

Reducción de las emisiones derivadas del uso de energía en el almacenamiento, las cadenas de frío, el transporte y la transformación de alimentos

Visión general

En 2018, [las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero \(GEI\)](#) procedentes del uso de la energía dentro de las cadenas de suministro de alimentos (incluidos el procesamiento industrial de alimentos, el envasado, la refrigeración y la venta al por menor) fueron de aproximadamente 4300 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂eq) al año. Otras 0,5 GtCO₂eq anuales proceden únicamente del transporte de alimentos. Además de estas cifras ya alarmantes, la eliminación de residuos de alimentos ascendió a casi 1 GtCO₂eq al año en 2018.

Algunas intervenciones para reducir las emisiones de las cadenas de suministro de alimentos tienen un mayor impacto potencial. En general, las intervenciones que reducen la pérdida y el desperdicio de alimentos en las fases posteriores de la cadena de suministro tendrán un mayor impacto en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esto se debe a que las emisiones incorporadas de los productos aumentan con el tiempo a medida que avanzan por la cadena de suministro.

Implantación de medidas concretas

Varias medidas (incluidas tanto la innovación tecnológica como el cambio de hábitos) pueden reducir las emisiones asociadas a las cadenas de suministro alimentario. Las medidas para reducir las emisiones a lo largo de las cadenas de suministro incluyen:

- Mejora del almacenamiento en la explotación:
 - [Promover el uso de insecticidas naturales](#): Se han encontrado especies y extractos vegetales con capacidad plaguicida natural que ya se utilizan habitualmente, como parte de las prácticas tradicionales, para proteger los cereales de los insectos en varios países africanos y asiáticos. Los productos químicos de origen vegetal son biodegradables, respetuosos con el medio ambiente y relativamente seguros para la salud humana.
 - Invertir en [Almacenamiento hermético \(HS\)](#), también conocido como «almacenamiento sellado» o «almacenamiento estanco» (por ejemplo, bidones y silos metálicos, y bolsas herméticas). El HS es un método de almacenamiento eficaz para cereales, legumbres, café y cacao en grano, ya que reduce el uso de productos químicos y pesticidas.
- Medidas de almacenamiento en frío:
 - Promover [tecnologías de refrigeración fuera de la red de menor coste](#) (por

ejemplo, tecnologías alimentadas por biogás o energía solar) que ofrezcan una alternativa de bajas emisiones a las instalaciones de almacenamiento en frío. Por ejemplo, los [Coolbots](#) sirven para convertir acondicionadores de aire de ventana en unidades de refrigeración para frigoríficos y pueden funcionar con un sistema aislado de la red que utilice energía solar. Se calcula que son un 25 % más eficientes que los sistemas de refrigeración convencionales.

- Invertir en instalaciones de almacenamiento frigorífico con mayor eficiencia energética. Alrededor del [15 %](#) de la electricidad consumida en el mundo se utiliza para refrigeración y alrededor del [1 %](#) de las emisiones mundiales de GEI procede de [cadenas de frío](#). Las tecnologías de almacenamiento en frío de [eficiencia energética](#) incluyen el material de cambio de fase, el almacenamiento de energía térmica y las unidades de almacenamiento térmico de cambio de fase.
 - Fomentar [cambios de hábitos y diseño](#) que reduzcan el consumo de energía en las instalaciones frigoríficas existentes. Esto incluye garantizar la transferencia rápida de alimentos a temperatura controlada de una unidad a otra; aprovechar la refrigeración «gratuita» (es decir, temperaturas nocturnas naturalmente más bajas); diseñar sistemas para la eficiencia a temperaturas típicas; y mejorar los sistemas para minimizar las fugas de refrigerante (la mejora del aislamiento de las habitaciones en las instalaciones de almacenamiento en frío podría generar por sí sola [un ahorro energético del 25 %](#)).
 - Eliminar progresivamente el uso de hidrofluorocarbonos (HFC), un tipo de GEI muy potente que suele utilizarse en refrigeración. Por ejemplo, Estados Unidos está eliminando progresivamente los HFC en virtud de la [Ley AIM](#). Existen varias alternativas conocidas de bajas emisiones [alternativas](#) a los HFC en refrigeración, como los refrigerantes naturales (por ejemplo, amoníaco, dióxido de carbono, hidrocarburos, agua y aire).
 - Incentivar a los hogares para que compren frigoríficos más eficientes desde el punto de vista energético mediante subvenciones y/o sistemas de etiquetado como los previstos en la [Directiva de diseño ecológico de la Unión Europea](#).
- Medidas de tratamiento, por ejemplo:
 - Promover y apoyar a los agricultores para [adquirir equipos de secado](#)-desde simples lonas hasta refugios que protejan de la lluvia. La mayoría de las pérdidas de grano se producen durante el almacenamiento debido a un secado incorrecto, que provoca daños por moho.
 - Ayudar a los pequeños agricultores a adquirir [maquinaria adecuada](#) (por ejemplo, desgranadoras de maíz y trilladoras mecánicas de arroz) para trillar y desgranar los cultivos de cereales.
 - Promover tecnologías de secado de bajas emisiones, como [secadores solares](#).
 - Promover el uso de tecnologías [tecnologías de procesado](#) (por ejemplo, enlatado, irradiación y deshidratación) que prolonguen la vida útil y eliminen o reduzcan la

