

CADENAS DE SUMINISTRO ALIMENTARIO

Reducción de las pérdidas de alimentos después de la cosecha en las cadenas de suministro agrícolas

26 February 2026

8 SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	
SDG1	NO POVERTY
SDG2	ZERO HUNGER
SDG3	HEALTH & WELL-BEING
SDG6	WATER & SANITATION
SDG8	ECONOMIC GROWTH
SDG12	RESPONSIBLE CONSUMPTION
SDG13	CLIMATE ACTION
SDG15	LIFE ON LAND

3 GLOBAL BIODIVERSITY FRAMEWORKS	
GBF7	POLLUTION REDUCTION
GBF10	AGRICULTURAL BIODIVERSITY
GBF16	SUSTAINABLE CONSUMPTION

5 GLOBAL ADAPTATION TARGETS	
GGA9D	ECOSYSTEMS
GGA9B	FOOD & AGRICULTURE
GGA9E	INFRASTRUCTURE
GGA9F	LIVELIHOODS
GGA9A	WATER & SANITATION

La pérdida de alimentos se define generalmente como la disminución de la calidad o la cantidad de los alimentos como resultado de las decisiones y acciones de los actores de la cadena de suministro alimentario, sin incluir a los minoristas ni a los consumidores. La pérdida de alimentos poscosecha se refiere a la pérdida de alimentos a lo largo de la cadena de suministro alimentario, desde la cosecha hasta (pero sin incluir) las etapas de venta al por menor y consumo. La trazabilidad y la falta de datos, así como la falta de claridad sobre dónde se producen las pérdidas de alimentos, plantean un reto importante a la hora de abordar el problema.

Las estimaciones sobre la pérdida de alimentos varían considerablemente; la FAO calcula que el 13,8 % de los alimentos producidos a nivel mundial se pierden entre la explotación agrícola y la fase minorista, excluida esta última. La pérdida y el desperdicio de alimentos tienen un coste estimado de 2,6 billones de dólares estadounidenses al año, incluyendo unas pérdidas económicas anuales estimadas en 1 billón de dólares estadounidenses. Minimizar la pérdida mundial de alimentos después de la cosecha es importante para mitigar el cambio climático y adaptarse a él, así como para abordar cuestiones relacionadas con el desarrollo

mundial, como la inseguridad alimentaria y la pobreza.

Reducir las pérdidas de alimentos después de la cosecha en las etapas de almacenamiento, transporte y procesamiento puede disminuir la presión sobre los ecosistemas naturales. Por ejemplo, al menos el 25 % de toda el agua dulce que se usa en Estados Unidos se desperdicia en residuos alimentarios. Al minimizar el desperdicio de alimentos, se podrían usar de forma más responsable recursos cada vez más escasos, como el agua, y minimizar el impacto sobre la biodiversidad.

> **Videos**
>
> Almacenamiento en frío con energía solar para comunidades pesqueras en Kenia Kenia
>
> Uso de energías renovables para reducir las pérdidas y mejorar la calidad de la leche en la India

Medidas concretas para implementar

Las medidas para hacer frente a la pérdida de alimentos después de la cosecha van desde soluciones tecnológicas específicas en el almacenamiento, el transporte y la transformación, hasta intervenciones políticas sectoriales. Pueden incluir:

- Medidas de almacenamiento, tales como:
    - Inversión en instalaciones de almacenamiento en frío. Se estima que en 2017 se echaron a perder 526 millones de toneladas de alimentos perecederos en todo el mundo debido a la falta de refrigeración.
    - Promoción de tecnologías de almacenamiento como el almacenamiento hermético (es decir, sistemas de almacenamiento sellados, impermeables y herméticos, como silos metálicos).
    - Inversión en sistemas de recibos de almacén, en los que los alimentos procedentes de las explotaciones agrícolas se transportan a zonas de almacenamiento modernas y centralizadas.
    - Creación de centros de agrupamiento para almacenar y conservar alimentos a múltiples niveles de temperatura.
    - Promoción de los silos de almacenamiento en el campo, una alternativa de almacenamiento de bajo coste para cultivos como patatas, nabos, remolacha azucarera y otros. Un silo es un montón, montículo o pila compacta de material que se forma excavando una depresión rectangular poco profunda en el campo para crear la base del montón. Se puede utilizar paja o heno viejo para cubrir la parte superior, protegiéndola de la erosión por la lluvia.
- Medidas de distribución y transporte, incluyendo:
    - Promoción de mejores prácticas de envasado y tecnologías de envasado mediante:
        - Establecimiento de normas nacionales para el envasado de alimentos y aplicación adecuada de las normas.
        - Concienciar sobre las técnicas y tecnologías de embalaje más eficaces y promover el desarrollo de las habilidades necesarias para implementar estos comportamientos y tecnologías.
        - Proporcionar recursos financieros (por ejemplo, subvenciones) a los actores de la cadena de suministro que podrían beneficiarse de la implementación de estas prácticas/tecnologías.
- Promoción de materiales de transporte que permitan transportar de forma segura los cultivos a mercados lejanos, como sacos de fibra natural y sintética y cajas de plástico moldeado. Esto es especialmente relevante para los cultivos altamente perecederos (por ejemplo, los cultivos con alto

contenido de humedad).

