

# Análisis de costes de ciclo de vida sobre la gestión del desperdicio alimentario en Dinamarca: Importancia de los efectos indirectos

Veronica Martínez Sánchez | Fundació ENT



# ESTUDIO ORIGINAL

## Life-Cycle Costing of Food Waste Management in Denmark: Importance of Indirect Effects

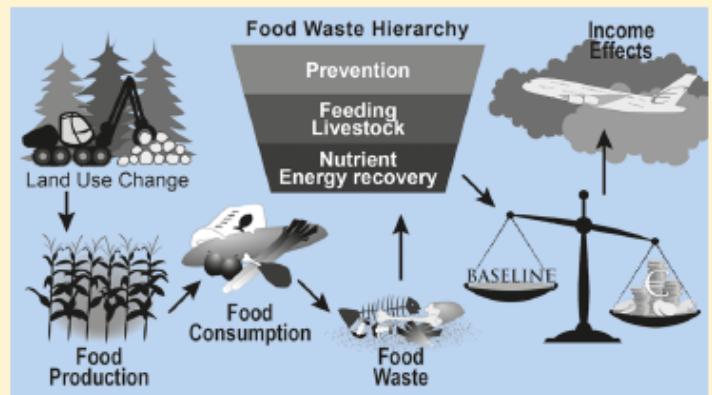
Veronica Martinez-Sanchez,<sup>\*,†</sup> Davide Tonini,<sup>†</sup> Flemming Møller,<sup>‡</sup> and Thomas Fruergaard Astrup<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, Miljøevej, Building 113, 2800 Kongens Lyngby, Denmark

<sup>‡</sup>Department of Environmental Science, Aarhus University, Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde, Denmark

### Supporting Information

**ABSTRACT:** Prevention has been suggested as the preferred food waste management solution compared to alternatives such as conversion to animal fodder or to energy. In this study we used societal life-cycle costing, as a welfare economic assessment, and environmental life-cycle costing, as a financial assessment combined with life-cycle assessment, to evaluate food waste management. Both life-cycle costing assessments included direct and indirect effects. The latter are related to income effects, accounting for the marginal consumption induced when alternative scenarios lead to different household expenses, and the land-use-changes effect, associated with food production. The results highlighted that prevention, while providing the highest welfare gains as more services/goods could be consumed with the same income, could also incur the highest environmental impacts if the monetary savings from unpurchased food commodities were spent on goods/services with a more environmentally damaging production than that of the (prevented) food. This was not the case when savings were used, e.g., for health care, education, and insurances. This study demonstrates that income effects, although uncertain, should be included whenever alternative scenarios incur different financial costs. Furthermore, it highlights that food prevention measures should not only demote the purchase of unconsumed food but also promote a low-impact use of the savings generated.

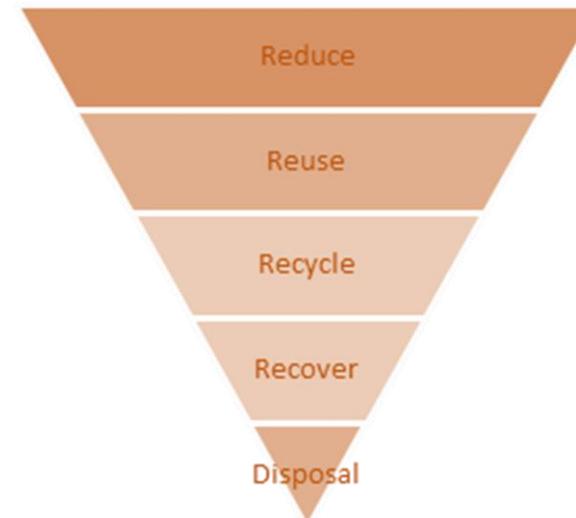


Colaboración entre:

- Technical University of Denmark
- Aarhus University
- 2015 y 2016

# OBJETIVO DEL ESTUDIO

- En 2011 la FAO estimaba que **1/3 de la producción mundial de alimentos** para el consumo humano se pierde o desperdicia (> 1.300 millones de toneladas de alimentos) -> 280-300 kg/cápita/año (EU & EEUU).(1)
- Diferentes organismos e instituciones recomiendan usar la **jerarquía en la gestión del residuo alimentario**.
- Diferentes estudios habían ya comparado las diferentes alternativas de gestión del residuo alimentario, pero ninguno había incluido costes ambientales y económicos de dos efectos indirectos:
  - **Effecto rebote** (income effect) inducido cuando las opciones comparadas tienen diferentes costes
  - **El cambio indirecto de utilización de la tierra/suelo** (indirect land-use change) inducido por la producción de alimentos.



