

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i1.1971>

Gestión de mermas en cadena de suministros para pequeños agricultores de la provincia de Santa Elena, 2025

Supply chain loss management for small farmers in the province of Santa Elena, 2025

Frixon Guhider Solano Torres

solanotorresfrixon@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-5596-9923>

Universidad Estatal Península de Santa Elena
Ecuador – Santa Elena

Jacqueline del Rocío Bacilio Bejegen

jbacilio@upse.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7071-1129>

Universidad Estatal Península de Santa Elena
Ecuador – Santa Elena

Artículo recibido: 10 diciembre 2025 -Aceptado para publicación: 18 enero 2026

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El estudio determina la magnitud de las pérdidas de productos agrícolas en la cadena de suministro de pequeña escala en la provincia de Santa Elena, Ecuador, e identifica los puntos de intervención para su mitigación. La investigación emplea un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, con un diseño descriptivo explicativo no experimental. Se aplican encuestas estructuradas y guías de entrevista a 124 pequeños productores de las parroquias Manglaralto, Chanduy, Colonche y Santa Elena. Los resultados revelan que las pérdidas alcanzan el 40,0% en producción, 25,0% en postcosecha, 20,0% en transporte y 15,0% en comercialización. El maíz, sandía, pimiento, melón y pepino concentran el 79,2% de las mermas. Los productores con infraestructura básica e intermedia reportan menores pérdidas que aquellos con cuarto frío. El 98,2% de los productos no vendidos se destinan a alimentación animal, autoconsumo o compostaje. El estudio propone fortalecer capacidades técnicas en producción y postcosecha, desarrollar infraestructura básica de almacenamiento y formalizar sistemas de valorización del excedente.

Palabras clave: mermas agrícolas, cadena de suministro, pequeños agricultores, postcosecha

ABSTRACT

This study determines the magnitude of agricultural product losses in the small-scale supply chain in the province of Santa Elena, Ecuador, and identifies areas for intervention to mitigate these losses. The research employs a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative

methods, with a non-experimental, descriptive-explanatory design. Structured surveys and interview guides were administered to 124 small-scale producers in the parishes of Manglaralto, Chanduy, Colonche, and Santa Elena. The results reveal that losses reach 40.0% in production, 25.0% in post-harvest, 20.0% in transportation, and 15.0% in marketing. Corn, watermelon, peppers, melons, and cucumbers account for 79.2% of the losses. Producers with basic and intermediate infrastructure report lower losses than those with cold storage facilities. 98.2% of unsold products are used for animal feed, self-consumption, or composting. The study proposes strengthening technical capacities in production and post-harvest, developing basic storage infrastructure, and formalizing systems for valuing surplus.

Keywords: agricultural losses, supply chain, small farmers, post-harvest

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria es uno de los mayores desafíos del siglo XXI. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009), esta se alcanza cuando una comunidad dispone de alimentos suficientes, nutritivos y seguros que permitan a las personas llevar una vida activa y saludable. En este contexto, la gestión de mermas adquiere un papel fundamental, ya que cada alimento perdido en las distintas etapas de la cadena de suministro reduce la disponibilidad de productos para la población.

La gestión de mermas en la cadena de suministros pasa a ser un eje transversal de bienestar social, sostenibilidad ambiental y desarrollo económico. Según (Tim Searchinger et al., 2018) menciona que los recursos mundiales entre los años 2018 a 2020, una tercera parte de los alimentos se perdió o desperdicio a lo largo de la cadena de suministro, desde el proceso que se desarrolla en el campo agrícola hasta que llega al consumidor final.

En Europa, el desperdicio alimentario alcanza cifras alarmantes, se estima que cerca del 19% de los alimentos disponibles para los consumidores termina desperdiciado, lo que en 2021 representó más de 58 millones de toneladas, equivalentes a 131 kg por persona, con un costo aproximado de 132 mil millones de euros y la generación de 252 millones de toneladas de CO₂. El eslabón doméstico de la cadena agroalimentaria concentra la mayor proporción de pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA), con más de 31 millones de toneladas anuales, un volumen casi doble al registrado en la producción primaria y en la industria de procesamiento. El 62% de las mermas se concentra en la fase de consumo final, en la que también se agrupa más del 70% de la carga medioambiental generada (Eufic.org, 2024).

