

28 d'octubre de 2025

Tres estudis estadístics sobre els resultats del sistema PaP: recollida selectiva, impropis i taxes

Ignasi Puig Ventosa

ENT Medi Ambient i Gestió



25
anys

del porta a porta
a Catalunya



1. Factors determinants de la presència d'impropis en la fracció orgànica recollida selectivament

Puig-Ventosa, I., Freire González, J., Jofra-Sora, M. "Determining factors for the presence of impurities in selectively collected biowaste". Waste Management & Research, 31: 510-517. 2013.

DOI: 10.1177/0734242X13482030



25
anys

del porta a porta
a Catalunya



Objectiu

L'objectiu d'aquest article és analitzar quins factors afecten la presència i nivell d'impureses en la fracció orgànica.



Dades utilitzades

- Dades de municipis de Catalunya en el període 2006-2008.
- Dades de 213 municipis, classificats segons el tipus de recollida:
 - Porta a porta
 - Segons el nombre de fraccions
 - Contenidors
 - Monomaterials
 - Biocompartimentats
 - Soterrats
- S'assigna a cada municipi els valors d'impropis del seu corresponent circuit de recollida mesurat trimestralment.



Metodologia de l'anàlisi de dades

- Estudi bivariant per identificar relacions bilaterals entre variables.
- Creació d'un model multivariant basat en els resultats obtinguts de l'estudi bivariant, per tal d'explicar el nivell d'impropis a partir de diferents variables independents.



Resultats

Anàlisi bivariant

- Objectiu: identificar possibles relacions entre diferents variables que afecten la presència d'impropis.

Relació entre el tipus de recollida i el percentatge d'impropis

- La recollida porta a porta comporta millor separació de residus i menys presència d'impropis.
- La presència d'impropis en la recollida porta a porta és substancialment més baixa que en la recollida en contenidors.
- En el cas dels contenidors de superfície, els bicompartimentats tenen una major presència d'impropis.
- Els contenidors soterrats són el model amb més presència d'impropis.



Resultats

Relació entre el tipus de recollida i el percentatge d'impropis

Sistema de recollida		Nombre de circuits	2006	2007	2008
Porta a porta	2 fraccions	36	8,17%	7,82%	8,49%
	3 fraccions	9	3,96%	3,38%	3,83%
	4 fraccions	73	4,40%	3,58%	2,86%
	5 fraccions	26	10,75%	8,20%	10,07%
	Total	144	6,46%	5,71%	5,79%
Contenidors	1 fracció	392	9,75%	8,84%	9,08%
	Biocomparimentats	4	28,03%	16,49%	12,79%
	Soterrats	12	23,52%	23,21%	21,63%
	Total	408	10,34%	11,07%	11,61%



25
anys

del porta a porta
a Catalunya



Resultats

Impacte de l'ús de bosses compostables

- Les bosses de plàstic són unes de les fraccions amb més presència en els impropis, l'ús de bosses compostables fa disminuir la presència d'aquestes en els impropis

Ús de bosses compostables	Mitjana aritmètica dels impropis (% en pes)		
	2006	2007	2008
Obligatori	2,17	1,98	1,61
Recomanat	9,97	8,77	9,37
Ni obligatori ni recomanat	12,22	10,85	10,93



Resultats

Anàlisi de regressió

$$\ln(\text{imp}_i) = \alpha + \beta_1 \text{dtd2} + \beta_2 \text{norm}_i + \beta_3 \text{und}_i + \beta_4 \text{sc}_i + \beta_5 \text{gdhi}_i + \beta_6 \text{dens}_i + \beta_7 \text{bag} + u_i$$