necesidad de almacenamiento en frío. Para más información sobre las tecnologías que pueden ayudar a reducir las emisiones asociadas a las cadenas de suministro de alimentos, véase [Reducción de las pérdidas de alimentos tras la cosecha en los niveles de almacenamiento, transporte y transformación](#).

- Medidas de transporte:

- Aumentar la inversión responsable en infraestructuras de transporte (por ejemplo, mejorando las redes viarias y ferroviarias desde las zonas de alta producción, y en [modos de transporte más eficientes en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero](#)) adoptando enfoques territoriales para mejorar la conectividad de los mercados y el acceso al comercio, especialmente en zonas con una elevada pobreza multidimensional. Del mismo modo, los camiones más grandes son más eficientes en cuanto a emisiones que los vehículos más pequeños.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para diseñar las **rutas de transporte y las estrategias de almacenamiento menos intensivas en emisiones**. Por ejemplo, en un [estudio](#) de los mercados agrícolas californianos, se estimó que la introducción de centros de consolidación donde los agricultores podían transportar sus productos antes de llevarlos al mercado disminuía la distancia total recorrida en un 30 % y reducía las emisiones del transporte en un 19 % o más.

- Medidas transversales:

- Establecer requisitos de consumo energético para frigoríficos y otras tecnologías de almacenamiento, transformación y transporte de alimentos. Por ejemplo, la [Directiva de diseño ecológico de la Unión Europea](#) establece requisitos de diseño para muchos tipos de tecnologías, incluidas las de refrigeración.
- Aplicar tecnologías y prácticas para **reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos**. La pérdida y el desperdicio de alimentos contribuyen en gran medida a las emisiones derivadas de los sistemas alimentarios y las cadenas de suministro. Para obtener información detallada sobre las medidas que pueden ayudar a reducir las pérdidas de alimentos (y las emisiones asociadas) a lo largo de las cadenas de suministro alimentario, consulte [Reducción de las pérdidas de alimentos tras la cosecha en los niveles de almacenamiento, transporte y transformación](#).
- Invertir en sistemas de [trigeneración](#), una tecnología que ofrece importantes reducciones de las emisiones de GEI asociadas a los procesos de la cadena de suministro. La trigeneración (a veces denominada CCHP, CHP o poligeneración, según el sistema) consiste en la integración de la producción local combinada de calor y electricidad (CHP) con tecnologías de refrigeración para proporcionar simultáneamente energía eléctrica, calefacción y refrigeración. Esto puede producir importantes reducciones de energía y GEI en comparación con los sistemas de producción por separado de electricidad, calor y refrigeración. En comparación con los sistemas de refrigeración convencionales basados en HFC, los sistemas integrados de trigeneración y CO₂ pueden ser al menos un 15 % más

eficientes desde el punto de vista energético y reducir las emisiones de carbono en un 44 %.