- Medidas de procesamiento y manipulación, por ejemplo:
    - Promoción de métodos y tecnologías de procesamiento que pueden prolongar la vida útil de los productos, tales como el secado, el ahumado, el salado, la fermentación, el encurtido, el enlatado y la irradiación de alimentos.
    - Promoción de tecnologías de cadena seca, que secan los productos antes de su almacenamiento y mantienen la sequedad de las semillas mediante envases herméticos.
    - Promoción de prácticas adecuadas de manipulación a lo largo de la cadena de suministro que puedan reducir la contaminación de los productos.
- Medidas transversales, por ejemplo:
    - Uso de materiales de cambio de fase (PCM) para mantener los productos dentro de un rango de temperatura deseado y, por lo tanto, mantener la calidad de los productos a lo largo de la cadena de suministro. Los PCM abarcan desde materiales más naturales y/u orgánicos, como la gelatina, hasta materiales más sintéticos, como el poliestireno. Los PCM pueden reducir las emisiones asociadas a las cadenas de frío al aumentar la eficiencia energética del almacenamiento (véase Mejorar el uso de la energía en el almacenamiento, las cadenas de frío, el transporte y la transformación de alimentos) y las operaciones de distribución, así como al reducir la pérdida de alimentos.
    - Promoción de tecnologías de seguimiento y control de los alimentos para reducir las ineficiencias de la cadena de suministro y mejorar el conocimiento sobre dónde se producen las pérdidas de alimentos a lo largo de las cadenas de suministro alimentario. Las medidas para crear cadenas de valor más eficientes e inteligentes incluyen: integración vertical; ampliación de los contratos con minoristas y mayoristas; sistemas informáticos de modelización y seguimiento que optimizan la programación y las rutas de transporte; y métodos de financiación para reducir las limitaciones y los cuellos de botella en materia de información.
    - Crear incentivos para que las empresas midan la pérdida y el desperdicio de alimentos y apliquen políticas al respecto, por ejemplo, mediante casos de éxito que demuestren el posible ahorro de costes, la presentación de informes y la divulgación de información a los inversores por parte de las empresas, o la supervisión por parte de terceros.
    - Impulsar las inversiones responsables en cadenas de valor inclusivas, incluyendo la transformación y la distribución, a nivel local, regional, nacional e internacional, con el fin de promover cadenas de valor alimentarias sostenibles y resilientes y reducir las desigualdades. Se debe hacer especial hincapié en las zonas con pobreza multidimensional prevalente, con el objetivo de respetar, promover y supervisar los derechos laborales y mitigar los abusos, la explotación sexual y el acoso.
- Medidas políticas más amplias, por ejemplo:
    - Adopción de objetivos jurídicamente vinculantes para la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos .
    - Adopción de una estrategia nacional para reducir la pérdida de alimentos, incluyendo programas, políticas, prácticas, incentivos y/o medidas relacionadas para influir en las acciones de los agricultores, las empresas, los consumidores y los organismos políticos.

Habilitación de medidas de gobernanza

La aplicación eficaz de medidas para reducir las pérdidas de alimentos después de la cosecha debe orientarse e incentivarse mediante reformas nacionales en materia de gobernanza y políticas. Las siguientes medidas de gobernanza pueden servir para facilitar la aplicación de medidas de reducción de las pérdidas de

alimentos:

- Abordar los precios demasiado bajos de los productos agrícolas, ya que los precios bajos contribuyen a una elevada dinámica de pérdidas de alimentos en las explotaciones agrícolas o en sus alrededores. Las pérdidas de alimentos podrían reducirse en parte mediante la aplicación de sistemas de precios justos y remunerativos (FRP, por sus siglas en inglés).
- Evaluar si las normas de calidad aumentan las pérdidas de alimentos debido a la clasificación. Las normas de calidad deben ser adecuadas para la producción local y, siempre que sea posible, se debe apoyar a los mercados de «alimentos imperfectos».
- Reformar las políticas agrícolas (por ejemplo, introducir medidas basadas en el mercado o subvenciones) para permitir el diseño y la aplicación de tecnologías mejoradas para el almacenamiento, la transformación y el transporte de alimentos.
    - Por ejemplo, las políticas que apoyan la I+D y los modelos de negocio innovadores pueden desbloquear inversiones en métodos de cadenas de frío más eficientes desde el punto de vista energético.
- Sensibilizar y formar a los actores de la cadena de suministro sobre las mejores tecnologías disponibles para reducir la pérdida de alimentos y sobre cómo se pueden utilizar los programas de subvenciones disponibles para reducir las barreras que impiden la adopción de estas nuevas tecnologías.
- Mejorar la infraestructura de transporte (carreteras, puentes, etc.) para permitir el transporte y la distribución eficientes de los productos. Además, mejorar la inversión responsable en logística, tecnologías, servicios y cadenas de suministro mediante la adopción de enfoques territoriales y el fortalecimiento de la conectividad y el comercio de los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales.
- Ofrecer incentivos para la producción, importación y uso de soluciones de transporte que ofrezcan explícitamente soluciones para la reducción de residuos alimentarios, como la refrigeración.
- Reunir a profesionales de todo el mundo para compartir conocimientos e intercambiar buenas prácticas sobre estrategias de reducción de pérdidas de alimentos después de la cosecha. Esto podría facilitarse mediante conferencias mundiales coorganizadas por instituciones mundiales pertinentes (FAO, PNUMA, FIDA, PMA, etc.) y respaldadas por los gobiernos nacionales. Estas conferencias podrían constituir una plataforma clave para crear capacidad con el fin de alcanzar los objetivos mundiales en materia de pérdidas de alimentos (por ejemplo, mediante el desarrollo de un mecanismo de facilitación para el ODS 12.3 y otros ODS relacionados con las pérdidas de alimentos).

Herramientas y guías para la implementación

Algunas herramientas y guías clave para respaldar el éxito de las medidas adoptadas en el marco de esta política son:

Herramientas

Sistema Africano de Información sobre Pérdidas Poscosecha (APHLIS)

El APHLIS es una iniciativa internacional destinada a recopilar, analizar y difundir datos sobre las pérdidas poscosecha de cereales en el África subsahariana. El algoritmo de la calculadora APHLIS combina datos sobre pérdidas poscosecha procedentes de investigaciones académicas con observaciones contextuales de expertos locales.

Enlace: https://www.aphlis.net/en

Aplicación de la FAO sobre pérdidas de alimentos (FLAPP)

Una aplicación de código abierto que utiliza investigaciones científicas y datos recopilados de agricultores para medir rápidamente la pérdida de alimentos. Proporciona información accesible sobre la pérdida de alimentos (por ejemplo, avisos en vídeo) a agricultores, asociaciones de productores, empresas y cooperativas, que puede servir de base para la toma de decisiones.

Enlace: https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/food-loss/fao-flapp/en

Índice de pérdidas alimentarias (FLI) de la FAO

La metodología del Índice de Pérdidas y Pérdidas de Alimentos (FLI) de la FAO mide y supervisa los avances en la meta 12.3 de los ODS, proporcionando información importante sobre las tendencias en materia de pérdidas de alimentos y orientando las intervenciones hacia los ámbitos en los que tendrán mayor impacto.