**OBJETIVO DEL ESTUDIO:** Evaluación económica y ambiental de 4 alternativas para la gestión del residuo alimentario (diferentes prioridades de la jerarquía de residuos) incluyendo efectos directos e indirectos y usando la metodología de **Análisis de Costes de Ciclo de Vida (ACCV)**.

Fuente: (1) [FAO, Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención, Roma, 2012.](#)

# MÉTODO DEL ESTUDIO



La metodología de ACCV está basada/inspirada en los principios de la metodología de **Análisis de Ciclo de Vida** (Life Cycle Assessment), herramienta conocida y estandarizada para **evaluaciones ambientales**.

INTERNATIONAL STANDARD	ISO 14040	INTERNATIONAL STANDARD	ISO 14044
	Second edition 2006-07-01		First edition 2006-07-01
<b>Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework</b> <i>Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Principes et cadre</i>		<b>Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines</b> <i>Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Exigences et lignes directrices</i>	

Fuentes:

- Swarr, T.E., Hunkeler, D., Klopffer, W., Pesonen, H.-L., Ciroth, A., Brent, A.C., Pagan, R., 2011. Environmental life cycle costing: a code of practice. *Soc. Environ. Toxicol. Chem.*  
Hunkeler, D., Lichtenvort, K., Rebitzer, G., 2008. Environmental Life Cycle Costing. CRC Press.  
Martinez-Sanchez, V.; Kromann, M. A.; Astrup, T. F. Life cycle costing of waste management systems: Overview, calculation principles and case studies. *Waste Manage.* 2015, 36, 343-355

# MÉTODO DEL ESTUDIO

- El **análisis del costes del ciclo de vida (ACCV)** es una herramienta para cuantificar y evaluar los costes de un producto o servicio durante todo su ciclo de vida.
- Hay **diferentes tipos** de ACCV, una de las clasificaciones se basa en el objeto de interés.

	Economía	Medio Ambiente	Aspectos Sociales
Conventional LCC			
Environmental LCC			
Societal LCC			

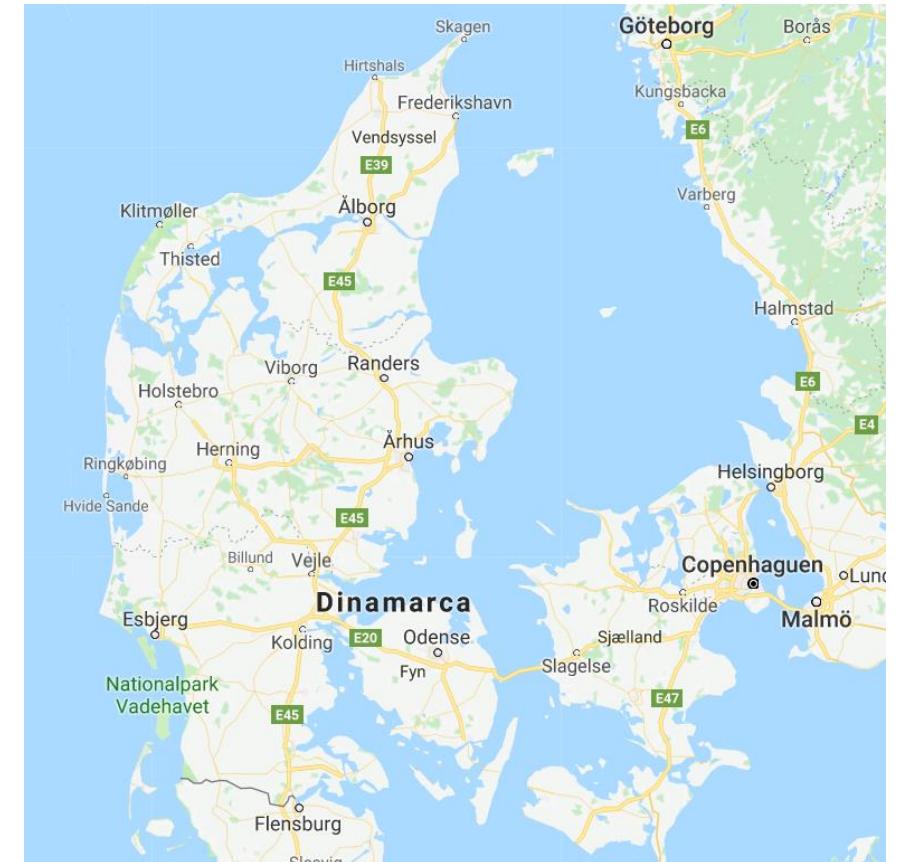
- Hay otras clasificaciones. Pero todos los tipos comparten la **perspectiva de ciclo de vida**.