- Aumentar la inversión responsable en infraestructuras, tecnologías, logística, servicios y cadenas de suministro, adoptando enfoques territoriales para mejorar la conectividad de los mercados y el acceso al comercio, especialmente en zonas con una elevada pobreza multidimensional.

Establecer medidas de gobernanza

Muchas de las medidas para reducir las emisiones asociadas al almacenamiento de alimentos, las cadenas de frío, el transporte y la transformación sólo serían posibles con reformas políticas y de gobernanza más amplias. Las siguientes medidas de gobernanza pueden servir para facilitar las medidas enumeradas anteriormente:

- Apoyar a los pequeños agricultores y a las pequeñas y medianas empresas con los costes de inversión iniciales en infraestructuras y tecnologías para reducir la pérdida de alimentos tras la cosecha, con especial énfasis en apoyar a las zonas de renta baja y a los grupos marginados.
- [Reformar las políticas alimentarias y de fabricación](#) (por ejemplo, introducir medidas y subvenciones basadas en el mercado) para permitir el diseño y la aplicación de tecnologías más eficientes desde el punto de vista energético para el almacenamiento, la transformación, el transporte y el procesamiento de alimentos, incentivando la inversión en Investigación & Desarrollo tecnológico crucial para unas [cadenas de frío](#) más eficientes y eficaces desde el punto de vista energético. Se podría incentivar a los fabricantes para que inviertan en estas tecnologías a través de programas como el [Enhanced Capital Allowances Schemes](#) o el [Climate Change Levy](#), ambos del Reino Unido.
- Mejorar la infraestructura de los servicios públicos (por ejemplo, un suministro fiable de Internet y electricidad) para aumentar la eficiencia de los procesos de la cadena de suministro y reducir las emisiones globales.
- Además de poner a disposición las tecnologías, las agencias y organizaciones gubernamentales deben garantizar el desarrollo equitativo de instalaciones para proporcionar información accesible y clara, así como formación sobre el uso y mantenimiento de estas tecnologías en el idioma local, para una adaptación satisfactoria y un uso eficaz de las mismas.
- Invertir en la producción y distribución de energías renovables para facilitar la sustitución de equipos y maquinaria que funcionan con combustibles fósiles a lo largo de la cadena de suministro alimentario. Véase [La transición a la energía limpia en las explotaciones agrarias](#).
- Llevar a cabo investigaciones que cuantifiquen las emisiones integradas en las cadenas de suministro de alimentos para identificar en qué punto de las cadenas de suministro de alimentos se producen las emisiones y desarrollar así intervenciones específicas.

- Animar a los supermercados y otros minoristas de alimentación a modificar su [arquitectura de elección](#) para alejar a los consumidores de los productos intensivos en emisiones. Para más información sobre las medidas que pueden influir en los consumidores para que opten por opciones más sostenibles, consulte [Regulación de la publicidad de alimentos no saludables e insostenibles](#).

Herramientas y sistemas MRV para hacer un seguimiento de los progresos

Análisis del ciclo de vida (ACV)

Los ACV pueden evaluar el impacto medioambiental de las cadenas agroalimentarias, incluidas las emisiones.

Para más información sobre ACV y otras metodologías de evaluación, véase [Evaluaciones de los sistemas alimentarios](#).

Herramienta Ex-Ante de Balance de Carbono para Cadenas de Valor (EX-ACT VC)

La herramienta Ex-Ante Carbon de balance de carbono para cadenas de valor (EX-ACT VC), derivada de la herramienta EX-ACT, puede ayudar a los responsables políticos a identificar las emisiones de GEI a lo largo de las cadenas de valor agroalimentarias y a identificar posibles intervenciones políticas para desarrollar cadenas de valor con menos emisiones de carbono.

Beneficios de la mitigación

La aplicación de nuevas tecnologías de almacenamiento, refrigeración y secado más eficientes desde el punto de vista energético o que funcionen con energías renovables en lugar de combustibles fósiles se traduce en una reducción neta de las emisiones de GEI en los sistemas alimentarios:

- [Los estudios](#) indican que la mejora de las tecnologías de almacenamiento de alimentos podría reducir al doble las emisiones de CO₂ asociadas a las cadenas de suministro.
- Las contribuciones de cada fase de postproducción a la [huella de carbono global](#) de las cadenas de suministro es de aproximadamente un 17 % de emisiones en la manipulación y almacenamiento postcosecha, un 14 % en la transformación y un 15 % en la distribución. El consumo contribuye aproximadamente en un 35 % a la huella de carbono global.