En Latinoamérica, el porcentaje significativo de pérdidas recae en las fases de producción, almacenamiento y transporte, esto se debe a la mala logística, la deficiente infraestructura y la carencia de tecnologías de conservación. Se pierde un 11.6 % de los alimentos disponibles en la región de América Latina y el Caribe cada año, lo que equivale a más de 220 millones de toneladas, esto afecta a los pequeños productores e impide un acceso regular de alimentos frescos en los mercados locales. (FAO, 2019).

En el contexto de Ecuador, las cifras son preocupantes para la agricultura a pequeña escala, que produce más del 60% de los alimentos en la canasta básica. Entre el 25% al 40% de la postcosecha de frutas y hortalizas se pierde en las etapas de comercialización. Estas pérdidas son causadas por un inadecuado manejo y falta de centros de acopio, poca o inadecuada transportación y alto costo de tecnologías de conservación (Macaroff Lencina et al., 2019; Rutta, 2024). Esta situación evidencia que, mientras en Europa el reto está en modificar patrones de consumo, en Latinoamérica y Ecuador la prioridad recae en fortalecer la infraestructura, la logística y la capacitación técnica de los pequeños productores para reducir mermas y garantizar la sostenibilidad alimentaria.

Gustavsson (2012) llevó a cabo un estudio de “Pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, Causa y prevención”, en la ciudad de Roma, Italia, como campo de análisis. El objetivo principal fue generar conciencia respecto a la magnitud de las pérdidas y el desperdicio de alimentos a nivel global, abordó su impacto en la pobreza, el hambre, el cambio climático y el uso ineficientes de recursos naturales. La metodología se basó en el análisis de flujos de masa alimentaria desde la fase de producción primaria hasta el consumo final. Entre los principales resultados se evidenció que aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para consumo humano equivale cerca de 1.300 millones de toneladas anuales se perdió o desperdiciaba. En los países de altos ingresos, estas pérdidas ocurrían predominantemente en la etapa de consumo y a lo largo de la cadena de suministro, debido al comportamiento del consumidor, así como a deficiencias logísticas y de coordinación.

Por su parte, Morales Plaza & Vicuña Izquierdo (2022) en su trabajo de titulación denominado “Modelo de gestión de residuos basado en la logística inversa y 5S para dar soporte a la producción de biomasa a partir de las mermas y pérdidas en el sector agroindustrial de frutas”, tuvieron como objetivo principal la generación de valor agregado mediante el aprovechamiento de biomasa, buscando reducir las mermas y optimizar la gestión de residuos. Para la mejora de la eficiencia operativa en el procesamiento de las frutas, se aplicó el método de la 5S (Separar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener). Además, se aplicó un enfoque de logística inversa para devolver los materiales que no sirven o productos, denominados mermas o pérdidas, a la empresa, para enfocarlos en subproductos útiles. El proceso de aportación de la información implicó un Diagnóstico de la situación actual de la empresa y la definición de indicadores de gestión con el objetivo de cuantificar el problema de mermas o pérdidas. Entre los procesos de clasificación y selección, esto representó un ahorro económico aproximado de \$980. Adicionalmente, se logró disminuir los tiempos de procesamiento de planta. El estudio concluyó que la opción más rentable fue la conversión de mermas y residuos en compost.

Flores Carvajal (2021) en su artículo científico titulado “*Gestión de la cadena de suministros en la comercialización de productos agrícolas en Ecuador*”, tuvo como propósito analizar la gestión de la cadena de suministro en el ámbito agrícola, buscando sensibilizar sobre la importancia de la coordinación eficiente desde la adquisición hasta la producción y distribución de los productos. En cuanto a la metodología, fue documental con diseño bibliográfico, se utilizó una matriz de análisis para el procesamiento de la información recopilada. Uno de los resultados fue la estrategia clave de la integración efectiva de los clientes en el mercado, lo que aseguraba su satisfacción mutua. Además, el otro hallazgo fue que las relaciones a largo plazo con los proveedores incentivaban la innovación, lo que, en consecuencia, permitiría a las empresas reducir sus costos y mejorar su competitividad en el mercado.