- Es van utilitzar dades del 2006.
- *imp*: percentatge d'impropis al municipi.
- *dtd2*: variable dummy, valor 1 si el municipi té recollida PaP de més de dues fraccions, valor 0 si no.
- *norm*: variable dummy, valor 1 si el municipi té recollida en contenidors d'una fracció, valor 0 si no.
- *und*: variable dummy, valor 1 si si el municipi té recollida en contenidors soterrats, valor 0 si no.
- *sc*: percentatge total de recollida selectiva.
- *gdhi*: la renda familiar disponible mitjana del municipi.
- *dens*: la densitat urbana del municipi.
- *bag*: variable dummy, valor 1 si l'ús de bosses compostables és obligatori, valor 0 si no.
- *u*: terme d'error



Resultats

Dependent variable: Ln[imp]		Standard error	t-Statistic	Probability
Included observations: 97 after adjustments				
Variable	Coefficient			
dtd2	-0.3635	0.1657	-2.1931	0.0309
norm	-0.1938	0.0822	-2.3575	0.0206
und	1.1866	0.3823	3.1040	0.0026
sc	-0.0084	0.0026	-3.2841	0.0015
gdhi	2.86×10^{-8}	1.82×10^{-8}	1.5682	0.1204
dens	-4.3617	1.6094	-2.7101	0.0081
bag	-1.8023	0.3049	-5.9115	0.0000
α	2.8492	0.1124	25.3505	0.0000
R ²	0.6095	Mean dependent variable	2.3152	
Adjusted R ²	0.5788	SD-dependent variable	0.5691	
SE of regression	0.3693	Akaike info. criterion	0.9247	
Sum squared residuals	12.1413	Schwarz criterion	1.1371	
Log likelihood	-36.8494	F-statistic	19.8491	
Durbin-Watson	1.4935	Prob. (F-statistic)	0.0000	



Resultats

- El model de recollida de residus és un aspecte clau en la presència d'impropis en la fracció orgànica.
- Disposar de model de recollida porta a porta de més de dues fraccions (dtd2=1 en el model) s'associa (resta d'elements constants) amb una reducció d'un 30% en el nivell d'impropis.
- L'ús obligatori de bosses compostables és també un factor clau en la presència d'impropis. El seu ús obligatori (bag=1 en el model) s'associa (resta d'elements constants) amb una reducció d'aproximadament el 80% del nivell d'impropis.



Conseqüències derivades

- Aconseguir nivells més baixos d'impropis permet reduir costos, millorar l'eficiència del tractament i obtenir un compost de més qualitat i valor comercial.
- Estudis elaborats per ENT han mostrat que un major contingut d'impropis en la fracció orgànica redueix la qualitat del compost, amb més metalls pesants, major conductivitat elèctrica i temperatures més altes en la prova d'autoescalfament.

1) *Rodrigues, L. C., Puig-Ventosa, I., López, M., Martínez, F. X., Ruiz, A. G., & Bertrán, T. G. (2020). The impact of improper materials in biowaste on the quality of compost. Journal of Cleaner Production, 251, 119601.*
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119601>

Anàlisi estadística de dades de l'ARC sobre 20 plantes de tractament biològic de la FORM a Catalunya (2010–2014).

2) *Navarro, F., Campos Rodrigues, L., Nohales Duarte, G., Stinavage, M., Puig-Ventosa, I. (2025). Analysis of the impact of improper materials in bio-waste on the quality of compost produced in Catalonia (2010-2024). Report included in the D2.2. of the EU project LIFE21-PRE-ES-LIFE BIOBEST – 101086420 (disponible pròximament).*

Actualització de l'estudi anterior amb un BBDD referent a 24 plantes de Catalunya i al període 2010-2024.



2. Evaluación cuantitativa contrafactual de la AIReF del efecto de la instalación de los sistemas puerta a puerta sobre la recogida separada y la generación de residuos en los municipios de Cataluña

Estudio: Gestión de los residuos municipales

Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal (AIReF)

https://www.airef.es/wp-content/uploads/2023/10/EVALUACI%C3%93N/Gestio%CC%81n-de-los-Residuos-Municipales_WEB.pdf



Objectiu

L'objectiu de l'estudi fou identificar la relació causal entre l'establiment del sistema de recollida porta a porta i tres factors:

- Generació per càpita.
- Recollida separada.
- Nivell d'impropis.