# CASO DE ESTUDIO

Dinamarca, 2015:

- 2 500 000 hogares
- 183 kg residuo alimentario/hogar/año
- Residuo alimentario (56% evitable):
  - 75% De origen vegetal:
    - 50% evitable
    - 50% inevitable
  - 25 % De origen animal:
    - 75% evitable
    - 25% inevitable



Fuente:

Edjabou, M.E., Jensen, M.B., Götze, R., Pivnenko, K., Petersen, C., Scheutz, C., Astrup, T.F., 2015. Municipal Solid Waste Composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. *Waste Manag.* 36, 12–23.

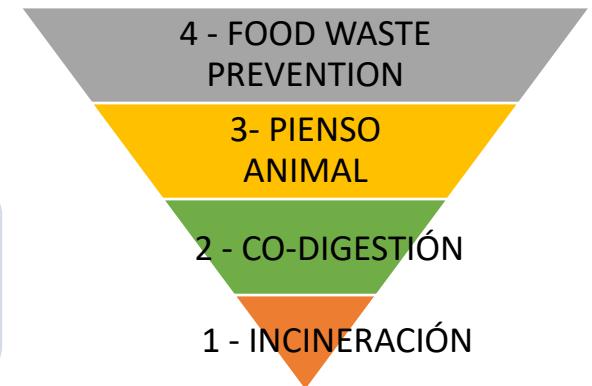
# ESCENARIOS

**1 - INCINERATION:** En 2015, la mayoría de municipios daneses no tenían **separación selectiva del residuo orgánico municipal** implementada. Todo el residuo orgánico era incinerado con el resto. **Escenario de referencia.**

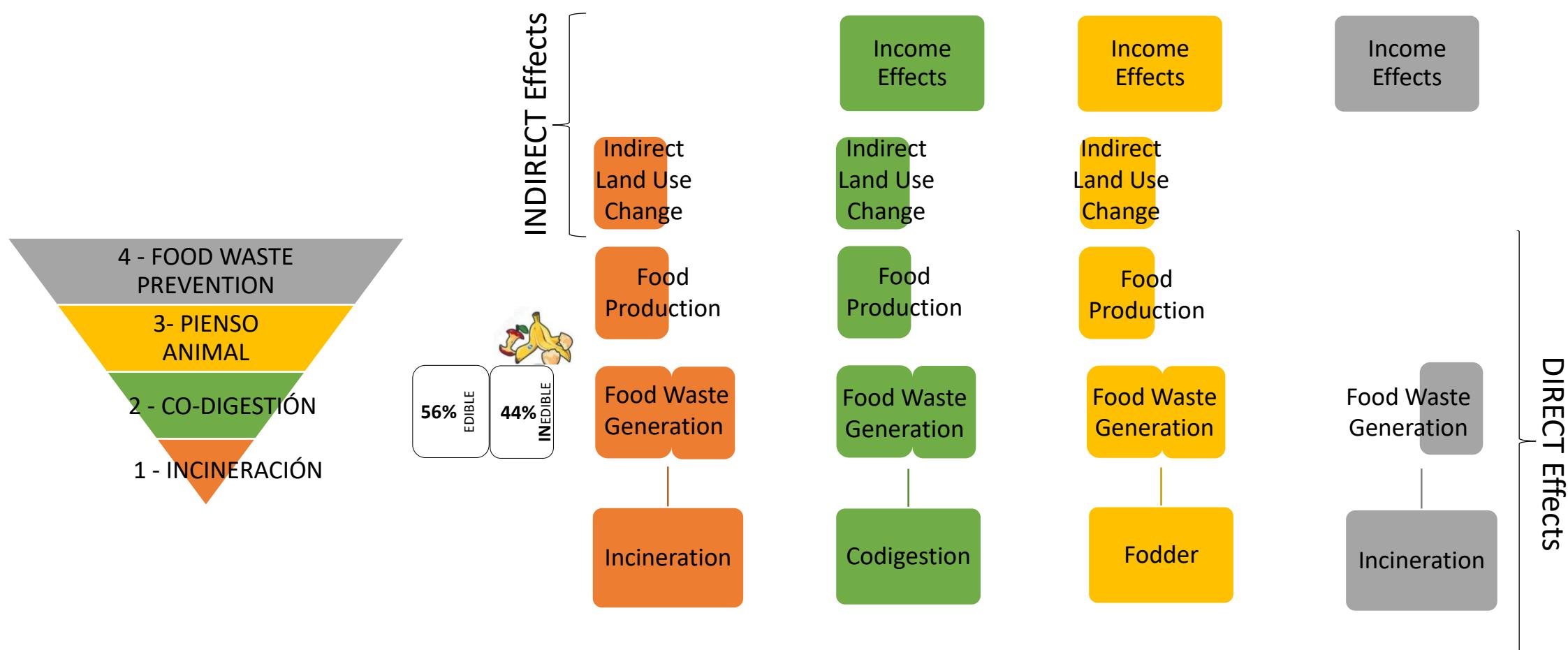
**2 - CO-DIGESTION:** Dinamarca es uno de los mayores exportadores de cerdo en el mundo (~ 5 cerdos por habitante). Una posible gestión podría ser la **co-digestión anaeróbica** de residuo orgánico municipal **con purines**.