De igual manera, Drouet-Candel et al. (2021) en su artículo científico sobre los sistemas de producción agrícola en las parroquias del norte de la provincia de Santa Elena, Ecuador,

procedieron a caracterizar los sistemas productivos de las parroquias de Manglaralto y Colonche, tras evaluar su desarrollo agro productivo y el potencial de transición hacia un modelo agroecológico. La metodología incluyó un diagnóstico participativo con cobertura en 213 productores, se utilizó como herramienta de procesamiento estadísticos el software SPSS. Los resultados muestran deficiencia en el acceso a riego y bajo niveles de ingresos entre los productores. Asimismo, una distribución de la tierra no equitativa desde la perspectiva del género, donde el modo de ser menos del 20% de los dueños eran mujeres. Sin embargo, las consecuencias de la disminución de alimentos se traducen en pérdidas de carácter económico para obreros y empresas, desnutrición de modo frecuente en la población más vulnerable, entre otros. (Goodwin, 2023).

De este modo, los pequeños productores agrícolas enfrentan grandes limitaciones económicas que reducen su capacidad de modernizar sus procesos productivos. Los bajos ingresos dificultan la inversión en tecnologías orientadas a mejorar la eficiencia logística y la conservación de los productos, lo que genera un círculo de ineficiencia que repercute en la pérdida de alimentos, el incremento de costos y un mayor impacto ambiental. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer la cadena de suministros mediante estrategias de apoyo técnico, asociatividad y políticas públicas que faciliten la adopción de prácticas sostenibles.

Pero ¿A qué se debe los desperdicios de la producción? ¿Qué recursos desperdician la mayor parte? La gran mayoría de los recursos se desperdician en la etapa postcosecha debido a los factores logísticos como: tecnología inadecuada de la infraestructura de almacenes y transporte, falta de refrigeración, embalaje de baja calidad, manejo de productos, el problema de acceso a los mercados, conduciendo al deterioro, contaminación y baja calidad de los alimentos lo que ocasiona que la mayoría de los recursos no llegue al consumidor en condiciones adecuadas. (Pandey, 2021).

El 17 % de los alimentos se pierden en las fases posteriores a la cosecha a lo largo de la cadena de suministro, de acuerdo con FAO, (2019). Por lo tanto, es importante priorizar la preservación de estos alimentos. Para ello, se deben crear estrategias integrales para mejorar las prácticas de cosecha, almacenamiento y optimizar la distribución y, en última instancia, alentar al consumo responsable y para lograrlo es necesario implicar tecnologías y sistemas más efectivos, mejorar la maquinaria utilizada y sensibilizar a los agricultores y trabajadores del sector a niveles más altos de eficiencia.

En términos ambientales, la escala global del desperdicio de alimentos es sorprendente, millones de toneladas de alimentos producidos anualmente para el consumo humano son de hecho innecesarios. Este caso no solo afecta la escasez de alimentos, muestra un nivel insostenible de uso de los recursos naturales, lo que se reflejado en el cambio climático, lo que representa el 8 al 10 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en todo el mundo (UNFCCC, 2024).

Al reducir una cantidad tan considerable de alimentos desperdiciados, se reduce la huella de carbono en sí y también se usan menos recursos naturales, lo que contribuye no solo a evitar la pérdida de alimentos, sino también a evitar los efectos del cambio climático. En términos económicos, se estima que el desperdicio de alimentos le cuesta al mundo un billón de dólares anualmente. Esta cantidad cubre todas las pérdidas en la cadena de abastecimiento de los pequeños agricultores que a menudo sufren ingreso menores debido a la falta de rentabilidad en la recolección del producto, y se ve reflejado en precios altos para los consumidores (REFED, 2025).

Santa Elena posee un notable potencial de crecimiento en el sector productivo; sin embargo, enfrenta importantes desafíos relacionados con la gestión de mermas. En este contexto, el estudio tiene como objetivo principal determinar la magnitud de las pérdidas de productos agrícolas dentro de la cadena de suministro de pequeña escala en la provincia, con el fin de identificar los puntos de intervención que permitan su adecuada mitigación.

Para alcanzar este propósito, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar la cantidad de productos agrícolas que se pierden o desperdician en cualquier etapa de la cadena de suministro.
2. Describir las causas técnicas, logísticas, sociales y de otros tipos que incrementan la pérdida de productos.
3. Proponer medidas de intervención fundamentadas en buenas prácticas y en tecnologías adecuadas al contexto local.

De esta manera, el aporte científico de la investigación consiste en generar evidencias empíricas que expliquen la magnitud y las causas de las mermas, así como en proponer soluciones adaptadas a las condiciones de los pequeños agricultores. Con ello se busca llenar un vacío teórico y práctico en la literatura sobre cadenas agroalimentarias de pequeña escala en Ecuador, aportando un marco de referencia para futuras investigaciones y, al mismo tiempo, una base sólida para la toma de decisiones en ámbitos sociales, económicos y ambientales.

