

USO DE EXCEDENTES ALIMENTARIOS EN LOS MERCADOS MUNICIPALES DE BARCELONA PARA ALIMENTACIÓN PORCINA

Palabras clave: frutas y verduras, excedentes de frutas y verduras, desperdicio alimentario, prevención, valorización, alimentación animal, mercados municipales.

Estudiante: Oscar Pastor Garcia

Tutoras: Raquel Díaz Ruiz i Berta Vidal Mones

Trabajo final de Grado del grado en Ingeniería Alimentaria de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, en colaboración con el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) y la beca concedida de investigación en prevención de residuos.

RESUM

El treball aplica una metodologia japonesa sobre l'ús d'excedents alimentaris per alimentació animal als mercats municipals de Barcelona. S'ha quantificat els volums de fruites i verdures (FV) del mercat de Sant Antoni durant quatre dies (de dimecres a dissabte), amb un total de 439,8 kg malbaratats. La extrapolació a tots els mercats suma 13,54t setmanals d'excedents de FV (EFV), dels quals 13,24t podrien ser destinats a la elaboració d'un ingredient farinós per alimentació porcina. El procés de elaboració de la farina té un rendiment del 13,6%, per tant, es forma en una setmana un total de 1,8t de farina de FV. Es conclou, que els EFV als mercats són suficientment elevats per implementar aquest sistema de valorització.

ABSTRACT

This project applies the Japanese methodology on the use of food surpluses for animal feed in the municipal markets of Barcelona. The volumes of fruits and vegetables (FV) from the Sant Antoni market have been quantified for four days (from Wednesday to Saturday). A total of 439.8 kg wasted FV were quantified. Extrapolating to all markets in Barcelona, it sums up to 13,54t per week of EFV, of which 13,24t could be intended to produce a flour ingredient for pig feed. The flour process has a yield of 13,6%, therefore, a total of 1,8t of flour is produced within a week. The conclusion is that municipal markets in Barcelona produce enough EFV to implement this valorization system.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, a nivel global, un tercio de los alimentos producidos se pierden o se desperdician, lo que representa 1,3 millones de toneladas anuales, de los cuales el 50% corresponden a frutas y verduras (FAO, 2018). En la Unión Europea, cada año se desperdician 88 millones de toneladas de alimentos, 58% en los hogares, 19% en el procesado de alimentos, 12% en restauración, 11% en la producción y el 5% en la distribución (Stenmarck, Jensen, Quested, & Moates, 2016). En Cataluña, los alimentos desperdiciados en los hogares, el sector de la distribución, restauración y catering alcanzan las 262.000 toneladas (ARC & UAB, 2011).

La reducción del desperdicio alimentario es uno de los objetivos principales a tratar en el Paquete de Economía Circular establecido por la Comisión Europea. No obstante, además de reducir el desperdicio alimentario, es clave encaminar la producción alimentaria hacia un sistema más sostenible, ya que se estima un incremento del 60% en productos cárnicos y lácticos para el 2050 (Alexandratos & Bruinsma, 2012). En Cataluña, la carne de cerdo es la segunda más consumida, con un total 10,5 kg por habitante al año (Rezero, 2019). La constante demanda de carne de cerdo, las altas necesidades de tierra arable para la elaboración de pienso y el elevado impacto medioambiental que genera la producción porcina, hace necesario un cambio en los sistemas de elaboración de piensos para la alimentación porcina.

Aunque en Cataluña existe un sistema de gestión circular de los residuos orgánicos, ya sea con compostaje o digestión anaerobia (PRECAT20), la valorización de los alimentos desperdiciados para la elaboración de alimentos para alimentación animal no es un sistema ampliamente utilizado. Existen algunas iniciativas que transforman excedentes alimentarios industriales de cereales en piensos (PROMIC), pero no a partir de excedentes en el sector de la distribución. No obstante, es un modelo utilizado en otras partes del mundo como en Japón o Estados Unidos. La experiencia japonesa se conoce con el nombre de *EcoFeed* (Sugiura, Yamatani, Watahara, & Onodera, 2009). En ese caso la normativa permite, con un tratamiento térmico, el uso de proteínas de origen animal y de excedentes en hogares y sectores de catering para alimentación animal (Refresh, 2018). No obstante, la normativa europea no permite la valorización de este tipo de alimentos, por esta razón, el trabajo consiste en la valorización de frutas y verduras para la elaboración porcina.