Dades utilitzades

Dades per municipis de Catalunya procedents de l'Agència de Residus de Catalunya.

- Residus generats entre el 2010 i 2019.
- Residus recollits separatament.
- Percentatge d'impropis en la fracció orgànica.
- Model de recollida.
- Any d'implantació.
- Nombre de fraccions recollides.
- Proporció de la població que gaudeix de recollida PaP.

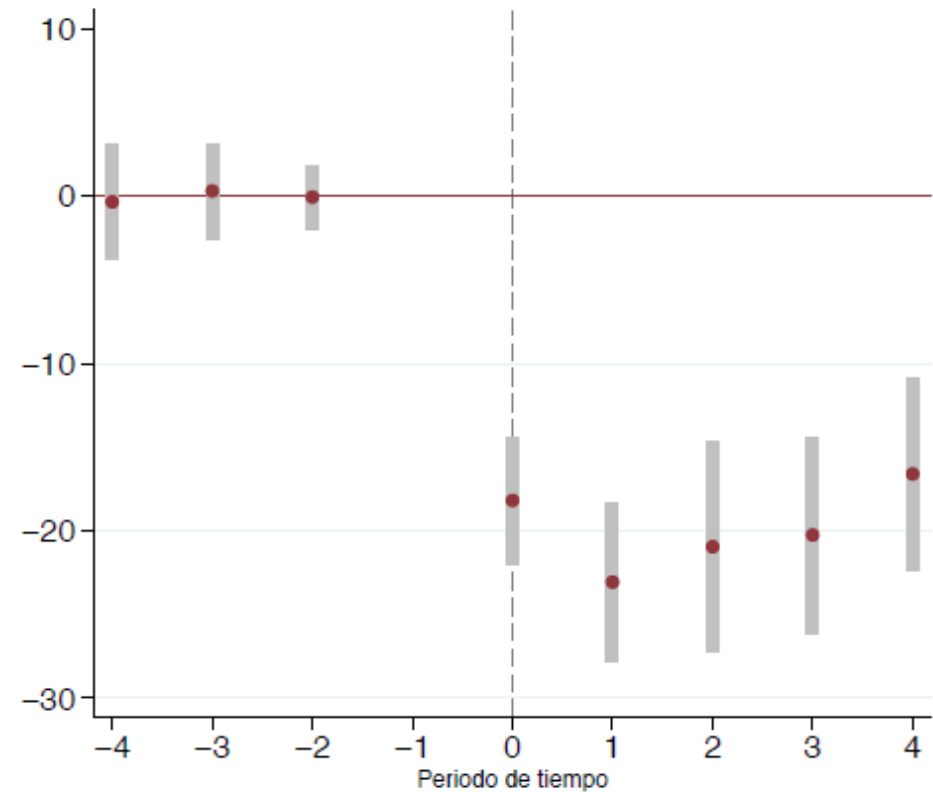


Resultats – generació per càpita

“Los resultados de la evaluación evidencian que la implantación de este sistema de recogida redujo significativamente la cantidad total de residuos per càpita generada.”

- Els kilograms de residus per càpita disminueixen de mitjana gairebé un 20% l'any després de l'aplicació de la recollida porta a porta.
- Aquest descens es manté en els quatre anys següents.

PANEL A.GENERACIÓN (% VARIACIÓN DE KG PER CÁPITA)



