respiromètric, Matèria seca i Contingut de Matèria Orgànica

A la Taula 3 es mostren els valors de matèria seca, matèria orgànica i índex respiromètric dinàmic (IRD) al llarg dels experiments. A la Figura 1 es mostren els valors de l'IRD per a tots els experiments.

Taula 3: Matèria seca (% MS), matèria orgànica (% MO) i índex respiromètric dinàmic determinats per les diferents mostres. En cada resultat es presenta el promig del replicats analitzats juntament amb la seva desviació estàndard.

	Inicial			Final		
	IRD _{24h} (mg O ₂ · g OM ⁻¹ · h ⁻¹)	MS (% bh)	MO (% bs)	IRD _{24h} (mg O ₂ · g MO ⁻¹ · h ⁻¹)	MS (% bh)	MO (% bs)
Mater-Bi + CA	5.5 ± 1.0	31.7 ± 2.3	85.9 ± 5.5	7.6 ± 0.03	25.6 ± 0.9	80.5 ± 0.1
Mater-Bi + CnoA				7.2 ± 0.3	28.1 ± 0.1	88.6 ± 9.6
BNC + CA				4.9 ± 0.3	32.5 ± 6.3	90.8 ± 3.1
BNC + CnoA				6.3 ± 0.1	29.5 ± 0.3	92.7 ± 5.2
B paper + CA				6.3 ± 0.4	33.8 ± 1.6	88.4 ± 0.4
B Biotec + CA				6.6 ± 0.2	30.0 ± 4.5	84.2 ± 1.5
Mater-Bi + CA (Exterior)				5.0 ± 0.03	30.9 ± 2.1	87.6 ± 1.6

Nota: IRD_{24h}: Índex Respiromètric Dinàmic màxim promig en 24 hores; %, bh: percentatge en base humida; %, bs: percentatge en base seca.

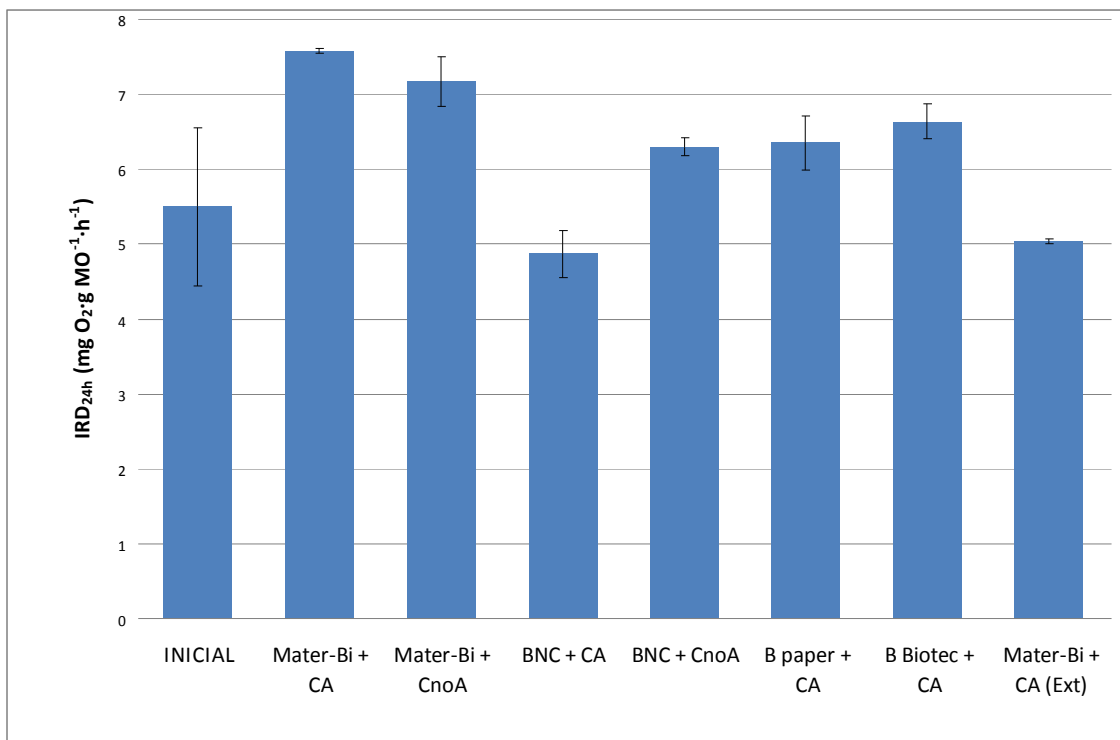


Figura 1: IRD_{24h} obtinguts del material inicial i dels diferents materials finals obtinguts. Les barres d'error corresponen a la desviació estàndard obtinguda.

Respecte l'IRD, sembla clar que la combinació cubell airejat i bossa compostable fa augmentar l'IRD, cosa que podria significar que el material ja està iniciant el procés de compostatge, tot i que hi ha excepcions a aquesta observació. Aquesta observació és bastant típica dels processos de compostatge, on l'IRD inicial de la FORM sol ser menor que el que presenta en els moments inicials de descomposició. En el cas del cubell exterior, és probable que existeixi una influència de la temperatura exterior, que és sensiblement inferior a l'ambiental, com es veu al següent apartat. Tot i que l'efecte de la temperatura exterior en l'IRD no es pot conèixer amb exactitud, donat que no es disposa d'un experiment a l'exterior amb temperatura alta, una possible hipòtesi seria que les poblacions responsables de la degradació microbiana pateixin un període d'adaptació major (cal recordar que l'IRD és una mesura puntual d'activitat biològica i que es realitza lloc a 37°C).