Enlace: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a551b26f-6d33-4e3e-ba29-122725ebe464/content

Herramienta de evaluación rápida de pérdidas (RLAT) de GIZ

El RLAT de la GIZ proporciona una metodología para evaluar los puntos críticos de pérdida de alimentos. Se ha utilizado para evaluar la pérdida de alimentos en múltiples cadenas de valor alimentarias, incluido el arroz blanco en Nigeria.

Enlace: https://wocatpedia.net/images/5/55/GIZ_RLAT_toolbox.pdf

Herramienta global de pérdidas agrícolas

Ayuda a los agricultores de todo el mundo a medir el excedente de alimentos y las pérdidas poscosecha, con el fin de coordinarse con los compradores para aprovechar mejor los alimentos cultivados.

Enlace: https://www.globalfarmlosstool.org

Metodología del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) para la medición de las pérdidas de alimentos

Esta metodología del IFPRI puede utilizarse para medir las cantidades de alimentos que se pierden a lo largo de la cadena de valor, así como la disminución de la calidad de los alimentos.

Enlace:
https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/the_reality_of_food_losses_a_new_measurement_methodology.pdf

Hoja de captura de datos WRAP

La hoja de recopilación de datos elaborada por el Programa de Acción sobre Residuos y Recursos del Reino Unido (WRAP) ofrece orientación específica para cada sector sobre los métodos de cuantificación de las pérdidas de alimentos. Está destinada al uso común de las empresas alimentarias del Reino Unido, pero puede aplicarse en todo el mundo.

Enlace: https://www.wrap.ngo/resources/tool/food-loss-and-waste-data-capture-sheet

Protocolo sobre pérdidas y desperdicios de alimentos del Instituto de Recursos Mundiales

El Protocolo sobre pérdidas y desperdicios de alimentos (Protocolo FLW) proporciona herramientas para medir las pérdidas y el desperdicio de alimentos, entre ellas la Calculadora de valor FLW y la Norma FLW. La Norma FLW permite a una amplia gama de actores (empresas, países, otras organizaciones) medir la cantidad de pérdidas y desperdicio de alimentos que se genera e identificar dónde se produce, lo que permite realizar esfuerzos específicos para reducir las pérdidas y el desperdicio de alimentos.

Enlace: https://www.wri.org/initiatives/food-loss-waste-protocol

Guías

Bases de datos e informes sobre pérdidas de alimentos a nivel nacional

Bases de datos e informes sobre pérdidas de alimentos a nivel nacional, como los elaborados por WRAP.

Enlace: https://www.wrap.ngo/taking-action/food-drink/sectors/farmers-growers

Metodología de la FAO para el análisis de las pérdidas de alimentos: causas y soluciones (estudios de casos en los subsectores de la agricultura y la pesca a pequeña escala)

Metodología de la FAO para realizar estudios de casos sobre el análisis de las pérdidas de alimentos. La metodología se centra en revelar y analizar las causas multidimensionales de las pérdidas en determinadas cadenas de suministro de alimentos, identificar los puntos críticos de pérdida y recomendar soluciones y estrategias viables para reducir las pérdidas de alimentos. Se puede acceder a una introducción a la metodología a través de un curso de aprendizaje electrónico.

Enlace: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9d89d67b-7385-4360-8231-dc4607477157/content

Plataforma Técnica de la FAO sobre la Medición y Reducción de las Pérdidas y el Desperdicio de Alimentos (TPFLW)

Esta plataforma incluye diversas publicaciones (estudios de casos, informes, documentos de debate) que abordan la pérdida de alimentos.

Enlace: https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/en

Sinergias

Reducir las pérdidas de alimentos después de la cosecha en las etapas de almacenamiento, transporte y procesamiento también puede ayudar a avanzar en los objetivos del Marco de los Emiratos Árabes Unidos para la Resiliencia Climática Global, el Marco Global de Biodiversidad de Kunming-Montreal (KM-GBF) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Beneficios de la mitigación del cambio climático

A nivel mundial, entre el 8 % y el 10 % de las emisiones de gases de efecto invernadero están relacionadas con la pérdida y el desperdicio de alimentos. El uso de tecnologías mejoradas de almacenamiento de alimentos para reducir la pérdida de alimentos podría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los alimentos de las siguientes maneras:

- Las tecnologías mejoradas de almacenamiento en frío, es decir, con más equipos de refrigeración y con un mejor rendimiento energético y medioambiental, podrían reducir hasta en un 50 % las emisiones de CO2 asociadas a las cadenas de frío (desde la poscosecha hasta la fase de consumo final) .
- Evitar las emisiones derivadas de la eliminación de residuos, como el consumo de combustible en el transporte y el metano emitido por los vertederos.
- Se espera una menor presión sobre la producción de alimentos, lo que reducirá indirectamente las emisiones asociadas a la producción, el transporte y el envasado, incluido el uso de combustibles fósiles y productos químicos. Algunos ejemplos son evitar la conversión de sumideros de carbono en producción agrícola y reducir la aplicación de fertilizantes, con las emisiones asociadas, como la eutrofización del agua dulce y la acidificación del suelo.

Para obtener más información sobre las medidas para reducir las emisiones de la cadena de suministro, consulte Mejorar el uso de la energía en el almacenamiento de alimentos, las cadenas de frío, el transporte y el procesamiento.