Otros beneficios medioambientales

- Mejora de la calidad del aire al reducirse la quema de combustibles fósiles.

Beneficios de la adaptación

- El ahorro energético derivado de las [mejoras del sistema](#) de las instalaciones de almacenamiento frigorífico pueden aumentar los ingresos, reducir los gastos y acortar el periodo de amortización. Estas mejoras también permiten a los vendedores ofrecer productos agrícolas a los consumidores a precios más competitivos y asequibles.
- La introducción de nuevas tecnologías con menos emisiones puede reducir los costes laborales y proporcionar empleo a trabajadores cualificados.

Otros beneficios del desarrollo sostenible

- ODS 1 (Hambre cero)
- ODS 2 (Fin de la pobreza)
- ODS 7 (Energía asequible y no contaminante)
- ODS 9 (Industria, innovación e infraestructuras)
- ODS 12 (Producción y consumo responsables)
- ODS 13 (Acción por el clima)

Principales retos de implantación y posibles externalidades negativas y compensaciones

- Diseñar, implantar y explotar nuevas tecnologías e infraestructuras de la cadena de suministro puede resultar caro. Esto puede ser un obstáculo especialmente importante en los países en vías de desarrollo.
- La tecnología de refrigeración por biogás se basa en digestores para producir biogás, un proceso que requiere [grandes cantidades de agua](#) (50-100 litros al día para mezclar el estiércol, lo que equivale a unos 25 000 litros de agua al año).
- El aumento de la eficiencia energética (y la correspondiente reducción de emisiones) en la refrigeración podría [compensarse](#) por un mayor uso de la tecnología de refrigeración debido al aumento de la dependencia social de la refrigeración. Este es un ejemplo del llamado «[efecto rebote](#).»

Medidas para minimizar los retos y las posibles externalidades y compensaciones negativas

- Los costes derivados del desarrollo, la compra y/o el uso de tecnologías mejoradas podrían compensarse mediante subvenciones o ayudas (p. ej., financieras y/o técnicas) de gobiernos o instituciones más ricos.
- [Las neveras solares](#) consumen menos agua que las que funcionan con biogás. Se

descubrió que podían ahorrar alrededor de 1 millón de litros de agua al año en Tanzania y unos 3 millones de litros al año en Túnez. Sin embargo, este impacto no se observó en Kenia.

- El posible aumento del consumo total de energía y de las emisiones a pesar de la mejora de la eficiencia en la refrigeración y otras tecnologías de la cadena de suministro de alimentos puede evitarse animando a los consumidores y/o a los agentes de la cadena de suministro a consumir menos en general. Además, cualquier ahorro de costes derivado del aumento de la eficiencia podría gravarse para mantener los costes iguales.

Costes de implementación

- Un [análisis](#) de los refrigeradores domésticos de leche alimentados con biogás reveló que, en Kenia y Tanzania, su adopción requiere una inversión inicial de 1600 dólares por hogar.
 - En el mismo análisis, las neveras solares requerían una inversión inicial de 40 000 dólares.
- Los costes de inversión inicial de [sistemas de trigeneración](#) pueden ser relativamente elevados, pero se pueden alcanzar periodos de amortización de entre 3 y 5 años en determinadas condiciones.

La intervención en la práctica

- Un [estudio](#) de la FAO y el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo en Marruecos evaluó el potencial de las técnicas de control climático más eficientes desde el punto de vista energético y de las emisiones en las cadenas de suministro alimentario. Los resultados muestran que la mejora de la eficiencia de la cadena de frío en Marruecos es una «fruta al alcance de la mano» con un alto impacto (es decir, tiene un considerable potencial de mitigación de emisiones sin contrapartidas o barreras significativas para su aplicación).