Quant al contingut en matèria orgànica, aquest presenta tan poques variacions que es troben dins de l'error del mètode.

7.3. Temperatures

A la Figura 2 es mostren els valors de temperatura assolits en els dies de l'experiment. En aquest cas també s'intueix que la combinació cubell airejat i bossa compostable afavoreix les condicions del procés de compostatge, registrant-se temperatures més altes.

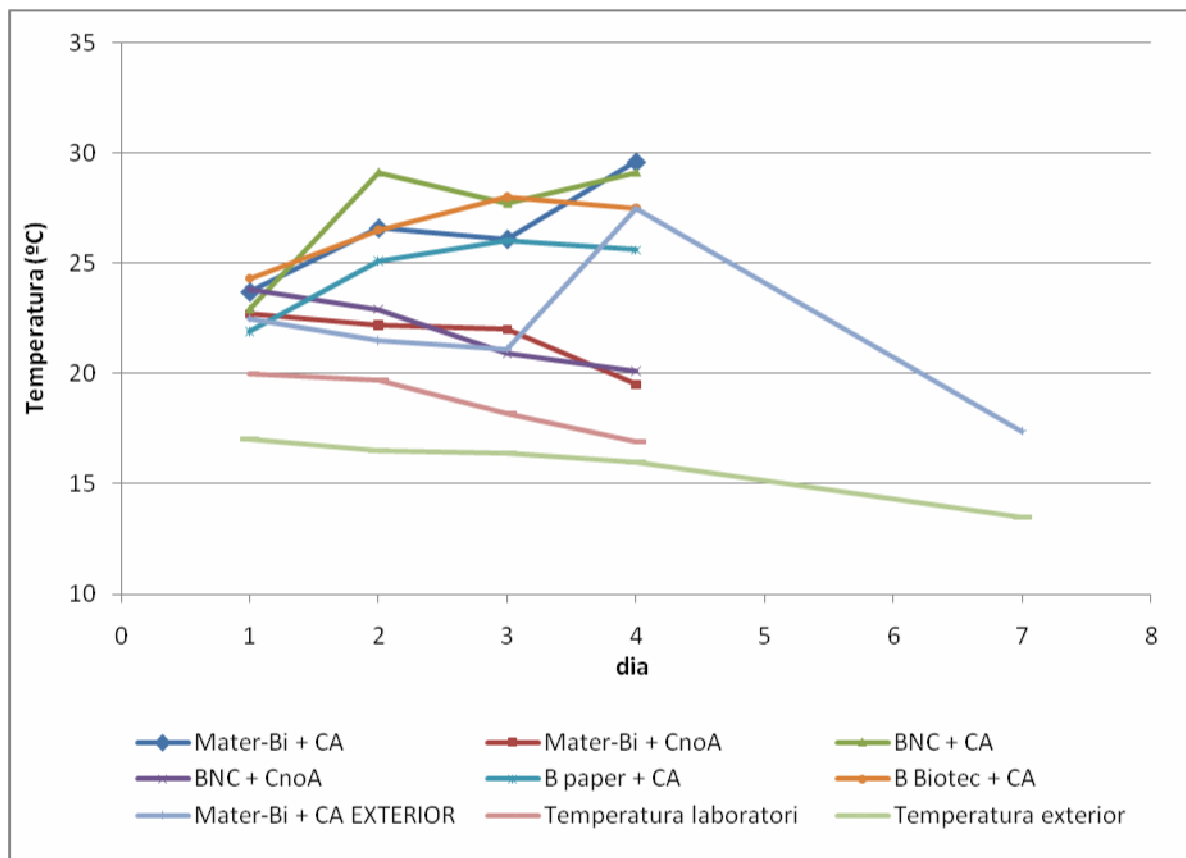


Figura 2: Evolució de les temperatures mesurades a l'interior de cada cubell i als voltants (interior i exterior del laboratori).

De nou, la Figura 2 sembla indicar que aquells processos on s'usa cubell airejat i bossa compostable comencen el procés de compostatge en el propi recipient, si bé no en tots els casos aquesta tendència s'allarga en el temps. La compactació i la manca de porositat típica de la FORM en podrien ser les causes, un cop el cubell es troba completament ple.

7.4. Emissions a l'atmosfera

A les Figures 3-6 es presenten els perfils d'emissió dels gasos considerats per a tots els experiments expressats en mg de contaminant emès per hora. En general, es pot observar que les emissions són molt petites si es comparen a processos industrials de compostatge (que seria el sistema més anàleg possible) tot i que cal tenir en compte que l'emissió d'aquests gasos normalment té lloc en condicions de temperatures i pHs prou diferents.

Tanmateix, no s'han trobat dades a la literatura per fer una possible comparació amb sistemes semblants, i les presentades podrien ser la base per a la realització d'una Anàlisi de Cicle de Vida que considerés també l'etapa de recollida de la FORM a les llars com una etapa més.