**3 - PIENSO ANIMAL:** El residuo alimentario de **origen vegetal** se podría utilizar para producir **alimento para el ganado**. Debido a la legislación europea de **subproductos animales** los restos de origen animal continuarían yendo a incineración.

**4 - PREVENCIÓN:** La mejor opción según la jerarquía de residuos sería la prevención del 100% residuo alimentario evitable, **desmotivando a comprar de la comida que se compra pero que no se consume**. En este escenario se asumió que el residuo alimentario no evitable continuaría yendo a incineración.



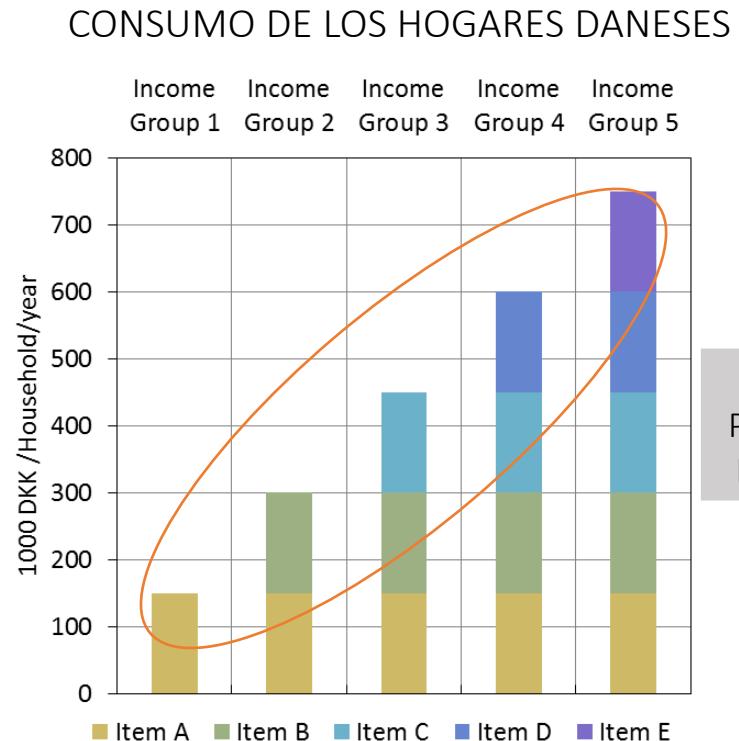
# ESCENARIOS



Todos los escenarios dan el mismo servicio (funcional unit): "Gestión del residuo alimentario municipal generado en un año en Dinamarca."

# EFECTO REBOTE – “Income effect”

Consumo marginal en Dinamarca?  
El método seguido se basa en Thiesen et al. (2006)



Media Ponderada Población

Marginal Consumption	
Housing	31%
Communication	22%
Leisure	16%
Meals	13%
Clothing	6%
Security	5%
Education	3%
Health Care	2%
Hygiene	1%

+ Input Output Tablas

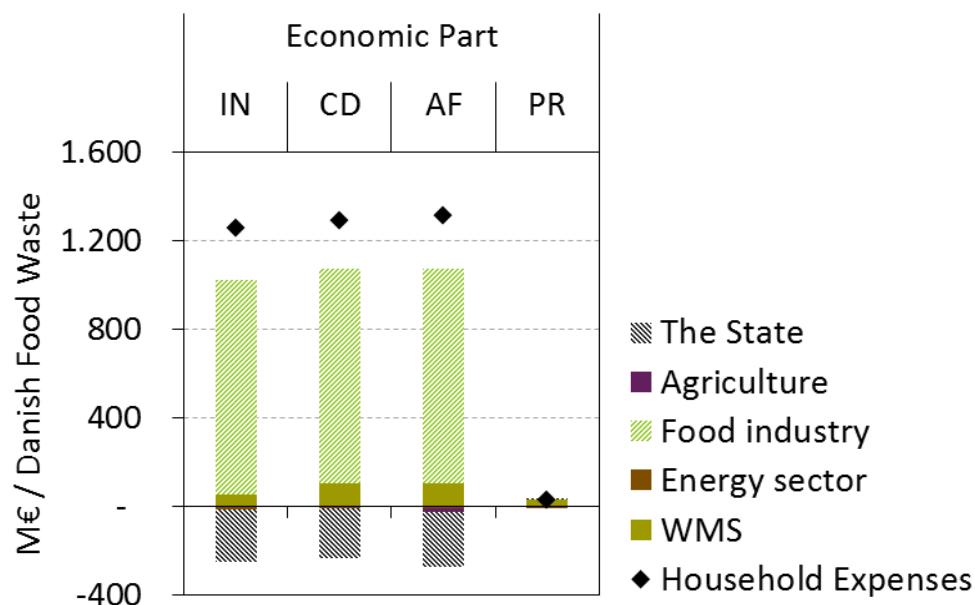
Impacto Ambiental del Consumo Marginal en Dinamarca