El objetivo de este trabajo es estudiar el potencial y la viabilidad de implantar un sistema de valorización de los residuos alimentarios de origen vegetal generados en los mercados municipales de Barcelona para elaborar alimentación animal. Además, tiene la intención de promover un reciclaje de flujo circular: 1) mediante la elaboración de un producto destinado a

la alimentación porcina que garantice la calidad y seguridad alimentaria adecuada para los animales; y 2) aportando una nueva valorización de los alimentos desperdiciados.

RESULTADOS

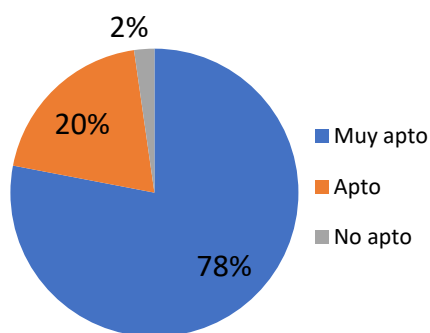
Mercados

A diferencia del sistema de mercados en otros países, en Barcelona hay un total de 38 mercados municipales de alimentación. Los volúmenes de residuos generados dependen de los números de comercios de frutas y verduras, el número de clientes diarios y los horarios del mercado. El mercado de Sant Antoni dispone de 14 comercios destinados a frutas y verduras con horarios semanales de lunes a viernes de 8:30h a 20:30h y el sábado de 8:30h a 15h. Estas características hacen que el mercado de Sant Antoni actúe como referencia para realizar la cuantificación y posterior extrapolación del desperdicio alimentario.

Cuantificación en el Mercado de Sant Antoni

El resultado de la cuantificación del desperdicio alimentario de FV de Sant Antoni es de 439,8 kg (82% son verduras). Como se puede observar en la ilustración 1, el 98% de las verduras y el 100% de las frutas desperdiciadas serían aptas para el consumo humano y para la elaboración de piensos.

Proporción de estado de verduras



Proporción de estado de frutas

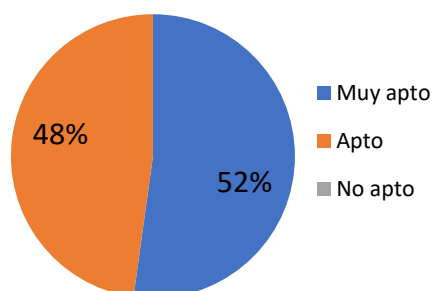


Ilustración 1. Proporción del estado de FV desperdiciados en el Mercado de Sant Antoni.

Muy apto: alimentos en buen estado para el consumo humano; **Apto:** alimentos que, a pesar de presentar defectos, se podrían consumir; **No apto:** alimentos en estado de descomposición.

Fuente: Elaboración propia.

Extrapolación a todos los mercados de Barcelona

Se estima que, si el resto de los mercados tienen un comportamiento similar al de Sant Antoni, en una semana se generarían 13,54 toneladas de FV desperdiciadas. Para realizar la extrapolación en todos los mercados se han calculado los excedentes de frutas y verduras (EFV) en una semana por comercio en Sant Antoni.

Tabla 1. Volúmenes de EFV generados durante una semana por comercio en el Mercado de Sant Antoni.
Fuente: Elaboración propia.

Alimento / Semana		Verdura (kg)				Fruta (kg)				EFV totales aptos y muy aptos (kg)
		Muy apto	Apto	No apto	Total	Muy apto	Apto	No apto	Total	
Entre semana	Mañana	3,81	0,71	0,20	4,71	0,34	0,39	0,00	0,73	5,25
	Tarde	1,17	0,84	0,00	2.01	0,44	0,41	0,00	0,86	2,86
Sábado	Mañana	5,23	0,43	0,00	5.66	0,56	0,26	0,00	0,82	6.48