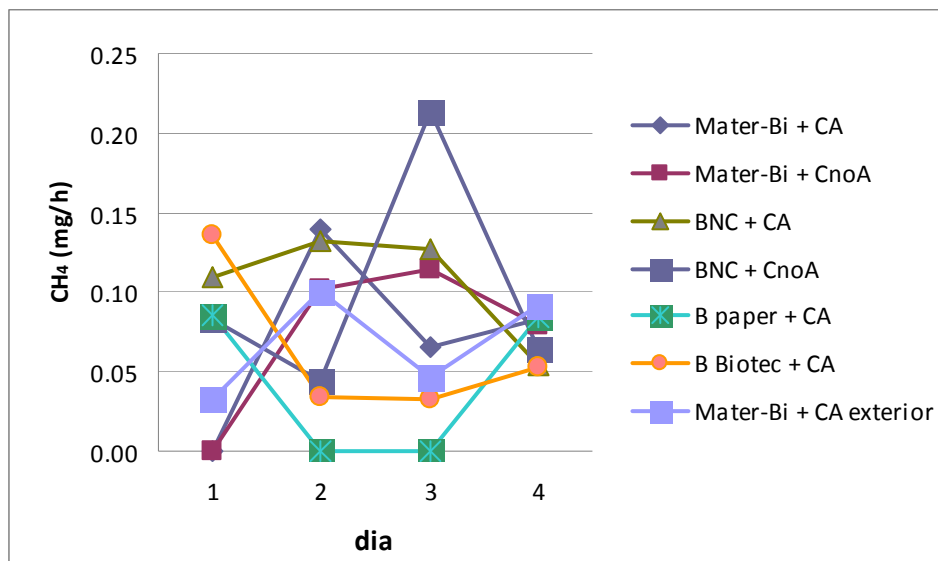


Figura 3: Evolució de les emissions de metà obtingudes en tots els experiments.

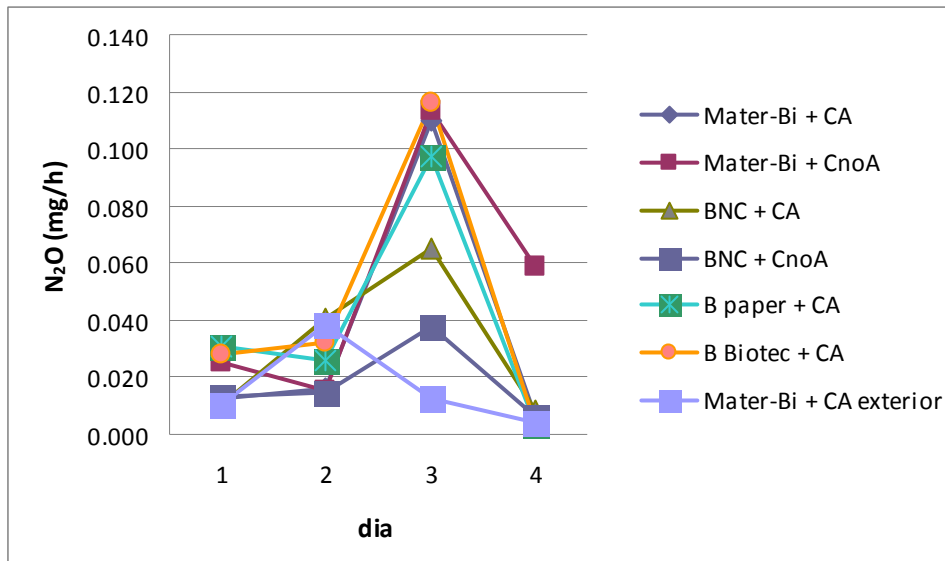


Figura 4: Evolució de les emissions de òxid nitrós obtingudes en tots els experiments.

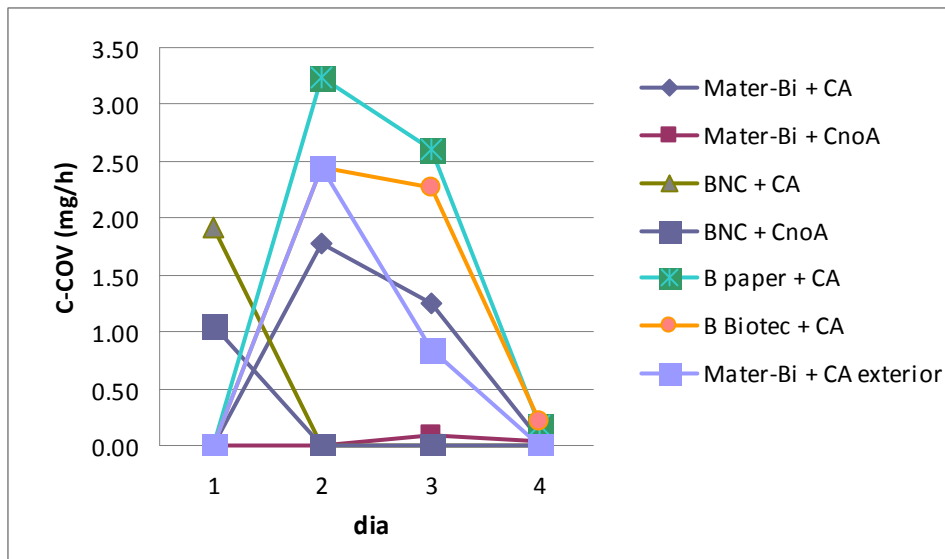


Figura 5: Evolució de les emissions de COVs obtingudes en tots els experiments.