Fuente:

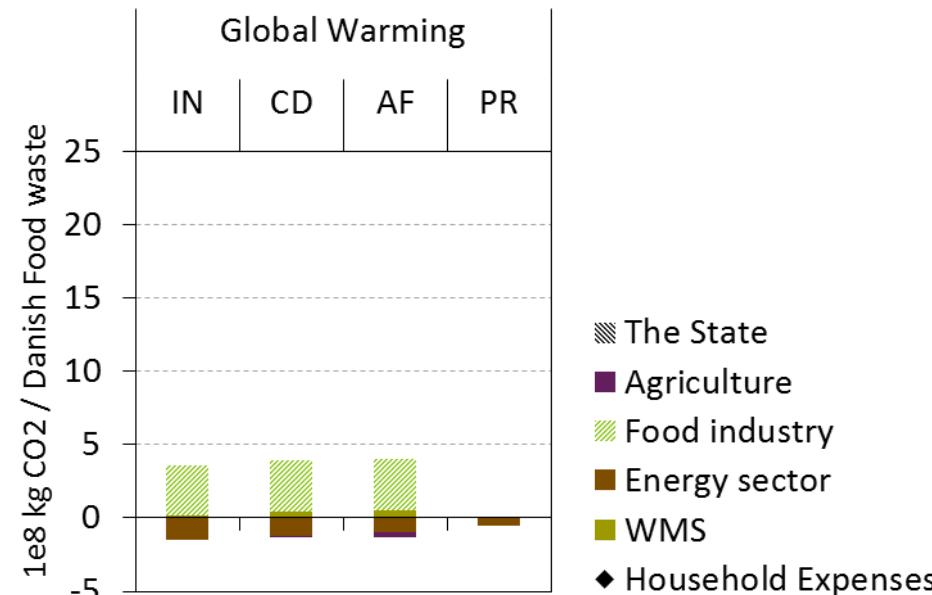
Thiesen, J., Christensen, T.S., Kristensen, T.G., Andersen, R.D., Brunoe, B., Gregersen, T.K., Thrane, M., Weidema, B.P., 2006. Rebound effects of price differences. Int. J. Life Cycle Assess. 13, 104–114.

# ENVIRONMENTAL LCC (EFECTOS DIRECTOS)

- Gastos e ingresos para los actores afectados por un cambio en la gestión del residuo orgánico: **gestión de residuos (+), industria alimentaria (+), sector energético (-), sector agrícola (-), el estado (-).**
- Los gastos de todos los actores se transfieren a los hogares.



- Impactos ambientales (representados con el Cambio Climático):
- IMPACTOS (emisiones emitidas y/o recursos usados): principalmente en la **industria alimentaria**, pero también en la **gestión del residuo**.
  - AHORROS (emisiones evitadas y/o recursos no usados): principalmente en el **sector energético** pero también en la **agricultura**.