Resultats – recollida separada

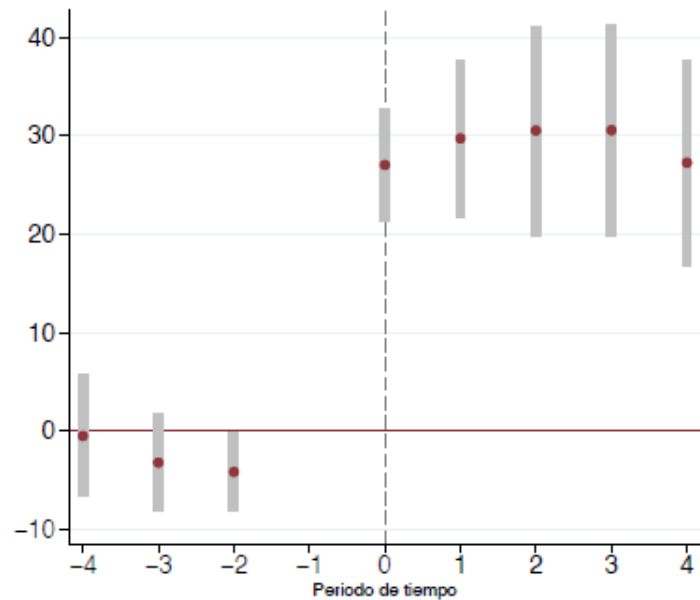
“La adopción del sistema PaP tiene también un efecto positivo y significativo en la recogida separada, tanto en los kilogramos recogidos como en el porcentaje que representa sobre los residuos totales generados.”

- Els kilograms de residus recollits en recollida separada per individu van augmentar gairebé un 30% (i uns 25 punts percentuals) de manera immediata després de la introducció de la recollida porta a porta.
- Aquest nivell es manté en els quatre anys següents.

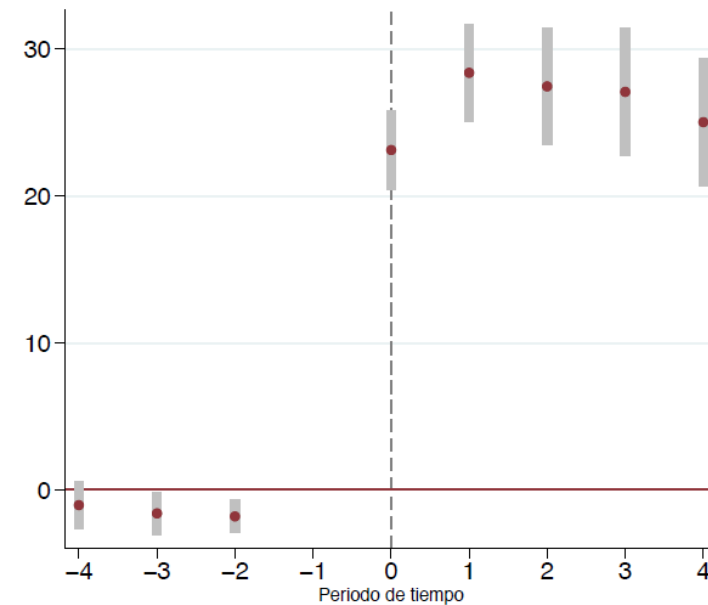


Resultats – recollida separada

PANEL B. RECOGIDA SEPARADA
(% VARIACIÓN DE KG PER CÁPITA)



PANEL C. RECOGIDA SEPARADA
(VARIACIÓN P.P.)