Beneficios de la adaptación al cambio climático

Entre las siete áreas clave de adaptación propuestas en el Marco de los Emiratos Árabes Unidos para la Resiliencia Climática Global, la reducción de las pérdidas de alimentos después de la cosecha en las etapas de almacenamiento, transporte y procesamiento puede contribuir a:

- **Objetivo 9a y d (Agua y saneamiento y Ecosistemas):** Se estima que la superficie de tierras de cultivo utilizada para producir alimentos que se pierden o desperdician es de 198 millones de hectáreas al año, lo que equivale a una quinta parte de la superficie de tierras de cultivo utilizada a nivel mundial para la producción de alimentos. La reducción de la pérdida de alimentos puede disminuir la demanda de producción alimentaria, conservando recursos vitales como la tierra y el agua, al tiempo que se minimiza la contaminación para ayudar a combatir la escasez de agua provocada por el clima, promover el acceso al agua potable y aumentar la resiliencia climática de los ecosistemas.
- **Objetivo 9b (Alimentación y agricultura):** Minimizar las pérdidas de alimentos después de la cosecha garantiza que una mayor proporción de los cultivos cosechados llegue a los consumidores. Esto mejora directamente la disponibilidad y la seguridad alimentarias, haciendo que los sistemas alimentarios sean más resilientes a las perturbaciones y tensiones climáticas. Utilizar los recursos (tierra, agua, energía) para producir alimentos de manera más eficiente también reduce la presión sobre los sistemas agrícolas y apoya la producción sostenible de alimentos.
- **Objetivo 9e (Infraestructura):** Las intervenciones para reducir la pérdida de alimentos también pueden crear una infraestructura más sólida y resistente al clima. La mejora de la infraestructura ayuda a mantener la calidad y la seguridad de los alimentos, reduce el riesgo de deterioro debido a condiciones climáticas extremas y favorece una distribución eficiente, aspectos todos ellos fundamentales para la adaptación al cambio climático.

- **Meta 9f (Medios de vida):** Las pérdidas poscosecha pueden reducir significativamente los ingresos de los agricultores y de quienes participan en la cadena de suministro de alimentos. Al mejorar el almacenamiento y reducir las pérdidas, los productores pueden vender más de sus cosechas y aumentar sus ingresos. Esto puede fortalecer las economías rurales, apoyar la reducción de la pobreza y fomentar la resiliencia entre las poblaciones vulnerables cuyos medios de vida dependen de la agricultura.

Beneficios de la biodiversidad

El sistema alimentario mundial es el principal factor que contribuye a la pérdida de biodiversidad, siendo la expansión agrícola una de las causas principales de la pérdida de hábitats. Por lo tanto, las medidas adoptadas en el marco de esta opción política pueden contribuir a alcanzar múltiples objetivos del KM-GBF, en particular:

- **Objetivo 7 (Reducir la contaminación a niveles que no sean perjudiciales para la biodiversidad):** La reducción de la pérdida de alimentos disminuye la contaminación ambiental provocada por la descomposición de los residuos orgánicos, que contribuye a las emisiones nocivas de metano y a la escorrentía de nutrientes (por ejemplo, altos niveles de nitrógeno y fósforo). Por ejemplo, la reducción de la escorrentía de nutrientes puede ayudar a disminuir la proliferación de algas en las masas de agua, lo que beneficia a los ecosistemas acuáticos.
- **Objetivo 10 (Mejorar la biodiversidad y la sostenibilidad en la agricultura, la acuicultura, la pesca y la silvicultura):** La reducción de las pérdidas poscosecha puede disminuir la presión sobre la expansión de las tierras agrícolas, lo que podría preservar las zonas ricas en biodiversidad, especialmente si se cuenta con el apoyo de una planificación espacial que incluya la biodiversidad. El ahorro de tierra a largo plazo mediante la prevención de la pérdida de alimentos también puede crear oportunidades para que los agricultores creen setos, hábitats pedregosos y hábitats para polinizadores, lo que contribuye a la salud de los suelos, los polinizadores y otros beneficios para la biodiversidad.
- **Objetivo 16 (Promover estilos de vida y modelos de consumo sostenibles para reducir los residuos y el consumo excesivo):** El objetivo incluye un elemento que apunta explícitamente a reducir a la mitad el desperdicio de alimentos para 2030. Esta opción de política contribuye directamente al avance hacia ese compromiso.

Otros beneficios para el desarrollo sostenible

La reducción de las pérdidas de alimentos después de la cosecha en las cadenas de suministro agrícolas puede contribuir al cumplimiento de múltiples ODS mediante:

- **ODS 1 (Fin de la pobreza):** mejorar los ingresos procedentes de la producción de alimentos.
- **ODS 2 (Hambre Cero):** mejorar la disponibilidad de alimentos.
- **ODS 3 (Salud y bienestar):** mejorar la nutrición.
- **ODS 6 (Agua limpia y saneamiento):** reducir el consumo innecesario de agua y la contaminación del agua.
- **ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico):** generar oportunidades de empleo e ingresos.
- **ODS 12 (Consumo y producción responsables):** reducir las pérdidas a lo largo de las cadenas de producción y suministro y mejorar la calidad de los productos alimenticios finales disponibles, reduciendo el desperdicio de alimentos en la etapa de consumo.
- **ODS 13 (Acción por el clima):** evitar las emisiones derivadas de la pérdida de alimentos.
- **ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres):** reducir la demanda de tierras agrícolas adicionales y frenar la deforestación y la desviación de ecosistemas y hábitats.

Principales retos de implementación, posibles externalidades negativas y compensaciones

La reducción de las pérdidas de alimentos después de la cosecha durante el almacenamiento depende de intervenciones bien planificadas y ejecutadas de manera eficaz. Sin embargo, estos esfuerzos a menudo se enfrentan a obstáculos técnicos y no técnicos, así como a consecuencias no deseadas y compensaciones que pueden comprometer su eficacia, entre ellas:

- Tecnologías como el embalaje mejorado pueden requerir costes adicionales en mano de obra y exigir el desarrollo de capacidades para garantizar su uso adecuado. Sin la disponibilidad de soluciones financieras adaptadas, el acceso a la financiación para implementarlas puede suponer un obstáculo.
- Los costes iniciales relativamente elevados para los productores y otros actores de la cadena de suministro de algunas de las soluciones poscosecha podrían traducirse en un aumento de los precios de los alimentos para los consumidores. Sin embargo, esta presión sobre los precios podría verse compensada por la mejora de la calidad de los alimentos y el aumento de la oferta.
- Algunas intervenciones para reducir las pérdidas poscosecha pueden no ser viables desde el punto de vista financiero en los países en desarrollo debido a la elevada estacionalidad de los productos, lo que significa que soluciones como las instalaciones de almacenamiento en frío no se utilizan durante todo el año.
- Las instalaciones de almacenamiento en frío consumen cantidades considerables de energía, por lo que ampliar su uso probablemente provocará un aumento de las emisiones, a menos que se alimenten con fuentes de energía limpia.
- El aumento del uso de envases para reducir las pérdidas de alimentos podría provocar un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de materiales de envasado, así como un aumento de los residuos plásticos.
- La reducción de las pérdidas de alimentos en las etapas posteriores a la producción agrícola de las cadenas de suministro puede dar lugar a que los agricultores vean reducida la demanda de sus productos y, por lo tanto, sus ingresos. Al mismo tiempo, esto puede verse compensado por los precios más altos que se obtienen por los productos frescos de mayor calidad.