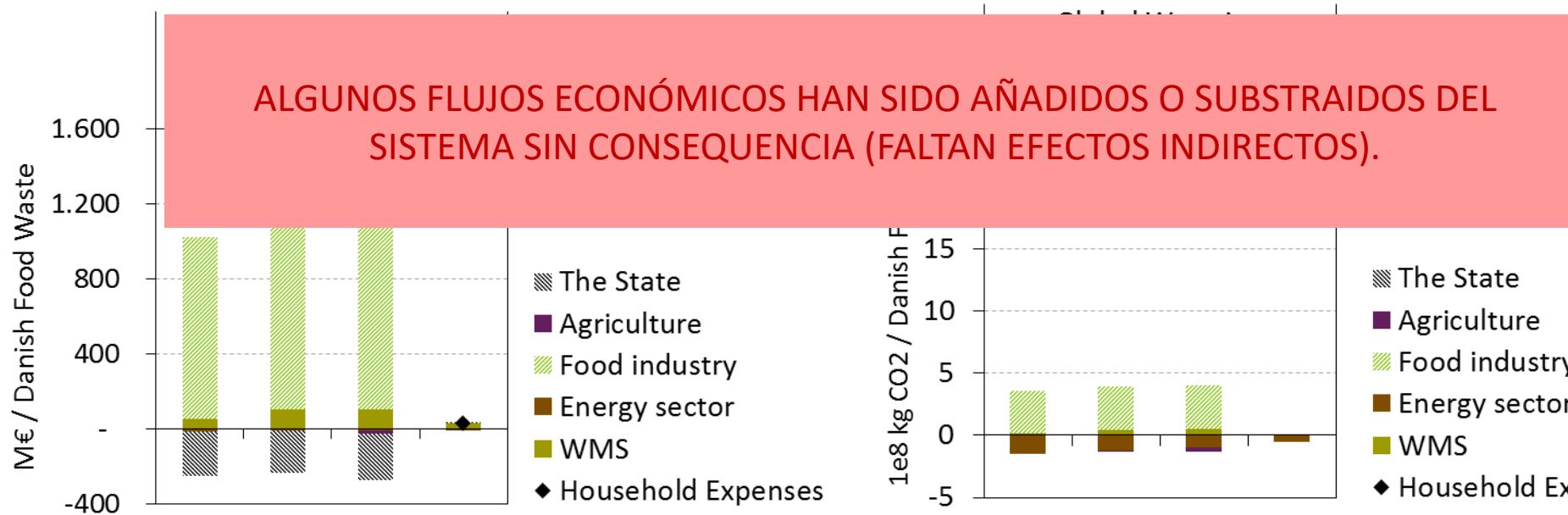


# ENVIRONMENTAL LCC (EFECTOS DIRECTOS)

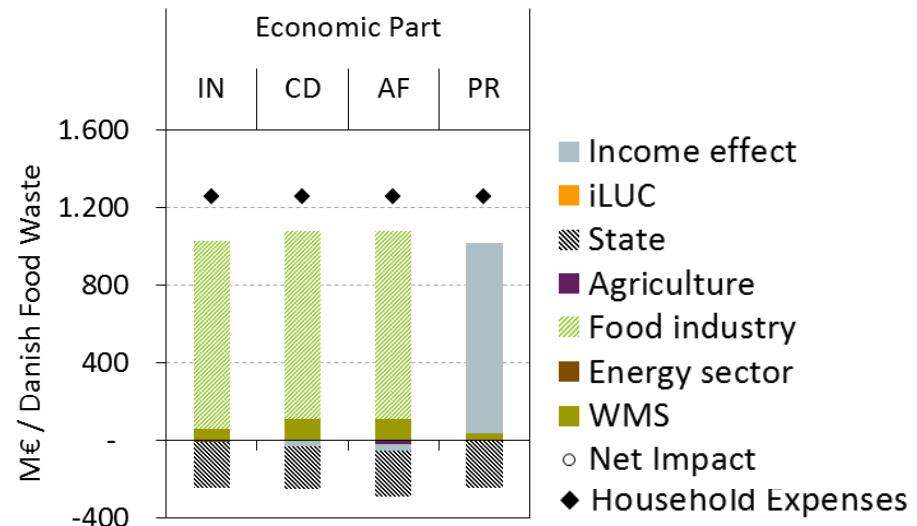
- Gastos e ingresos para los actores afectados por un cambio en la gestión del residuo orgánico: **gestión de residuos (+), industria alimentaria (+), sector energético (-), sector agrícola (-), el estado (-).**
- Los gastos de todos los actores se transfieren a los hogares.

Impactos ambientales (representados con el Cambio Climático):

- IMPACTOS (emisiones emitidas y/o recursos usados): principalmente en la **industria alimentaria**, pero también en la **gestión del residuo**.
- AHORROS (emisiones evitadas y/o recursos no usados): principalmente en el **sector energético** pero también en la **agricultura**.



# ENVIRONMENTAL LCC (EFECTOS TOTALES)

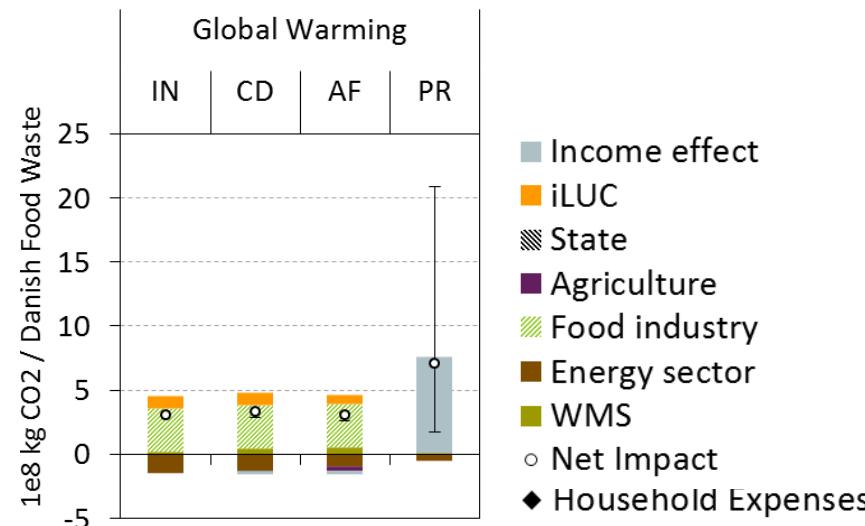


Gastos e ingresos para los actores afectados por un cambio en la gestión del residuo orgánico:

- Los mismos involucrados en los efectos directos
- + **Industria General (income effect)**

La inclusión del efecto rebote (income effect) hizo que todos los **escenarios se igualaran en costes al escenario de referencia**

(Escenario INCINERACION).