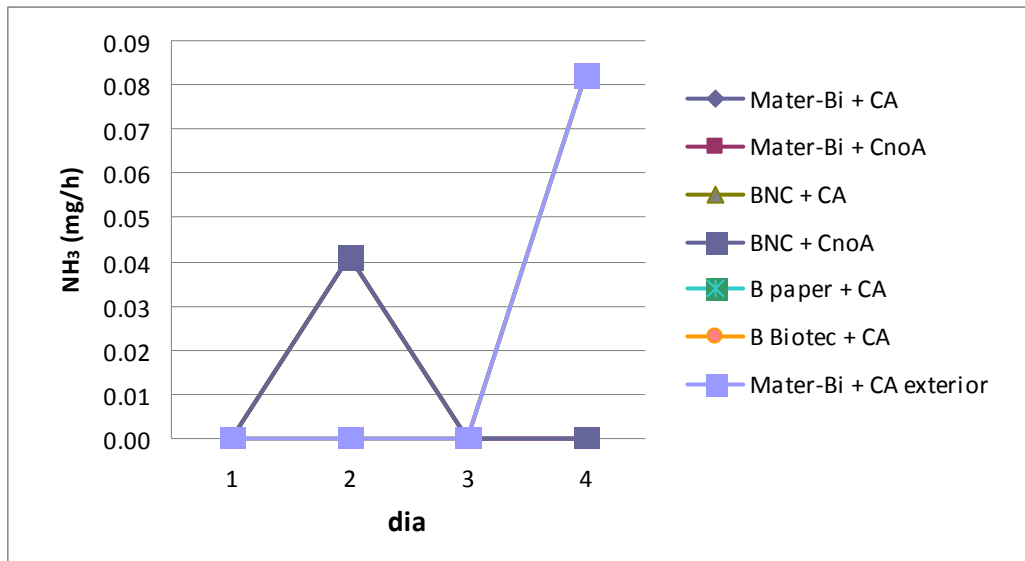


Figura 6: Evolució de les emissions d'amoniac obtingudes en tots els experiments (aquells no representats equivalent a una emissió no mesurable)

Cal tenir en compte que quan les emissions presentades són equivalents a zero, això implica que el nivell de concentració en l'aire atmosfèric era molt semblant al trobat al voltant del cubell. En la majoria dels casos, les emissions dels gasos analitzats es trobaven properes a aquest llinar.

A l'Annex 10.4 es presenten les dades completes d'emissions en forma de concentració al voltant del cubell i també com a perfil d'emissió.

7.5. Experiments amb FORM totalment fresca

Un dels dubtes sorgits a l'hora de fer els experiments anteriors al laboratori respecte principalment la pèrdua de pes era el fet de que la FORM hagués pogut patir ja pèrdues abans dels experiments, ja que es tractava de FORM recollida i no acabada de generar. Per aclarir aquest punt, es va fer una petita ampliació del treball que consistia en repetir els quatre casos d'estudi (combinacions entre bossa compostable o no i cubell airejat o no, sense replicats per problemes d'espai, ja que s'emmagatzemaven a una cuina) durant 7 dies amb seguiment de les pèrdues de pes de manera idèntica al que s'havia fet en la part anterior. En aquest cas, però la FORM era generada al mateix moment i reconstituïda a partir dels seus components principals, en concret: 17% Pasta cuïta, 7% Pa, 17% Components amanida, 17% Tomàquets, 17% Pomes, 17% Taronges, 7%t Carn cuïta i 1 % Tovallons de paper (percentatges en pes).

Els resultats es mostren a continuació:

Taula 4: Pes inicial i reduccions de pes obtingudes diàriament per a cada experiment amb FORM fresca.

Combinació	Pes inicial (g)	dia 1		dia 2		dia 3		dia 5		dia 7	
		Reducció pes (%)	Reducció acumulada (%)	Reducció pes (%)	Reducció acumulada (%)	Reducció pes (%)	Reducció acumulada (%)	Reducció pes (%)	Reducció acumulada (%)	Reducció pes (%)	Reducció acumulada (%)
CNA - BNC	992	0.00	0.00	0.10	0.10	0.13	0.20	0.60	0.80	0.54	1.34
CNA - BC	998	0.20	0.20	0.10	0.20	0.13	0.27	0.60	0.87	0.54	1.40
CA - BNC	988	0.81	0.81	0.40	0.81	0.27	0.81	1.69	2.49	2.14	4.57
CA - BC	1002	2.20	2.20	1.64	2.74	1.38	3.19	7.14	10.10	7.69	17.02

Taula 5: Temperatura obtinguda diàriament per a cada experiment amb FORM fresca.

Combinació	TEMPERATURA (°C)				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 5	DIA 7
CNA - BNC	25.9	26.0	28.1	27.2	26.6
CNA - BC	25.7	26.1	27.7	27.1	27.0
CA - BNC	25.4	26.8	27.9	27.3	33.1
CA - BC	25.2	26.5	28.7	31.5	33.7
Ambient	25.0	25.8	28.0	26.3	26.4

Taula 6: Concentració d'oxigen obtinguda diàriament per a cada experiment amb FORM fresca.