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

La integración de las siguientes medidas en un marco integral y coherente puede ayudar a abordar los retos de implementación y minimizar las posibles compensaciones:

- Los costes adicionales derivados de la adquisición y el uso de tecnologías mejoradas podrían compensarse mediante subvenciones o ayudas de gobiernos o instituciones más ricos.
- Invertir en instalaciones de almacenamiento en frío y sistemas de almacenamiento que funcionen con energía renovable y/o con un uso más eficiente de la energía. Para obtener más información, consulte Mejorar el uso de la energía en el almacenamiento de alimentos, las cadenas de frío, el transporte y la transformación.
- El aumento de los precios de los alimentos como resultado de las intervenciones para reducir las pérdidas alimentarias podría compensarse mediante subvenciones y/o la implementación de programas sociales dirigidos a los consumidores de bajos ingresos.
- En lo que respecta a la reducción del impacto del aumento del uso de envases, se pueden aplicar evaluaciones del ciclo de vida (LCA) para evaluar todo el sistema de envases y productos y valorar

el impacto medioambiental de las intervenciones en materia de envases. Por ejemplo, en algunos casos puede ser posible sustituir los materiales de envasado y almacenamiento de un solo uso por materiales reutilizables.

Herramientas, indicadores y marcos de seguimiento

El seguimiento eficaz de la reducción de las pérdidas de alimentos después de la cosecha en las cadenas de suministro agrícolas se basa en herramientas de supervisión sólidas, indicadores claros y marcos estructurados que recojan tanto los avances en la implementación como los resultados relacionados con la biodiversidad y el clima.

Indicadores para supervisar los resultados en materia de biodiversidad

Las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica acordaron un conjunto completo de indicadores principales, componentes y complementarios para seguir los avances hacia las metas del KM-GBF. Algunos de estos indicadores también podrían ser útiles para supervisar la aplicación de esta opción de política. Estos indicadores son:

KM-GBF Objetivo	Indicador de cabecera o binario « »	Desagregación opcional	Indicador componente	Indicador complementario
Meta 1	1.1 Porcentaje de superficie terrestre y marina cubierta por planes espaciales que incluyen la biodiversidad 1.b Número de países que utilizan procesos participativos, integrados y que incluyen la biodiversidad en la planificación espacial y/o la gestión eficaz para abordar el cambio en el uso de la tierra y el mar, con el fin de reducir a casi cero la pérdida de áreas de gran importancia para la biodiversidad para 2030			
Meta 7	7.2 Concentración de plaguicidas en el medio ambiente y/o toxicidad total agregada aplicada	Para el indicador 7.2: Por tipo de plaguicida Por uso de productos plaguicidas en cada sector	7.CT.1 Balance de nutrientes de las tierras de cultivo	
Meta 10	10.1 Proporción de superficie agrícola dedicada a la agricultura productiva y sostenible			

KM-GBF Objetivo	Indicador de cabecera o binario « »	Desagregación opcional	Indicador componente	Indicador complementario
Meta 16	16.bNúmero de países que desarrollan, adoptan o aplican instrumentos normativos destinados a alentar y permitir que las personas adopten opciones de consumo sostenible		16.CT.1 Índice de desperdicio de alimentos 16.CT.2 Huella material, huella material per cápita y huella material por PIB 16.CT.3 Huella ecológica	

Herramientas para supervisar los resultados en materia de biodiversidad

Plataforma Europea sobre Evaluación del Ciclo de Vida (EPLCA)

La EPLCA apoya el desarrollo metodológico del análisis del ciclo de vida (ACV) para el análisis de las cadenas de suministro y la gestión de residuos al final de su vida útil. Aunque no están diseñados específicamente para las pérdidas poscosecha, los ACV pueden utilizarse para evaluar los impactos ambientales de las cadenas agroalimentarias, incluidos los impactos de las pérdidas de alimentos en la biodiversidad.

Enlace: https://eplca.jrc.ec.europa.eu

Herramientas para supervisar los resultados climáticos

Herramienta ex ante de la FAO para el balance de carbono en las cadenas de valor (EX-ACT VC)

El EX-ACT VC es un método para medir las cantidades de pérdida de alimentos a lo largo de toda la cadena de valor, estandarizando las pérdidas en cada nivel de la cadena de valor y agregando todos los niveles para calcular una estimación global de los alimentos que no llegan al nivel minorista. Puede ayudar a identificar posibles intervenciones políticas para desarrollar cadenas de valor con menos emisiones de carbono.

Enlace: https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act-vc/en/

Costes de implementación

El costo de reducir las pérdidas de alimentos poscosecha durante el almacenamiento, el transporte y la elaboración varía considerablemente en función de las condiciones socioeconómicas, la capacidad institucional y el perfil de riesgo de cada país. Los siguientes ejemplos ofrecen estimaciones de costos y ponen de relieve los obstáculos que se plantean en distintos contextos:

- La inversión inicial y los costes operativos anuales suelen ser elevados en el caso de las instalaciones de almacenamiento en frío, lo que las hace menos accesibles para los países en desarrollo debido a las barreras de acceso a la financiación. Los actores del sector privado local podrían aportar fondos considerables para la inversión, y se les podría animar activamente a invertir y apoyar modelos de negocio sostenibles.

- Los silos metálicos pueden tener un alto costo inicial, lo que supone un obstáculo para su adopción por parte de los pequeños agricultores. Los silos comunitarios podrían ser una alternativa económica, ya que el costo por unidad de grano disminuye al aumentar el tamaño de los silos. El costo de mantenimiento de los silos es muy bajo, lo que puede compensar en cierta medida el alto costo inicial.