En la parte ambiental, cuando se incluyen los impactos asociados al efecto rebote:

- Los 3 primeros escenarios se comportan de forma muy similar
- El impacto del escenario de prevención **depende completamente de cómo se use el ahorro** generado por evitar la compra del alimento no consumido.
  - Únicamente será **mejor que el resto** si el consumo alternativo tiene menos emisiones que la producción de alimentos (por €)

# CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

- Cuando se considera el efecto rebote (nivel de ahorro constante), todos los escenarios tienen el mismo **coste**.
- El beneficio neto de la prevención del desperdicio alimentario **depende completamente de como se usa el ahorro generado**.
  - Únicamente habrá beneficio ambiental neto si el consumo alternativo tiene menos impactos asociados per unidad económica que la producción de la comida.
- Las **campañas de prevención del desperdicio alimentario** deberían no solo enfocarse en la reducción de comida desperdiciada sino también en como reducir el impacto del efecto rebote
  - Promoviendo usos alternativos de los ahorros con bajos impactos asociados.

# DESPUÉS DEL ESTUDIO



MUNICIPIOS DANESES CON SEPARACIÓN SELECTIVA DE ORGÁNICA (TOTAL 98 MUNICIPIOS)

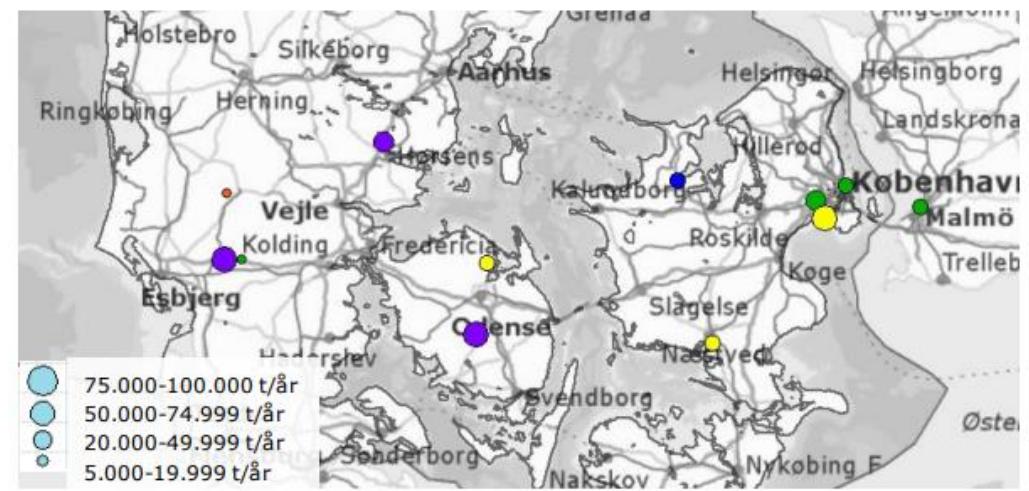


- 60-70 Kg bio-residuos recogido por cápita por año (datos basados en 60 municipios daneses en 2017)

Fuente:

<http://genanvend.mst.dk/projekter/projektbibliotek/2015/kortlaegning-af-kommunale-affaldsordninger-for-husholdningsaffald/>

- En 2017 existían 4 plantas que trataban bio-residuos municipales en Dinamarca y 3 más planeadas para 2018.



Fuente:

[http://roskilde.dk/sites/default/files/fics/DAG/3302/Bilag/Strategi\\_for\\_behandling\\_af\\_KOD.pdf](http://roskilde.dk/sites/default/files/fics/DAG/3302/Bilag/Strategi_for_behandling_af_KOD.pdf)

# DESPUÉS DEL ESTUDIO

Publicación posterior con un **método más complejo y completo** para estimar el impacto del efecto rebote con **conclusiones similares**: “*Esfuerzos destinados a reducir el impacto del desperdicio alimentario deben considerar el efecto rebote*”.