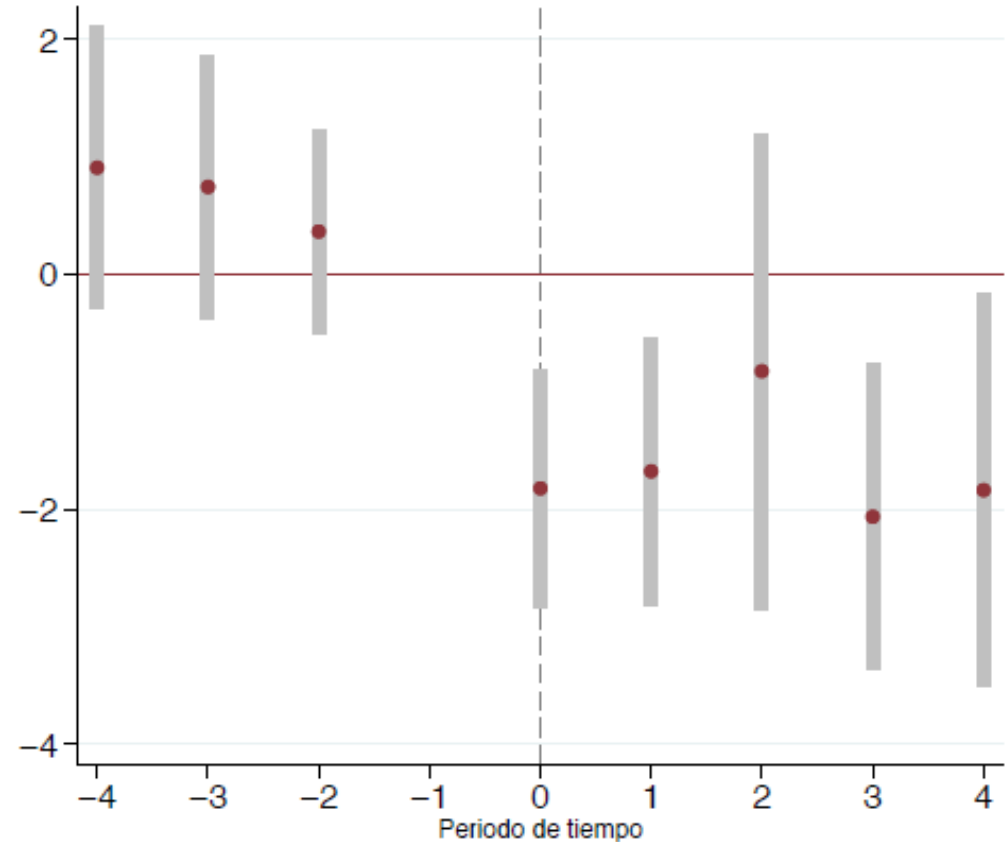


Resultats – nivell d'impropis

“El modelo PaP parece tener un efecto en el porcentaje de impropios en la fracción orgánica.”

- Si a l'anàlisi s'utilitzen estimadors estàndard, es percep una reducció del percentatge d'impropis a la fracció orgànica després de la implantació de la recollida PaP.

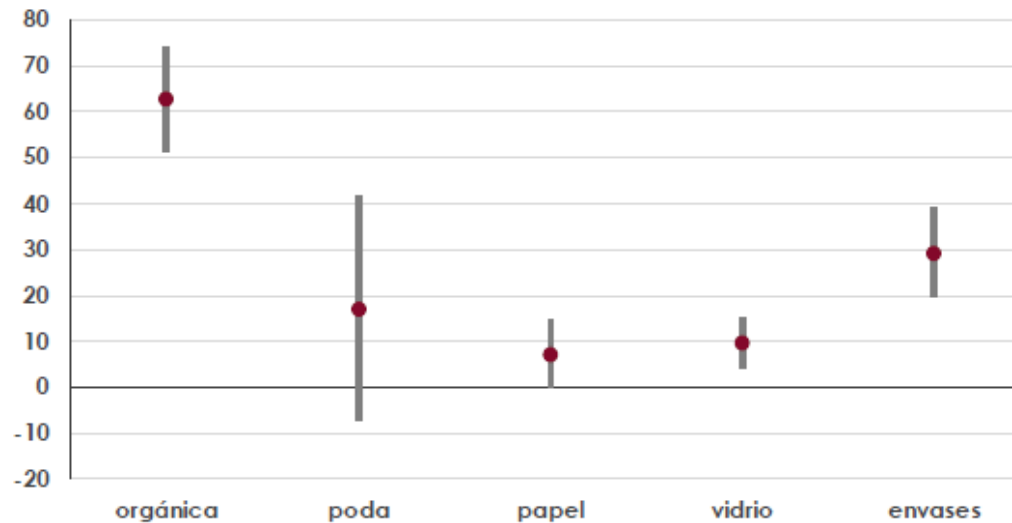
PANEL D. IMPROPIOS EN FORS
(VARIACIÓN P.P.)



Resultats – segons el tipus de fracció

L'impacte de la recollida PaP varia segons el tipus de fracció. La fracció orgànica és la fracció amb un increment substancial més alt (60%), seguida de la fracció envases (30%).