Combinació	OXIGEN				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 5	DIA 7
CNA - BNC	19.8	10.0	3.8	1.5	1.4
CNA - BC	17.1	12.1	3.7	1.2	0.7
CA - BNC	14.8	17.9	9.0	0.8	1.5
CA - BC	18.7	17.8	4.7	5.0	3.2

Com es pot observar, en aquest cas les pèrdues de pes, especialment en la combinació cubell airejat+bossa compostable són majors, tot i que a temps llargs (Taula 4). A temps curts, les diferències entre les dues FORMs assajades són petites. Per altra banda, és de destacar que aquesta combinació és la que aconsegueix mantenir un nivell oxigen més alt, tot i baix en relació a l'ambiental (Taula 6). La temperatura també registra un increment superior a la de les altres combinacions (Taula 5). Ambdós motius poden ser la causa de la major reducció de pes per evaporació.

8. Resultats (Part 2)

Els municipis estudiats foren: **Miravet, Artesa de Lleida, Vilajuïga i Sant Antoni de Vilamajor**. A continuació es presenta una fitxa resum de les dades més interessants, en termes qualitius, subministrades per cada municipi:

Miravet:

Característiques generals de les famílies	En aquest municipi trobem totes les tipologies de famílies possibles, des de matrimonis amb un i dos fills a ancians que viuen sols.
Localització del cubell	En la majoria dels casos (més de 90%) aquest se situa dins un armari a la cuina, i existeix algun cas en què se situa a l'exterior.
Tipus de residus recollits	Pràcticament totes les tipologies de la FORM, amb diferències entre les famílies, però amb un coneixement evident de que pot i que no por anar al cubell de la FORM.
Quantitats aproximades	Aquí existeixen discrepàncies degudes al nombre de membres de la família i al nombre d'àpats que es fan. Es troben casos extrems en què el cubell s'omple cada dia o casos en què es triga gairebé una setmana. La mitjana es troba en omplir el cubell cada 2-3 dies.
Presència d'insectes, fongs, líquids, etc.	No existeixen evidències, excepte uns 2 casos en què es parla de presència (menor) de líquids (amb cubell no airejat normalment)
Males olors	Només es detecta un cas que detecta olors en totes les combinacions.
Sistema preferit	Majoritàriament el cubell airejat amb bossa compostable, amb més d'un 85% de respostes. La resta són per la bossa compostable i el cubell no airejat pràcticament en la seva totalitat.
Puntuació del sistema preferit	Entre 9 i 10
Freqüència de recollida de FORM	Dilluns-Dimecres-Divendres
Obligatori o no l'ús de bossa compostable	Ús Recomanat
Altres observacions	No es donen observacions entre els participants.
Comentaris dels autors	Es tracta d'un cas prou representatiu i molt similar als resultats de la resta de municipis.

Artesa de Lleida:

Característiques generals de les famílies	Aquí també es troben totes les tipologies de famílies, tot i que la gran majoria es troben entre 2 i 3 membres.
Localització del cubell	Com en el altres municipis, la majoria de participants (més del 90%) el tenen dins un armari a la cuina. De fet, uns quants participants (15%) es queixen de la mida del cubell, que diuen que és massa gran per posar-lo en armaris normals de cuina.
Tipus de residus recollits	De nou, tota la tipologia de residus orgànics, sense detectar-se impropis.
Quantitats aproximades	En la majoria dels casos, el cubell s'omple cada 2-3 dies, existint també els típics casos extrems d'un dia o d'una setmana.
Presència d'insectes, fongs, líquids, etc.	Aquí, uns quants participants (20%) parlen de la presència de la mosca de la fruita, en tots els sistemes que han utilitzat.
Males olors	Gairebé mai, excepte algun participant que es queixa de les olors en el cas del peix (per a tots els sistemes).
Sistema preferit	En aquest municipi, es pot parlar d'un empat entre el sistema de cubell airejat i bossa compostable i el sistema de cubell no airejat amb bossa compostable, sent els altres dos sistemes totalment descartats. Per contra, molts es queixen de la humitat que queda amb el cubell no airejat, i en alguns casos es posen papers a sota la bossa i fins i tot un cas utilitza dues bosses compostables.
Puntuació del sistema preferit	8-9
Freqüència de recollida de FORM	Dilluns-Dimecres-Divendres
Obligatori o no l'ús de bossa compostable	Ús Obligatori
Altres observacions	Existeixen diverses opinions entre els participants, en alguns casos dirigides a l'aparent feblesa de la bossa compostable i el fet de que costi bastant de treure del cubell i de lligar, amb algun cas excepcional de ruptura de la bossa utilitzant el cubell no airejat (5%). Cal saber que aquest municipi distribueix bosses compostables tipus <i>shopper</i> (amb nanses) que faciliten la manipulació, el tancament de la bossa i el seu lliurament
Comentaris dels autors	Es tracta d'un cas prou diferent als altres municipis analitzats, i que fa pensar que potser la gent ja estava molt acostumada a

	l'ús de bosses compostables i cubells no airejats. Un dels participants disposa de compostador.
--	---

Vilajuïga:

Característiques generals de les famílies	Aquí també es troben famílies de diferent tipologia, d'entre 1 a 7 membres en el cas més extrem i 3-4 persones de mitjana.
Localització del cubell	Normalment es desa dins un armari a la cuina, tot i que en aquest municipi es troben més casos (un 15% aproximadament) on el cubell es localitza a l'exterior.
Tipus de residus recollits	Pràcticament tots els materials orgànics es troben en un o altre cas. No es detecta cap impropri tot i que la quantitat de paper en alguns casos és destacable (paper brut de menjar).
Quantitats aproximades	Existeixen casos on en 1 dia s'omple el cubell i altres que triguen 6 dies, que serien els extrems. La mitjana es situa en uns 2 dies per omplir el cubell de 10 litres.
Presència d'insectes, fongs, líquids, etc.	No es detecten en general, tot i que en algun cas es parla de certa humitat en el cubell no airejat i la bossa compostable majoritàriament.
Males olors	No, en general, en cap sistema, a excepció de quan la quantitat de peix és important.
Sistema preferit	De nou el sistema cubell airejat i bossa compostable és el preferit (en un 80% aproximadament), encara que en alguns casos es critica l'aparent feblesa de la bossa compostable, tot i que només hi ha una ruptura referenciada. Algunes persones critiquen que costa treure la bossa compostable quan el cubell és ple en el cas del cubell airejat.
Puntuació del sistema preferit	8-10
Freqüència de recollida de FORM	Dilluns-Dimecres-Divendres-Diumenge
Obligatori o no l'ús de bossa compostable	Ús Recomanat (segons la majoria, se'n parla poc)
Altres observacions	En general, existeix un nivell de conscienciació prou alt, amb participants que defensen l'ús de bossa compostable i cubell airejat pel medi ambient, tot i que alguns (20%) també diuen que el sistema amb bossa compostable no és molt pràctic (sense donar motius, però).
Comentaris dels autors	Es tracta d'un cas amb la població molt

	implicada en l'experiència, i que fan crítiques i observacions de tots els sistemes.
--	--

Sant Antoni de Vilamajor:

Característiques generals de les famílies	Es troben totes les tipologies de famílies, a l'igual que a la resta de municipis.
Localització del cubell	En majoria dels casos (més del 90%) en un armari de la cuina.
Tipus de residus recollits	Tota la tipologia de residus orgànics i no es detecten impropis. En algun cas puntual, es posa gespa que, òbviament, no hi cap al compostador. En general, però, la gespa es recull a banda segons els usuaris.
Quantitats aproximades	El terme mig se situa en omplir el cubell cada dos dies, tot i que en algun cas la freqüència és menor. En altres casos, es demanen cubells més grossos. De totes formes, aquests són els casos extrems.
Presència d'insectes, fongs, líquids, etc.	Només es detecten líquids en els sistemes amb cubell no airejat i en algun cas amb cubell airejat i bossa compostable. En algun cas, petits insectes sense atribuir-lo a cap cas d'estudi.
Males olors	Només es detecten en el moment d'obertura del cubell.
Sistema preferit	En aquest cas, la majoria d'enquestes prefereix el sistema de cubell airejat i bossa compostable (80%) i alguna família destaca que a llarg temps, els residus s'assequen. Tot i així, es comenta l'aparent fragilitat de la bossa compostable i algun cas de ruptura per elements durs (per exemple, closques de musclo). En general, però, se'n destaca la resistència. Es recomanen nanses.
Puntuació del sistema preferit	8-9
Freqüència de recollida de FORM	Dimarts-Dijous-Dissabte (es detecten algunes queixes del sistema de recollida, bàsicament de poca freqüència)
Obligatori o no l'ús de bossa compostable	Ús Obligatori, d'acord amb l'ordenança municipal, tot i que se'n parla molt poc. Un dels enquestats comenta que només en un establiment del poble venen bosses compostables.
Altres observacions	Es destaca que la mida de la bossa compostable és en algun cas insuficient, i llavors es prefereix la bossa de polietilè (en un 50%).

Comentaris dels autors	L'enquestador comenta que ha observat que la gent que deixa la tapa oberta té algun problema de petits insectes i que noten poc les diferències entre cubell airejat o no airejat. Una família té compostador i usa menys el cubell.
------------------------	--

9. Conclusions

En la Part 1 del projecte es poden extreure una sèrie de conclusions:

- Tant les temperatures assolides com l'IRD, considerats un reflex directa de l'activitat biològica, també són superiors en la combinació cubell airejat+bossa compostable.
- No s'han observat emissions significatives en cap cas de cap dels gasos d'efecte hivernacle estudiats.
- No s'han observat problemes de resistència en les bosses compostables, almenys a nivell visual. Com a anècdota, m'agradaria afegir que l'autor d'aquest informe va tenir a casa seva una combinació cubell airejat+bossa compostable durant uns quinze dies, amb un pes considerable, i no va observar ni presència d'insectes, ni de males olors i la bossa compostable va mantenir la seva resistència al llarg d'aquests 15 dies.
- La millor combinació en termes de pèrdua de pes i potenciació de l'índex respiromètric es dona en la combinació cubell airejat+bossa compostable. Les reduccions de pes són molt notables quan el temps de permanència a casa del residu (menys freqüència de recollida) augmenta.
- En els altres sistemes que inclouen bossa compostable o de paper, aquesta es mulla i també pot mullar el cubell, mentre que el sistema de bossa de polietilè, tot i ser còmode per a l'usuari, implica la introducció d'un impropri al circuit de la FORM

Respecte la Part 2, es pot concloure que:

- El sistema cubell airejat i bossa compostable ha estat acceptat plenament i, a nivell global, és el que més ha agradat amb molta diferència respecte la resta.
- D'aquest sistema es comenten algunes mancances menors, com l'aparent fragilitat de la bossa compostable (que queda desmentida amb l'ús quotidià), en alguns casos una mida insuficient i la dificultat de treure-la del cubell airejat i de lligar-la ja que no té nanses.
- Alguns dels enquestats han expressat els seus dubtes sobre el funcionament del sistema amb temperatures més altes, que no s'han donat durant la realització de l'estudi (interval de 10 a 25°C).