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Waste Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/wasman](http://www.elsevier.com/locate/wasman)



A holistic approach to the environmental evaluation of food waste prevention

Ramy Salemdeeb <sup>a,\*</sup>, David Font Vivanco <sup>b</sup>, Abir Al-Tabbaa <sup>a</sup>, Erasmus K.H.J. zu Ermgassen <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Department of Engineering, University of Cambridge, Trumpington Street, Cambridge CB2 1PZ, UK

<sup>b</sup>Center for Industrial Ecology, School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, CT 06511, United States

<sup>c</sup>Conservation Science Group, Department of Zoology, University of Cambridge, David Attenborough Building, Pembroke Street, Cambridge CB2 3EQ, UK

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 5 June 2016

Revised 28 September 2016

Accepted 29 September 2016

Available online xxxx

### Keywords:

Hybrid life-cycle assessment

Multi-regional input output analysis

Food waste

Greenhouse gas emissions

Waste prevention

Rebound effect

## ABSTRACT

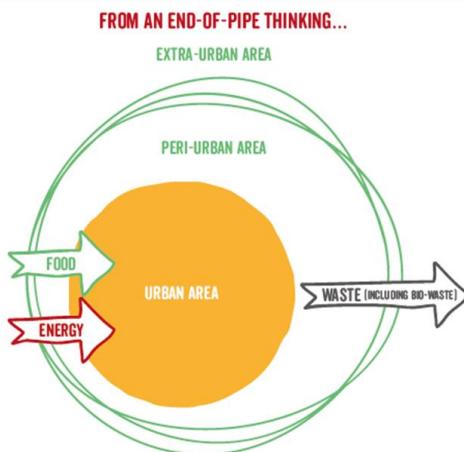
The environmental evaluation of food waste prevention is considered a challenging task due to the globalised nature of the food supply chain and the limitations of existing evaluation tools. The most significant of these is the rebound effect: the associated environmental burdens of substitutive consumption that arises as a result of economic savings made from food waste prevention. This study introduces a holistic approach to addressing these challenges, with a focus on greenhouse gas (GHG) emissions from household food waste in the UK. It uses a hybrid life-cycle assessment model coupled with a highly detailed multi-regional environmentally extended input output analysis to capture environmental impacts across the global food supply chain. The study also takes into consideration the rebound effect, which was modelled using a linear specification of an almost ideal demand system.

The study finds that food waste prevention could lead to substantial reductions in GHG emissions in the order of 706–896 kg CO<sub>2</sub>-eq. per tonne of food waste, with most of these savings (78%) occurring as a result of avoided food production overseas. The rebound effect may however reduce such GHG savings by up to 60%. These findings provide a deeper insight into our understanding of the environmental impacts of food waste prevention: the study demonstrates the need to adopt a holistic approach when developing food waste prevention policies in order to mitigate the rebound effect and highlight the importance of increasing efficiency across the global food supply chain, particularly in developing countries.

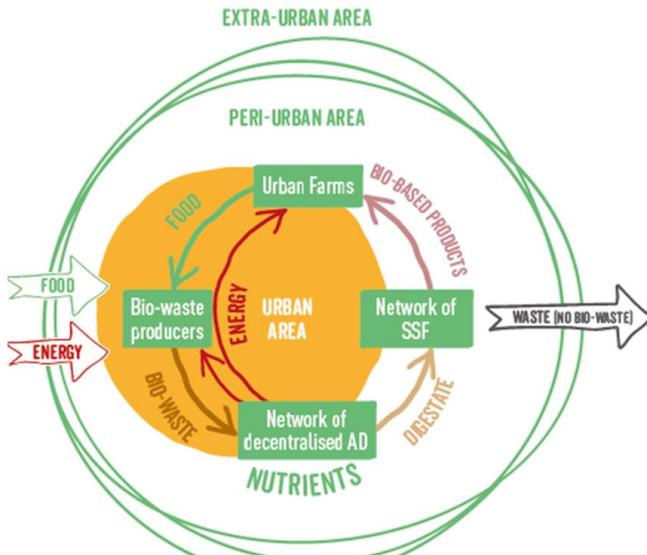
© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

# DESPUÉS DEL ESTUDIO

## CAMBIO DE METABOLISMO URBANO (concepto)



...TO A CIRCULAR THINKING: DECISIVE



## CAMBIO DE METABOLISMO URBANO (herramientas)

Micro-digestión anaerobia & Fermentación en Estado Sólido



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 689229.

# DESPUÉS DEL ESTUDIO

...TO A CIRCULAR THINKING: DECISIVE

EXTRA-IRRAN ARFA

Herramienta web para hacer estudios similares al de Dinamarca aquí presentado.

OBJECTIVO PRINCIPAL: Comparar la sostenibilidad de diferentes sistemas de gestión de bio-residuos (centralizada vs descentralizada) usando diferentes indicadores y un enfoque de ciclo de vida.

METODOLOGIA: Disponible en  
<http://www.decisive2020.eu/library/>

1<sup>a</sup> versión de la herramienta disponible después del verano 2018.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 689229.



# GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN

Verónica Martínez Sánchez | [vmartinez@ent.cat](mailto:vmartinez@ent.cat)

Fundació ENT | [www.ent.cat](http://www.ent.cat)