Referencias

1. Bani Hani, E. H., Alhuyi Nazari, M., Assad, M. E. H., Forootan Fard, H., & Maleki, A. (2022). Solar dryers as a promising drying technology: a comprehensive review. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 147(22), 12285–12300
2. European Commission. (n.d.). Climate-friendly alternatives to HFCs. Retrieved February 8, 2024, from https://climate.ec.europa.eu/eu-action/fluorinated-greenhouse-gases/climate-friendly-alternatives-hfcs_en
3. FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>

4. Freschi, F., Giacccone, L., Lazzeroni, P., & Repetto, M. (2013). Economic and environmental analysis of a trigeneration system for food-industry: A case study. *Applied Energy*, 107, 157–172
5. Garnett, T. (2011). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *The Challenge of Global Food Sustainability*, 36, S23–S32
6. HLPE (2023). *Reducing inequalities for food security and nutrition*. Rome, CFS HLPE-FSN. Available from <https://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/insights/news-insights/news-detail/reducing-inequalities-for-food-security-and-nutrition/en>.
7. Liu, M., Saman, W., & Bruno, F. (2012). Development of a novel refrigeration system for refrigerated trucks incorporating phase change material. *Applied Energy*, 92, 336–342
8. Manini, P., Rizzi, E., Pastore, G., & Gregorio, P. (2003). Advances in VIP Design for Super Insulation of Domestic Appliances. *Appliance*, 60, 59–61
9. Panzone, L. A., Ulph, A., Hilton, D., Gortemaker, I., & Tajudeen, I. A. (2021). Sustainable by Design: Choice Architecture and the Carbon Footprint of Grocery Shopping. *Journal of Public Policy & Marketing*. Retrieved February 8, 2024, from <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/07439156211008898>
10. Tassou, S., & Suamir, I. N. (2010). *Trigeneration – a way to improve food industry sustainability*
11. Wakeland, W., Cholette, S., & Venkat, K. (2012). Food transportation issues and reducing carbon footprint. In *Green Technologies in Food Production and Processing* (pp. 211–236). Retrieved February 8, 2024, from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-1587-9_9
12. Wang, L. (2014). Energy efficiency technologies for sustainable food processing. *Energy Efficiency*, 7(5), 791–810
13. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Climate Change and Land An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>
14. FAO. (n.d.). *Food wastage footprint & Climate Change*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf>
15. FAO. (2016). *Morocco: Adoption of climate technologies in the agrifood sector*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/i6242e/i6242e.pdf>
16. HM Revenue & Customs. (n.d.). *Enhanced capital allowances schemes for energy-saving and environmentally beneficial (water efficient) technologies*. Retrieved

from

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7b897940f0b62826a04378/TIIN_9008_enhanced_capital_allowances_schemes.pdf

17. Garnett, T. (2007). *Food Refrigeration: What is the Contribution To Greenhouse Gas Emissions and How Might Emissions Be Reduced?* Retrieved from <https://tabledebates.org/sites/default/files/2020-10/FCRN%20refrigeration%20paper%20final.pdf>
18. Yilmaz, I. C., & Yilmaz, D. (2020). Optimal capacity for sustainable refrigerated storage buildings. *Case Studies in Thermal Engineering*, 22, 100751.
19. ECBPI. (2021). *Nature food systems: GHG emissions – March 2021*. Retrieved from <https://ecbpi.eu/wp-content/uploads/2021/03/Nature-food-systems-GHG-emissions-march-2021.pdf>
20. US EPA, O. (2021, December 28). Frequent Questions on the Phasedown of Hydrofluorocarbons [Guidance (OMB)]. Retrieved February 8, 2024, from <https://www.epa.gov/climate-hfcs-reduction/frequent-questions-phasedown-hydrofluorocarbons>
21. Climate Change Levy rates. (2022, November 17). *GOV.UK*. Retrieved February 8, 2024, from <https://www.gov.uk/guidance/climate-change-levy-rates>.
22. Pologea, R. (2023, February 15). The hidden part of Sustainability: Rebound Effect. *2030.Builders*. Retrieved February 8, 2024, from <https://2030.builders/the-hidden-part-of-sustainability-rebound-effect/>
23. Energy label and ecodesign. (n.d.). Retrieved February 8, 2024, from https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign_en