Marco teórico

Pérdidas o mermas

Las pérdidas postcosechas se han vuelto un desafío sustancial para los sistemas agroalimentarios, revelando ineficiencias a través de las operaciones de la cadena de suministro. En varios estados, los sistemas de producción son una institución vital de bienestar. Las pérdidas postcosecha se definieron como la ocurrencia física de la reducción o la degradación del producto, lo que incluye procesos degradantes que asimilan a la reducción del valor comercial del producto (FAO, 2019).

Disponibilidad de herramientas y materiales

La disponibilidad y el acceso a herramientas constituyeron un factor determinante en la capacidad de los agricultores para mitigar las pérdidas postcosecha. Según lo señalado por

Kitinoja et al. (2011), el acceso restringido a tecnologías apropiadas incidió significativamente en la generación de mermas dentro de las operaciones agrícolas a pequeña escala. Esta limitación provocó una carencia de implementos adecuados para llevar a cabo procesos clave como la clasificación, el embalaje y el almacenamiento, lo que condujo al deterioro prematuro de los productos agrícolas y, por ende, a una reducción de su calidad comercial.

Según lo evidenciado por Aulakh & Regmi (2019) la implementación de herramientas y materiales idóneos contribuyó significativamente a la reducción de las pérdidas postcosecha, estimándose una disminución entre el 15 % y el 35 % en los productos agrícolas, dependiendo del tipo de cultivo. Esta adopción tecnológica permitió optimizar procesos críticos como la manipulación, clasificación y conservación, mejorando así la eficiencia del sistema agroalimentario.

Aplicación de buenas prácticas agrícolas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), conocidas por su acrónimo en inglés Good Agricultural Practices (GAP), constituyen un sistema de principios, normas y recomendaciones técnicas orientadas a mejorar la calidad de los productos agrícolas, al tiempo que promovieron la preservación del medio ambiente y la protección de la salud de los trabajadores. La aplicación de estas prácticas favoreció la reducción de devoluciones a lo largo de la cadena de suministro, al garantizar una producción más segura, sostenible y eficiente (*Good Agricultural Practices (GAP)*, 2024)

Hodges et al. (2011) señalaron que la integración de prácticas adecuadas y procesos técnicamente apropiados permitió una reducción de hasta el 40 % en las pérdidas postcosecha en un período de corto plazo. Esta estrategia combinada optimizó la eficiencia en las operaciones agrícolas y logísticas, disminuyendo significativamente el deterioro de los productos a lo largo de la cadena de suministro. Sin embargo, la BPD puede reducir las mermas si las autoridades y la propia comunidad agrícola ejecutan la aplicación de manera concertada (Barrett et al., 2012).

Disponibilidad de infraestructura de almacenamiento

El almacenamiento de productos agrícolas es una infraestructura crítica que se requiere para preservar la calidad postcosecha. De acuerdo con Kumar & Kalita (2017), la falta de instalaciones de almacenamiento represento unos de los principales cuellos de botella para los pequeños productores en regiones en desarrollo.

La eficiencia de la oferta y la reducción de la pérdida financiera por deterioro se ve afectada por la presión impositiva y la cantidad de bienes almacenables en instalaciones de almacenamiento adecuadas. Abass et al. (2014) demostraron que la preservación en vacío logró disminuir la pérdida de granos en más del 50% según los registros a largo plazo del país.

Tiempo promedio entre cosecha y venta

El tiempo transcurrido entre la cosecha y la comercialización constituyó un factor crítico para las pérdidas, particularmente en productos perecederos, como frutas o hortalizas. Según

Prusky (2011), la tasa de deterioro de los productos agrícolas dependió directamente del tiempo transcurrido desde la cosecha, las condiciones ambientales y las características intrínsecas del producto.

Macheka et al. (2017) demostraron que la reducción del tiempo de cosecha y venta permitió disminuir las pérdidas postcosecha en más de un 30% en cultivos altamente perecederos. No obstante, la mejora de dicho intervalo no dependió exclusivamente de las vías y el transporte, sino que requirió una coordinación eficiente entre los actores principales de la cadena de suministro.