A partir de la tabla 1, se ha realizado la estimación de los EFV en todos los mercados municipales de Barcelona, siendo un total de 13,54t. Fijándonos en los EFV útiles (muy aptas y aptas) serían 13,24t. En la Ilustración 2 se han situado en el mapa de la ciudad de Barcelona los mercados según los volúmenes totales de EFV útiles generados en una semana:

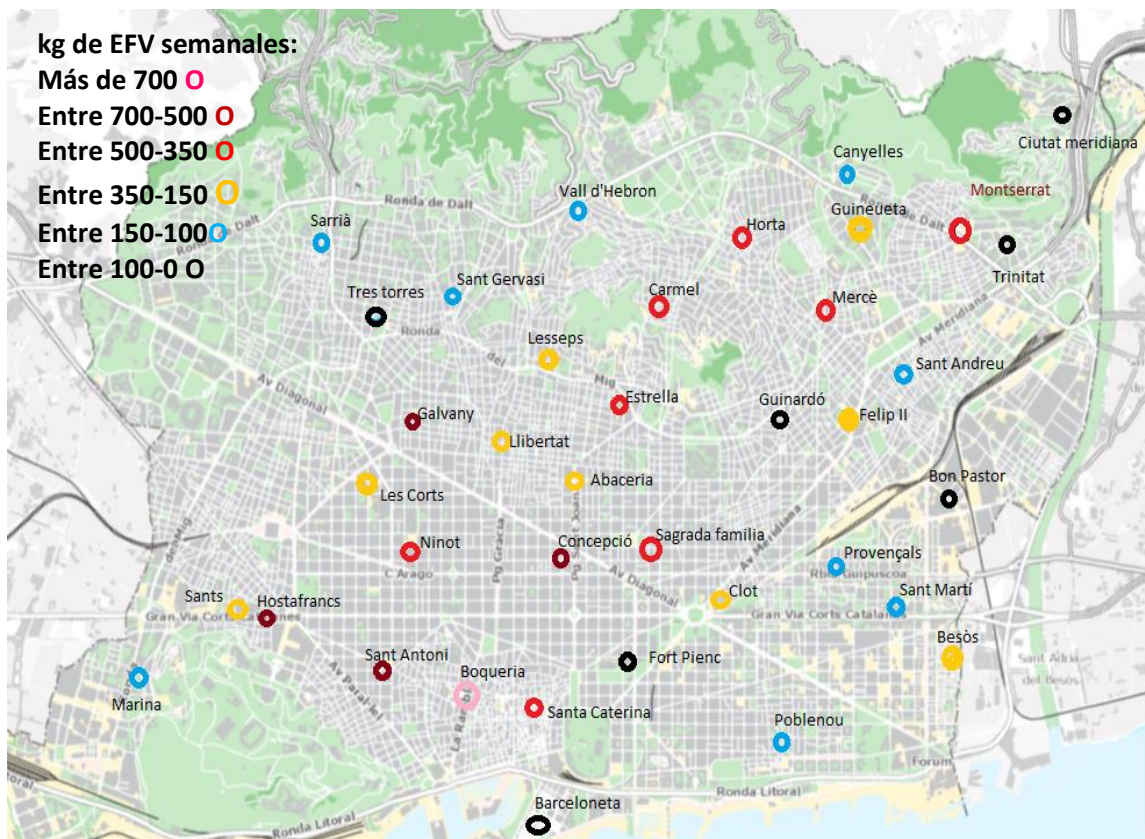


Ilustración 2. Volúmenes de EFV en todos los mercados municipales de Barcelona. Fuente: Elaboración propia.

Gestión de materias primas

En los mercados se debe instalar un sector, con contenedores de 360 litros, que conserve los EFV a temperaturas de refrigeración. El vehículo encargado de transportar los EFV debe mantener la cadena de frío de los alimentos.

Elaboración de alimentación animal con excedentes de frutas y verduras

Se propone elaborar un ingrediente harinoso. Este producto se pondría a disposición de las industrias de piensos, y combinándolo con materias primas convencionales se obtendrían los requisitos nutricionales necesarios para no alterar el rendimiento de crecimiento de los animales (Márquez & Ramos, 2006). El uso del producto harinoso a partir de EFV, hace que se reduzca un 44% de cebada, 22% de haba de soja y el 58% de carbonato de calcio (Márquez & Ramos, 2006) de los piensos convencionales.