Com a conclusió general, els autors de l'estudi creiem que l'experiència, pel volum de famílies enquestades i per les evidències del treball de laboratori certifica l'ús del sistema cubell airejat i bossa compostable per a la recollida de la FORM a Catalunya, com una millora substancial respecte els altres sistemes utilitzats.

Bellaterra, a 1 de juliol de 2010



Antoni Sánchez Ferrer
Grup de Compostatge de Residus Sòlids Orgànics
Departament d'Enginyeria Química
Universitat Autònoma de Barcelona

10. Annexos

10.1a. Reportatge fotogràfic (Part 1, primer experiment, FORM Mancomunitat la Plana)

Imatge 1: FORM de partida.



Imatge 2. Imatge bossa compostable (dia 4, final de la prova).



Imatge 3. Imatge bossa paper (dia 4, final de la prova).



Imatge 4. Imatge bossa compostable Biotec. La imatge correspon al buidatge de la bossa al dia 4 (final de l'experiment).



Imatge 5. Imatge bossa no compostable (dia 4, final de la prova).



10.1b. Reportatge fotogràfic (Part 1, segon experiment, FORM reconstituïda)

Imatges 1 i 2: FORM reconstituïda (dia 0).



Imatges 3 i 4: FORM reconstituïda (3 dies).

Cubell airejat + bossa compostable



Cubell no airejat + bossa compostable



Imatges 5-8: FORM reconstituïda (7 dies).

Cubell airejat + bossa compostable



Cubell no airejat + bossa compostable



Cubell airejat + bossa no compostable



Cubell no airejat + bossa no compostable



10.2. Reportatge fotogràfic (Part 2)

Vilajuïga: no es disposa de reportatge fotogràfic per problemes tècnics.

Artesa de Lleida:

Cubell no airejat i bossa de polietilè (sense problemes de lixiviació):



Cubell no airejat i bossa compostable (amb formació de líquids):



Cubell no airejat i bossa compostable (amb formació de líquids):



Cubell airejat i bossa no compostable (sense problemes de lixiviació):



Cubell airejat i bossa compostable (sense problemes de lixiviació):



Miravet:

Cubell no airejat i bossa de polietilè (sense problemes de lixiviació):



Cubell no airejat i bossa compostable (amb formació de líquids):



Cubell no airejat i bossa compostable (amb formació de líquids):



Cubell airejat i bossa compostable (sense problemes de lixiviació):



Cubell airejat i bossa compostable (sense problemes de lixiviació):



Sant Antoni de Vilamajor:

Cubell airejat i bossa compostable (sense problemes de lixiviació):



Cubell no airejat i bossa no compostable (sense formació de líquids, bossa humida):



10.3. Enquesta realitzada (Part 2) (els resultats de totes les enquestes s'adjunten en paper)

Primera part (inici de l'experiència)

1. Característiques de la unitat familiar

Municipi:				
Família:				
Telèfon de contacte:				
Correu electrònic:				
Dia inici:				
Dia fi:				
Nombre total de membres de la família:				
Ancians (>65 anys):				
Adults (20-65 anys):				
Adolscents (15-20 anys):				
Infants (< 15 anys):				

2. Àpats que acostumen a fer a casa i nombre de persones que el fan per cada dia de la setmana

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
Esmorzar							
Dinar							
Berenar							
Sopar							

Segona part (durant i al final de l'experiència)

3. Localització del cubell i perquè:

- Damunt marbre cuina
- Al terra de la cuina
- Dins l'armari de la cuina
- A l'exterior
- Altres _____

4. Comentaris aspecte extern (incloure imatges):

5. Comentaris aspecte intern (incloure imatges):

6. Tipus i quantitat (en %) de residus recollits:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Peles de fruita | <input type="checkbox"/> Peles de verdura |
| <input type="checkbox"/> Restes de peix | <input type="checkbox"/> Restes de carn |
| <input type="checkbox"/> Restes de menjar | <input type="checkbox"/> Closques d'ou |
| <input type="checkbox"/> Ossos i espines | <input type="checkbox"/> Closques fruits secs |
| <input type="checkbox"/> Marro de cafè | <input type="checkbox"/> Bossetes infusions |
| <input type="checkbox"/> Serradures | <input type="checkbox"/> Restes de pa |
| <input type="checkbox"/> Closques marisc | <input type="checkbox"/> Paper de cuina |
| <input type="checkbox"/> Tovallons bruts | <input type="checkbox"/> Taps de suro |
| <input type="checkbox"/> Llumins | <input type="checkbox"/> Rams de flors |
| <input type="checkbox"/> Fullaraca | <input type="checkbox"/> Gespa |
| <input type="checkbox"/> Excrements animals | <input type="checkbox"/> Menjar fet malbé |
| <input type="checkbox"/> Altres _____ | |

7. Quantitats de residus recollits (% d'ompliment diari): O bé: quants dies es triga, de mitjana, en omplir un cubell de 10 litres?