Intervención en la práctica

Algunos ejemplos destacados de iniciativas sobre el terreno para reducir las pérdidas de alimentos después de la cosecha durante el almacenamiento, el transporte y la transformación son:

- La GIZ apoyó una amplia gama de tecnologías de reducción de pérdidas de alimentos en sus Centros de Innovación Verde. En Vietnam, por ejemplo, la introducción del almacenamiento en frío y el tratamiento con agua caliente (HWT) para los mangos ha dado lugar a una reducción global de las pérdidas poscosecha del 84 %, pasando de un 30 % a menos del 5 %. Además, se prevé que aumente la vida útil de los mangos %20M angos frescos %20tienen normalmente, mangos %20para %20más de %2080 %20aprendices) de 7 a 21 días.
- Uganda desarrolló una estrategia nacional para reducir las pérdidas poscosecha en las cadenas de suministro de cereales como parte de la Estrategia Nacional de Uganda contra el Desperdicio de Alimentos. El desarrollo de la estrategia se basó en la metodología de análisis de pérdidas de alimentos de la FAO, así como en consultas con múltiples partes interesadas. Las cuestiones estratégicas clave y las soluciones viables para reducir las pérdidas poscosecha de cereales en Uganda pueden ser aplicables a otros contextos nacionales en África.
- El Programa de Cooperación Técnica de la FAO ha introducido materiales de embalaje a granel mejorados, como cajas reutilizables, así como orientaciones para mejorar las prácticas de gestión poscosecha con el fin de reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de suministro de productos frescos en varios países del sur de Asia. La intervención redujo significativamente las pérdidas de alimentos y generó beneficios económicos y una mejora general del bienestar de los agricultores, los minoristas y los consumidores. También reportó beneficios medioambientales gracias a la sustitución de las bolsas de plástico de un solo uso para el transporte por cajas reutilizables.
- La FAO fue pionera en una técnica para ahumar y secar pescado, la técnica FAO-Thiaroye (FTT). Esta técnica puede utilizarse independientemente de las condiciones climáticas y aumenta la gama de especies que pueden procesarse, lo que refuerza la resiliencia de los procesadores de pescado ante la variabilidad climática. Puede dar lugar a una eliminación casi completa de las pérdidas de alimentos en la fase de procesamiento, al tiempo que mejora la calidad y la seguridad de los productos. Por ejemplo, en Costa de Marfil, se estima que la técnica podría ahorrar 1,7 millones de dólares estadounidenses al año gracias a la reducción de las pérdidas de productos de pescado ahumado.

Referencias

1. Consejo Australiano de Alimentos y Productos Alimenticios. (2017). *Directrices australianas sobre logística de la cadena de frío alimentaria*. Obtenido de https://afgc.org.au/wp-content/uploads/2024/10/Australian-Cold-Chain-Guidelines-2017.pdf
2. Comisión de la Unión Africana. (2018). *Estrategia de gestión de pérdidas poscosecha*. Obtenido de https://faolex.fao.org/docs/pdf/au222439.pdf

3. Alkaabneh, F. M., Lee, J., Gómez, M. I. y Gao, H. O. (2021). Un enfoque sistémico de la política de carbono para las cadenas de suministro de fruta: ¿impuesto sobre el carbono, innovación tecnológica o ahorro de suelo? *Science of The Total Environment*, *767*, 144211.
4. Ambuko, J., Karithi, E., Hutchinson, M. y Willis, O. (2018). El envasado en atmósfera modificada mejora la eficacia del almacenamiento en frío CoolbotTM para preservar la calidad poscosecha de los mangos. *Journal of Food Research*, *7*, 7.
5. APHLIS – Sistema Africano de Información sobre Pérdidas Poscosecha. (s. f.). Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.aphlis.net/en
6. Bai, B., Zhao, K. y Li, X. (2019). Investigación sobre la aplicación de materiales de almacenamiento nano en la logística de la cadena de frío de los productos agrícolas frescos del comercio electrónico. *Results in Physics*, *13*, 102049.
7. Bajželj, B., Quested, T. E., Röös, E. y Swannell, R. P. J. (2020). El papel de la reducción del desperdicio de alimentos en los sistemas alimentarios resilientes. *Ecosystem Services*, *45*, 101140.
8. Bennett, B., Buzby J. C. y Hodges, R. J. (2011). Pérdidas y desperdicios poscosecha en países desarrollados y menos desarrollados: oportunidades para mejorar el uso de los recursos. *The Journal of Agricultural Science*, *149*(S1), 37-45.
9. Bessou, C. (2017). ¿Cómo evaluar los impactos ambientales de una cadena agrícola? En *Desarrollo sostenible y cadenas agrícolas tropicales* (pp. 237-255). Consultado el 7 de febrero de 2024, en https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-024-1016-7_19
10. Bryce, E. (24 de marzo de 2023). Un análisis exhaustivo del desperdicio de alimentos revela datos sorprendentes. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.anthropocenemagazine.org/2023/03/loss-and-waste-generates-half-of-all-food-related-emissions-worldwide/.
11. Cambio climático y desperdicio de alimentos: soluciones para reducir el metano y otros gases de efecto invernadero. (s. f.). Consultado el 14 de enero de 2026, en https://refed.org/food-waste/climate-and-resources/
12. Dam M. (17 de abril de 2024). Una solución para prolongar la vida útil del mango hasta 35 días. Consultado el 19 de enero de 2026, en https://van.nongnghiepmoitruong.vn/a-solution-to-extend-mango-shelf-life-to-35-days-d382913.html
13. Delgado, L., Schuster, M. y Torero, M. (s. f.). La realidad de las pérdidas de alimentos: una nueva metodología de medición.
14. FAO (2014). Huella del desperdicio de alimentos: contabilidad del costo total. Consultado el 25 de junio de 2024 en https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6a266c4f-8493-471c-ab49-30f2e51eec8c/content.
15. FAO. (2016). *Análisis de las pérdidas de alimentos: causas y soluciones. Estudios de casos en los subsectores de la agricultura y la pesca a pequeña escala*. Obtenido de https://www.fao.org/3/az568e/az568e.pdf
16. FAO. (2018). *SDG 12.3.1: Índice global de pérdidas de alimentos*. Obtenido de https://www.fao.org/3/CA2640EN/ca2640en.pdf
17. FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019. Avanzar en la reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos*. Obtenido de https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf
18. FAO. (s. f.). *Huella del desperdicio de alimentos y cambio climático*. Consultado el 8 de febrero de 2023, en https://www.fao.org/3/bb144e/bb144e.pdf
19. FAO. (s. f.). Plataforma técnica sobre la medición y la reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos. Consultado el 7 de febrero de 2024, en https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/resources/publications/en
20. FAO. (18 de noviembre de 2015). La técnica de procesamiento FTT-Thiaroye, una innovación para la reducción de pérdidas poscosecha en la pesca y la acuicultura, presentada en el 1.er Congreso PHL