GRÁFICO 34. IMPACTO DEL MODELO PAP POR FRACCIONES DE RECOGIDA
(% VARIACIÓN DE KG PER CÁPITA)



3. Estudi comparatiu de les quotes de la taxa de residus en municipis amb recollida porta a porta i municipis amb recollida en contenidors tancats



Objectiu

L'objectiu principal d'aquesta comparativa és analitzar i quantificar les diferències en la quota de la taxa de residus que paga una llar tipus en funció del sistema de recollida d'escombraries implantat al seu municipi: el sistema de recollida mitjançant contenidors tancats i el sistema de recollida porta a porta.



25
anys

del porta a porta
a Catalunya



Selecció de la mostra de municipis

Es disposa de dues llistes amb tots els municipis de Catalunya amb recollida selectiva porta a porta (PaP) i amb contenidors tancats, a data de juny de 2025.

En ambdós casos s'han seleccionat només aquells municipis amb la implantació anterior a 1 de gener de 2024 i que disposen d'un únic model implantat de forma molt majoritària al seu territori ($\geq 95\%$).

Municipis amb recollida en contenidors tancats	Municipis amb recollida porta a porta
46	264

Per poder fer la comparació, hem triat el mateix nombre de municipis amb recollida PaP i municipis amb recollida en contenidors tancats. Per tant, es seleccionaran tots els municipis amb recollida en contenidors tancats, i pels municipis amb recollida PaP es realitza una selecció de 46 municipis tenint en compte els següents criteris:

* **Nombre d'habitants.**

* **Comarca.**



Selecció de la mostra de municipis

Primer, es defineixen dues categories de municipis amb recollida porta a porta (PaP) i de municipis amb contenidors tancats:

- Municipis amb menys de 1.000 habitants.
- Municipis amb 1.000 habitants o més.

Per a cadascuna d'aquestes dues categories d'habitants, s'aplica el següent procediment:

- Per a cada comarca, es compara el nombre de municipis amb sistema PaP amb el nombre de municipis amb contenidors tancats.
- En aquelles comarques on els municipis amb sistema PaP són iguals o més nombrosos que els de contenidors tancats, es fa una selecció aleatòria de municipis PaP per tal que el seu nombre sigui igual al dels municipis amb contenidors tancats.
- En canvi, a les comarques on hi ha més municipis amb contenidors tancats que amb sistema PaP, s'inclouen tots els municipis PaP disponibles.
- A continuació, es calcula el nombre de municipis PaP que falten per completar la mostra. Per equilibrar-la, es fa una selecció aleatòria addicional d'entre la resta de municipis PaP no seleccionats, i que no pertanyin a cap de les comarques ja seleccionades anteriorment.



25
anys

del porta a porta
a Catalunya



Resultats

Per cada municipi s'obté la seva OF i es calcula la quota domiciliària agafant la definició de llar tipus definida per l'Observatori de la Fiscalitat dels Residus.

A continuació, es calcula la mitjana simple i la mitjana ponderada de les quotes tributàries obtingudes pels municipis amb recollida en contenidors tancats i els municipis amb recollida PaP:

	Contenidors tancats	PaP	Diferència	% PaP/Cont. tancats
Mitjana simple	152,84€	145,36€	7,48€	95,11%
Mitjana ponderada	156,34€	149,36€	6,98€	95,53%



Conclusions

- La recollida porta a porta és determinant per explicar un baix nivell d'impropis i alhora això és determinant per explicar una millor qualitat del compost obtingut (1).
- La recollida porta a porta assoleix una reducció en la generació de residus i en la recollida selectiva en kg/càpita i en percentatge (2).
- Als municipis amb recollida porta a porta les llars paguen unes taxes lleugerament més baixes que als municipis amb contenidors amb identificació d'usuari (3).



Gràcies

Ignasi Puig Ventosa
ENT Medi Ambient i Gestió

www.ent.cat
ipuig@ent.cat