8. Presència d'insectes, fongs, líquids, etc.:

9. Problemes de males olors:

10. Observacions de l'usuari (resistència de la bossa):
forats, signes de biodegradació, ruptures de la bossa, etc.
11. Freqüència de lliurament per part de les famílies, si treuen tots els dies que es pot treure la FORM o bé menys o bé si acumulen en el cubell de 25L i/o si sovint fan ús de l'àrea d'emergència, etc.
12. Quin dels quatre sistemes prefereix:
13. Nivell de satisfacció (0-10) per sistema:
Cubell airejat + Bossa compostable:
Cubell airejat + Bossa no compostable:
Cubell no airejat + Bossa compostable:
Cubell no airejat + Bossa no compostable:
14. Observacions generals (voluntari):

Data	Comentari

Tercera part (general)

Per a cada Municipi que participi en l'experiència:

15. Freqüència de recollida FORM:

16. Horari de recollida i el de lliurament:

17. Si és obligatori l'ús de la bossa compostable o només recomanable o bé ni se'n parla.

10.4. Emissions detectades (Part 1)

a) En forma de concentracions (mg de contaminant detectat per unitat de volum):

	CH4 (mg/m3)			
dia	1	2	3	4
materBi + CA	0.00	2.32	1.09	1.38
materBi + CnoA	0.00	1.70	1.90	1.31
BNC + CA	1.83	2.19	2.11	0.91
BNC + CnoA	1.37	0.74	3.56	1.07
B paper + CA	1.42	0.00	0.00	1.40
B biotec + CA	2.26	0.57	0.54	0.87
materBi + CA ext	0.54	1.67	0.77	1.52

	N2O (mg/m3)			
dia	1	2	3	4
materBi + CA	0.21	0.27	1.83	0.11
materBi + CnoA	0.42	0.26	1.89	0.98
BNC + CA	0.18	0.67	1.09	0.14
BNC + CnoA	0.22	0.25	0.63	0.11
B paper + CA	0.52	0.44	1.62	0.05
B biotec + CA	0.46	0.54	1.93	0.05
materBi + CA ext	0.18	0.64	0.21	0.07

	COV (mg/m3)			
dia	1	2	3	4
materBi + CA	0	29.496	20.911	0.845
materBi + CnoA	0	0	1.55	0.493
BNC + CA	31.85	0	0	0
BNC + CnoA	17.63	0	0	0
B paper + CA	0	53.8	43.449	3.04
B biotec + CA	0	40.667	37.786	3.551
materBi + CA ext	0	40.66	14.176	0

	NH3 (mg/m3)			
	1	2	3	4
materBi + CA	0.00	0.69	0.00	0.00
materBi + CnoA	0.00	0.69	0.00	0.00
BNC + CA	0.00	0.69	0.00	1.37
BNC + CnoA	0.00	0.69	0.00	0.00
B paper + CA	0.00	0.00	0.00	1.37
B biotec + CA	0.00	0.00	0.00	1.37
materBi + CA ext	0.00	0.00	0.00	1.37

b) Com a perfil d'emissions (mg de contaminant emès per unitat de temps) (Figures 3-6):

	CH4 (mg/h)			
dia	1	2	3	4
materBi + CA	0.00	0.14	0.07	0.08
materBi + CnoA	0.00	0.10	0.11	0.08
BNC + CA	0.11	0.13	0.13	0.05
BNC + CnoA	0.08	0.04	0.21	0.06
B paper + CA	0.09	0.00	0.00	0.08
B biotec + CA	0.14	0.03	0.03	0.05
materBi + CA ext	0.03	0.10	0.05	0.09

	N2O (mg/h)			
dia	1	2	3	4
materBi + CA	0.013	0.016	0.110	0.007
materBi + CnoA	0.025	0.015	0.114	0.059
BNC + CA	0.011	0.040	0.065	0.009
BNC + CnoA	0.013	0.015	0.038	0.006
B paper + CA	0.031	0.026	0.097	0.003
B biotec + CA	0.028	0.032	0.116	0.003
materBi + CA ext	0.011	0.039	0.013	0.004

	COV (mg/h)			
dia	1	2	3	4
materBi + CA	0.00	1.77	1.25	0.05
materBi + CnoA	0.00	0.00	0.09	0.03
BNC + CA	1.91	0.00	0.00	0.00
BNC + CnoA	1.06	0.00	0.00	0.00
B paper + CA	0.00	3.23	2.61	0.18
B biotec + CA	0.00	2.44	2.27	0.21
materBi + CA ext	0.00	2.44	0.85	0.00

	NH3 (mg/h)			
dia	1	2	3	4
materBi + CA	0.00	0.04	0.00	0.00
materBi + CnoA	0.00	0.04	0.00	0.00
BNC + CA	0.00	0.04	0.00	0.08
BNC + CnoA	0.00	0.04	0.00	0.00
B paper + CA	0.00	0.00	0.00	0.08
B biotec + CA	0.00	0.00	0.00	0.08
materBi + CA ext	0.00	0.00	0.00	0.08

10.5. Enquestes completes

Donada la impossibilitat d'incloure en aquest document totes les enquestes disponibles, aquestes es lliuraran als tècnics que han encarregat l'estudi en format paper.

10.6. Fotografies completes

S'adjunta un CD-ROM amb totes les imatges, tant dels experiments del laboratori de la UAB com els efectuats a les diferents poblacions.