El proceso de elaboración de la harina consiste en una primera limpieza y desinfección durante 30 minutos con 200 ppm de NaClO, seguido de una limpieza y una centrifugación para separar parte del agua. Los EFV sólidos se secan a 65°C durante 6 horas y se realiza un molido durante 5 minutos. Seguidamente, se procede a un segundo secado a 90°C durante una hora y un posterior molido durante 1 minuto (Ferreira et al., 2013). La harina obtenida presenta una humedad del 12% (Hr) y, suponiendo que la humedad media de los EFV es del 88% (Hf), rendimiento del proceso es de:

$$\text{Rendimiento teórico } (R) = \frac{100 - Hf}{100 - Hr} = \frac{100 - 88}{100 - 12} = 13,6 \%$$

A partir del rendimiento teórico se obtiene el peso seco (Ps) de los EFV después de las etapas de secado. Estimando que se generan 13,24t de EFV frescos (Pf) en los mercados municipales durante una semana, y con la siguiente fórmula, se obtienen el peso seco (Ps) de la harina de FV:

$$P_s = R * P_f = \frac{13,6}{100} * 13,24 = 1,8 \text{ t semanales de harina de FV}$$

Viabilidad

Para elaborar 1 kg de pienso para alimentación porcina, se utilizan 120 gramos de harina (12%) de frutas y verduras (Márquez & Ramos, 2006). Un cerdo de engorde consume diariamente entre 1,5 – 2 kg de pienso (FEDNA, 2013), en una semana son 14 kg de pienso. Con estos datos se concluye que la cantidad de harina necesaria para alimentar a un cerdo durante una semana es de 1,68 kg de harina de EFV.

$$\frac{14 \text{ kg pienso}}{1 \text{ cerdo}} * \frac{0,12 \text{ kg de harina}}{1 \text{ kg de pienso}} = \frac{1,68 \text{ kg de harina}}{1 \text{ cerdo}}$$

Con los excedentes de frutas y verduras, se obtienen 1,8t de harina, por lo tanto, se podrían alimentar 1.072 cerdos, como indica la siguiente fórmula:

$$\frac{1.800 \text{ kg de harina}}{1 \text{ semana}} * \frac{1 \text{ cerdo}}{1,68 \text{ kg de harina}} = \frac{1.072 \text{ cerdos}}{1 \text{ semana}}$$

En la provincia de Barcelona, se registraron un total de 569.562 cerdos a principios del año 2019 (DARP, 2019). La combinación de harina y materias primas convencionales podría alimentar a aproximadamente el 10% de la población porcina de engorde en Barcelona. Además, como se puede observar en la tabla 2, supone la reducción de materias primas convencionales:

Tabla 2. Ahorro de materias primas convencionales que comporta el uso de harina de excedentes de frutas y verduras. Fuente: Elaboración propia.

Materia prima	Ahorro por kg de pienso (g)	Ahorro utilizando 1,8t de harina (kg)
Cebada	168,4	2.527,35
Haba de soja	44	660,35
Carbonato de calcio	4,4	66,03

Análisis de peligros y puntos críticos de control

Para garantizar la seguridad y calidad alimentaria de la harina, es necesario seguir los siguientes parámetros durante el proceso de elaboración:

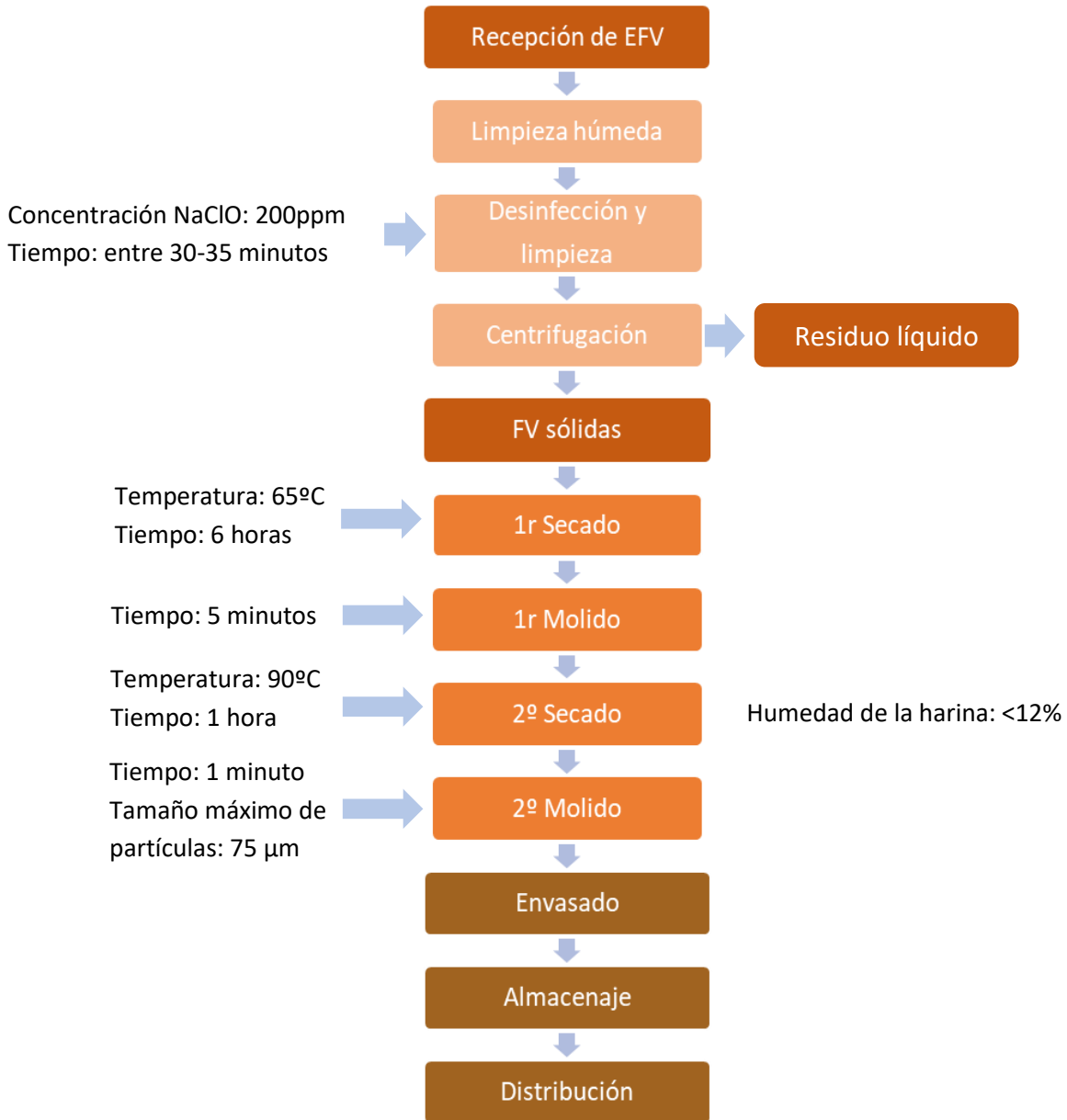


Ilustración 3. Proceso de elaboración de harina y factores a controlar de las etapas. Fuente: Elaboración propia.

Barreras administrativas, legales y logísticas

Implementar el sistema de gestión y valorización de excedentes de frutas y verduras para la elaboración de harina supone un número de barreras logísticas, administrativas y legales:

Tabla 3. Barreras administrativas, legales y logísticas del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Barrera	Tipo de barrera	Potencial solución
Falta de prácticas de higiene por parte de los comerciantes.	Administrativa	Implantar un sistema de buenas prácticas sobre los EFV en los mercados municipales
La estimación de EFV generados es aproximada.	Administrativa	Hacer cuantificación en cada mercado para estimar los EFV generados semanalmente.
Los mercados no disponen de sectores refrigerados para vertido de los EFV.	Logística	Adaptar una sala con sistema de refrigeración en los mercados.
Coste energético elevado de proceso de elaboración de harina.	Logística	Realizar estudio con posibles mejoras en la eficiencia energética del proceso de elaboración.
En la elaboración de harina, se genera un líquido que no se aprovecha.	Logística	Realizar un estudio con los valores nutricionales del líquido formado, y las posibles utilidades.
Variación constante de EFV en volumen y en composición dependiendo de la época del año, el día de la semana y el mercado.	Logística	Estudiar las posibles combinaciones de EFV para alcanzar los requisitos nutricionales necesarios.
Falta de sistema de trazabilidad y etiquetado de los EFV y del producto final.	Legal	Implementar un sistema de trazabilidad con el que se pueda localizar un lote de EFV o de harina para alimentación porcina.
Los mercados que destinen los EFV para la elaboración de harina, deberán solicitar un registro para esta nueva actividad.	Legal	Contactar con una autoridad competente, encargada de la gestión del RGSEAA (Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos), indicando el destino de EFV para la alimentación animal.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones son:

- El desperdicio alimentario en los mercados municipales de Barcelona es un fenómeno presente y sobre el cual se debe actuar.
- Los volúmenes de excedentes alimentarios generados en los mercados municipales son suficientemente elevados para implementar un sistema de valorización en este sector.
- La elaboración de un ingrediente harinoso de excedentes de frutas y verduras y la posterior combinación con materias primas convencionales para elaborar pienso es un sistema viable de valorización de los alimentos desperdiciados.
- El proceso de elaboración y sus etapas necesitan un control de varios factores para garantizar la seguridad alimentaria del producto harinoso.
- El uso del ingrediente harinoso para elaboración de pienso reduce el impacto medioambiental y las tierras de cultivo necesarias para producir materias primas convencionales que se utilizarían para la elaboración de pienso (cebada y haba de soja).

BIBLIOGRAFÍA

- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). *World Agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. *WORLD AGRICULTURE*. Recuperado de www.fao.org/economic/esa
- ARC, & UAB. (2011). Un consum més responsable dels aliments. Recuperado de [http://www20.gencat.cat/docs/arc/Home/LAgencia/Publicacions/Centre catala del reciclatge \(CCR\)/guia_consum_responsablebr.20.11.12.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/arc/Home/LAgencia/Publicacions/Centre_catala_del_reciclatge_(CCR)/guia_consum_responsablebr.20.11.12.pdf)
- DARP. (2019). *Efectius de bestiar porcí. Maig 2019*. Catalunya.
- FAO. (2018). *Género y pérdida de alimentos en cadenas de valor alimentarias sostenibles - Guía de orientación*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/I8620ES/i8620es.pdf>
- FEDNA. (2013). *NECESIDADES NUTRICIONALES PARA GANADO PORCINO NORMAS FEDNA*. Recuperado de http://fundacionfedna.org/sites/default/files/Normas_PORCINO_2013rev2.pdf
- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., & Gonçalves, É. C. B. A. (2013). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822-830. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Márquez, M. C., & Ramos, P. (2006). Effect of the inclusion of food waste in pig diets on growth performance, carcass and meat quality. <https://doi.org/10.1017/S1751731107685000>
- PRECAT20. (2013). *Programa General de Prevenció i Gestió de Residus i Recursos de Catalunya 2013-2020*.
- PROMIC. (2019). Promic Group, Gestor de subproductes alimentaris, Alimentació animal, Matèria primera alimentació animal, Excedents alimentaris. Recuperado 16 de diciembre de 2019, de <http://www.promic.es/Inici>
- Refresh. (2018). Expert panel on the risk management of using treated surplus food in pig feed, (641933). Recuperado de <https://eu-refresh.org/eu-panel-experts-concludes-feeding-treated-surplus-food-pigs-viable-provided-certain-safety-0>
- Rezero. (2019). *Catalunya cap al Residu Zero*. Barcelona. Recuperado de www.rezero.cat
- Stenmarck, Å., Jensen, C., Quested, T., & Moates, G. (2016). *Estimates of European food waste levels*. Stockholm. Recuperado de [http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates of European food waste levels.pdf](http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates_of_European_food_waste_levels.pdf)

Sugiura, K., Yamatani, S., Watahara, M., & Onodera, T. (2009). Ecofeed, animal feed produced from recycled food waste. *Veterinaria italiana*, 45(3), 397-404. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20391403>