en Roma. *FoodLossWaste*. Consultado el 19 de enero de 2026, en https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/resources/news/news-detail/The-FTT-Thiaroye-processing-technique-an-innovation-for-post-harvest-loss-reduction-in-fisheries-and-aquaculture-presented-at-the-1st-PHL-Congress-in-Rome-/en

21. Agricultores y productores. (s. f.). *WRAP*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://wrap.org.uk/taking-action/food-drink/sectors/farmers-growers
22. Feldstein, S. (2017). El desperdicio de la biodiversidad: por qué el desperdicio de alimentos debe ser una prioridad para la conservación. *Biodiversidad*, *18*, 1-3.
23. Calculadora de valor FLW. (s. f.). *Protocolo sobre pérdidas y desperdicios de alimentos*. Consultado el 7 de febrero de 2024, en https://www.flwprotocol.org/why-measure/food-loss-and-waste-value-calculator/
24. Irradiación de alimentos. (13 de octubre de 2022). *Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.cdc.gov/foodsafety/communication/food-irradiation.html
25. Protocolo sobre pérdidas y desperdicios de alimentos. (20 de septiembre de 2022). *World Resources Institute*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.wri.org/initiatives/food-loss-waste-protocol
26. Metodología del estudio de caso sobre el análisis de la pérdida de alimentos. (s. f.). *FAO e-Learning Academy*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://elearning.fao.org/course/view.php?id=374
27. Hoja de registro de datos sobre pérdidas y desperdicios de alimentos. (s. f.). *WRAP*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://wrap.org.uk/resources/tool/food-loss-and-waste-data-capture-sheet
28. Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos 2021. (s. f.). Consultado el 21 de enero de 2026, en https://wedocs.unep.org/bitstreams/65bd600c-ddfa-4116-83a0-5f07afa6d0da/download
29. GIZ. (2015). *Herramienta de evaluación rápida de pérdidas (RLAT) – RLAT en la práctica: un conjunto de herramientas para el maíz*. Obtenido de https://wocatpedia.net/images/5/55/GIZ_RLAT_toolbox.pdf
30. GIZ. (2021). *Centro de Innovación Ecológica para el Sector Agrícola y Alimentario en Vietnam*. Obtenido de https://www.giz.de/en/downloads/giz2021_en_GIAE_Factsheet_Vietnam.pdf
31. GIZ. (2022). *Soluciones de refrigeración sostenibles en las cadenas de valor agrícolas del África subsahariana*. Consultado el 16 de enero de 2026, en https://www.giz.de/de/downloads/giz2024-en-WE4F-infosheet-cold-rooms.pdf
32. Haass, R., Dittmer, P., Veigt, M. y Lütjen, M. (2015). Reducción de las pérdidas de alimentos y las emisiones de carbono mediante el uso de controles autónomos: un estudio de simulación del contenedor inteligente. *International Journal of Production Economics*, *164*, 400-408.
33. Hall, K. D., Guo, J., Dore, M. y Chow, C. C. (2009). El aumento progresivo del desperdicio de alimentos en Estados Unidos y su impacto medioambiental. *PLOS ONE*, *4*(11), e7940.
34. Hanson, C., Flanagan, K., Robertson, K., Axmann, H., Bos-Brouwers, H., Broeze, J., et al. (2019). *Reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos: diez intervenciones para ampliar el impacto*. Consultado el 19 de enero de 2026, en https://www.wri.org/reducing-food-loss-and-waste-ten-interventions-scale-impact
35. Hanson, C., y Mitchell, P. (2017). *The Business Case for Reducing Food Loss and Waste* (Argumentos económicos a favor de la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos). Consultado el 19 de enero de 2026, en https://champions123.org/sites/default/files/2020-08/business-case-for-reducing-food-loss-and-waste.pdf.
36. HLPE (2023). *Reducir las desigualdades para la seguridad alimentaria y la nutrición*. Roma, CFS HLPE-FSN. Disponible en https://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/insights/news-insights/news-detail/reducing-inequalities-for-food-security-and-nutrition/en.
37. Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). (2019). *Cambio climático y tierra.*

Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de la tierra, la gestión sostenible de la tierra, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf

38. IRRI. (2010). *Almacenamiento: Cómo utilizar la bolsa Super del IRRI*. Obtenido de https://www.knowledgebank.irri.org/images/docs/fs_how_to_use_the_super_bag.pdf
39. Kiaya, V. (2014). *Documento técnico sobre pérdidas poscosecha*. Obtenido de https://www.actioncontrelafaim.org/wp-content/uploads/2018/01/technical_paper*phl*_.pdf
40. Kumar, D., y Kalita, P. (2017). Reducción de las pérdidas poscosecha durante el almacenamiento de cultivos de cereales para reforzar la seguridad alimentaria en los países en desarrollo. *Foods*, *6*(1), 8.
41. Li, Y., Shang, J., Zhang, C., Zhang, W., Niu, L., Wang, L. y Zhang, H. (2021). El papel de la eutrofización del agua dulce en las emisiones de gases de efecto invernadero: una revisión. *Science of The Total Environment*, *768*, 144582.
42. Lomborg, B. (2018). *Priorizar el desarrollo: un análisis de coste-beneficio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*.
43. Meng, B., Zhang, X., Hua, W., Liu, L. y Ma, K. (2022). Desarrollo y aplicación de materiales de cambio de fase en la logística de la cadena de frío del comercio electrónico de productos frescos: una revisión. *Journal of Energy Storage*, *55*, 105373.
44. Estrategia nacional para la reducción del desperdicio de alimentos. (s. f.). *Ministerio Federal de Alimentación y Agricultura*. Consultado el 7 de febrero de 2024, en https://www.bmel.de/EN/topics/food-and-nutrition/food-waste/national-strategy-for-food-waste-reduction.html
45. Ndiaye, O., Komivi, B. S. y Ouadi, Y. D. (2015). *Guía para el desarrollo y uso de la técnica de procesamiento FAO - Thiaroye (FTT-Thiaroye)*. Obtenido de https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3f1d1905-0861-43cf-a620-768b413fa7c4/content
46. Nicastro, R. y Carillo, P. (2021). Estrategias para la prevención de la pérdida y el desperdicio de alimentos desde la granja hasta la mesa. *Sostenibilidad*, *13*(10), 5443.
47. Phalan, B., Bertzky, M., Butchart, S. H. M., Donald, P. F., Scharlemann, J. P. W., Stattersfield, A. J. y Balmford, A. (2013). Expansión de los cultivos y prioridades de conservación en los países tropicales. *PLOS ONE*, *8*(1), e51759.
48. Raza, S., Zamanian, K., Ullah, S., Kuzyakov, Y., Virto, I. y Zhou, J. (2021). Las pérdidas de carbono inorgánico por la acidificación del suelo ponen en peligro los esfuerzos mundiales para la captura de carbono y la mitigación del cambio climático. *Journal of Cleaner Production*, *315*, 128036.
49. ReFED Insights Engine. (s. f.). Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://insights.refed.com/
50. República de Uganda. (s. f.). *Uganda Vision 2040*. Obtenido de https://faolex.fao.org/docs/pdf/uga155949.pdf
51. Sarr, J., Dupont, J. y Guilpart, J. (s. f.). *La huella de carbono de la cadena de frío, 7.ª Nota informativa sobre refrigeración y alimentación.* Consultado el 16 de enero de 2026, en https://iifiir.org/datacite_notices/143457.
52. INICIATIVA SALVEMOS LOS ALIMENTOS: Nuestra misión y objetivos. (s. f.). Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.save-food.org/en/Save_Food_Initiative/Mission
53. SAVE FOOD: Iniciativa mundial para la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos. (s. f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.fao.org/save-food/news-and-multimedia/events/detail-events/en/c/271382/
54. Sharma, A., Tyagi, V. V., Chen, C. R. y Buddhi, D. (2009). Revisión sobre el almacenamiento de energía térmica con materiales de cambio de fase y sus aplicaciones. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *13*(2), 318-345.

55. Sheahan, M., y Barrett, C. B. (2017). Reseña: Pérdida y desperdicio de alimentos en el África subsahariana. *Food Policy*, *70*, 1-12.
56. Prácticas de manipulación poscosecha a pequeña escala. (s. f.). Consultado el 19 de enero de 2026, en https://www.fao.org/4/ae075e/ae075e18.htm
57. *Cadenas de frío alimentarias sostenibles: oportunidades, retos y camino a seguir*. (2022). Consultado el 16 de enero de 2026, en https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0923en
58. La herramienta EX-Ante Carbon-balance Tool para cadenas de valor (EX-ACT VC). (s. f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act-vc/en/
59. La norma FLW. (s. f.). *Protocolo sobre pérdidas y desperdicios de alimentos*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://flwprotocol.org/flw-standard/.
60. Venus, V., Asare-Kyei, D. K., Tijskens, L. M. M., Weir, M. J. C., de Bie, C. A. J. M., Ouedraogo, S., et al. (2013). Desarrollo y validación de un modelo para estimar las pérdidas poscosecha durante el transporte de tomates en África Occidental. *Computers and Electronics in Agriculture*, *92*, 32–47.
61. von Braun, J., Sorondo, M. S. y Steiner, R. (2023). Reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos: retos y conclusiones para la acción. En *Ciencia e innovaciones para la transformación de los sistemas alimentarios* (pp. 569-578). Consultado el 7 de febrero de 2024, en https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-15703-5_31
62. Wageningen Food & Biobased Research. (2021). *Hoja de ruta para la reducción de las pérdidas poscosecha en determinadas cadenas de valor vietnamitas – Fase 1*. Obtenido de https://edepot.wur.nl/548408
63. Wageningen Food & Biobased Research. (2022). *Hoja de ruta para la reducción de las pérdidas poscosecha en determinadas cadenas de valor vietnamitas*. Obtenido de https://edepot.wur.nl/577022
64. Williams, H., Wikström, F., Otterbring, T., Löfgren, M. y Gustafsson, A. (2012). Razones del desperdicio de alimentos en los hogares, con especial atención al envasado. *Journal of Cleaner Production*, *24*, 141-148.
65. Banco Mundial. (2020). *Abordar la pérdida y el desperdicio de alimentos: un problema global con soluciones locales*. Obtenido de https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/674c11d6-79eb-5905-8822-fcd9663eabb4/content
66. WWF Reino Unido. (2021). *Driven to waste: The Global Impact of Food Loss and Waste on Farms* (Impulsados al desperdicio: el impacto global de la pérdida y el desperdicio de alimentos en las granjas). Obtenido de https://files.worldwildlife.org/wwfcmsprod/files/Publication/file/6yoepbekgh_wwf*uk*_driven_to*waste*__the_global_impact_of_food_loss_and_waste_on_farms.pdf
67. Yilmaz, I. C. y Yilmaz, D. (2020). Capacidad óptima para edificios de almacenamiento refrigerado sostenibles. *Estudios de casos en ingeniería térmica*, *22*, 100751.
68. Yusuf, B. (2011). Diseño, desarrollo y técnicas para controlar las pérdidas poscosecha de cereales con silos metálicos para pequeños y medianos agricultores. *African Journal of Biotechnology*. Consultado el 8 de febrero de 2024, en https://www.academia.edu/96675082/Design_development_and_techniques_for_controlling_grains_post_harvest_losses_with_metal_silo_for_small_and_medium_scale_farmers
69. Zhu, J., Luo, Z., Sun, T., Li, W., Zhou, W., Wang, X., et al. (2023). Las emisiones de principio a fin derivadas de la pérdida y el desperdicio de alimentos representan la mitad de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de los sistemas alimentarios. *Nature Food*, *4*(3), 247-256.