En sistemas de pequeña escala, las ineficiencias en la operación se manifestaron con tiempos de espera prolongados, lo que aceleró el deterioro de los productos y disminuyó su valor comercial. Al mismo tiempo, se evidenció una fragmentación de los mercados y la participación de múltiples de actores en la cadena de suministro (*Food Systems for an Urbanizing World*, 2017).

Acceso a capacitaciones en comercialización

El factor capital humano, expresado en conocimientos y capacidades técnicas, constituye también un factor crítico en la eficiencia de las cadenas agrícolas (Devaux et al., 2018). El acceso a programas de capacitación en técnicas de comercialización es un mecanismo clave para la adquisición de competencias que les permitieron a los productores insertarse en mercados más veloces, competitivos y homogéneos: “los pequeños productores tienen que aprender a resolver problemas complejos en sistemas menos predecibles y estables; parte de esta tarea radica en aprender a razonar a largo plazo y en adaptarse a la información disponible”.

El estudio de Pickson & He (2021) evidenció que los agricultores con mayor incidencia de capacitación en gestión de mercados presentaron menores tasas de pérdidas postcosecha y mejores resultados en cuanto a frontera eficiente. Estos productores desarrollaron capacidades para reconocer oportunidades, relacionarse con compradores de largo plazo y adaptarse a estándares de calidad, entre otros beneficios.

Sin embargo, la oferta de oportunidades de formación es altamente heterogénea y presenta brechas significativas, particularmente en territorios rurales con menor presencia estatal. Estas asimetrías naturales como generadas por políticas condicionan las capacidades de los productores para estrategias efectivas de comercialización y reducción de pérdidas (Minten et al., 2014).

Conocimiento de mercados y precios por parte de productos

Aker (2010) demostró que, en contexto donde los productores contaron con un mejor acceso a información sobre los precios de oferta, la merma se redujo entre un 10% y un 25%. Por lo tanto, se afirmó que el desarrollo de plataformas de información sobre el mercado, accesibles para pequeños agricultores, es una de las claves para disminuir las pérdidas postcosechas y mejorar la eficiencia en los mercados de productos básicos.

Puntos de intervención

Kitinoja et al. (2019), determinaron que los puntos críticos fueron considerados como “eslabones débiles” dentro de la cadena de suministro, en los cuales la inversión de esfuerzos presentó un alto potencial de retorno en términos de reducción de mermas. Para identificar la vulnerabilidad de estos puntos, fue necesario realizar un análisis sistemático de cada etapa de la cadena, considerando los factores técnico y socioeconómico que incidieron en su desempeño. En el caso de la provincia de Santa Elena, los puntos críticos variaron en función del tipo de cultivo, las condiciones agroecológicas y las características de la economía local (*Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, s. f.)

Etapas de la cadena de suministros

Los patrones observados en la distribución de las pérdidas a lo largo de la cadena de suministro agrícola evidenciaron su especificidad según el contexto nacional. Así como su dependencia de diversos factores socioeconómicos y de infraestructura. En las economías en desarrollo, según datos de la FAO (2018), las pérdidas se concentraron principalmente en las etapas de producción, postcosecha y distribución. En contraste, las economías desarrolladas, estas se localizaron mayoritariamente en los nodos de distribución y consumo. En consecuencia, se puso de manifiesto una brecha significativa en la identificación de oportunidades estratégicas para la reducción efectiva de dichas pérdidas.

Las investigaciones enfocadas en cadenas de suministro de pequeña escala reportaron porcentajes de las pérdidas de hasta un 30% en la etapa de producción, entre un 15 y 20% en postcosecha, un 10% a 15% en transporte y entre un 5 y 10% en la fase de comercialización. Estos datos evidenciaron la importancia de diseñar las intervenciones dirigidas específicamente a los cuellos de botellas y a los fenómenos estructurales particulares de cada contexto productivo (Devin & Richards, 2018)

Pérdidas en Producción

Las pérdidas durante la fase de producción se asociaron principalmente con factores agronómicos, ambientales y de manejo del cultivo. En contextos comparables al de Santa Elena, la FAO (2018) estimó que estas mermas oscilaron entre 10 % y 20 % del volumen potencial de producción

Las principales causas se identificaron en:

Figura 1

Causas de pérdidas en la producción



Pérdidas en Postcosecha

La etapa de postcosecha incluye todo el trabajo desde la recolección hasta la preparación de un producto para la venta. Para contextos comparables, las pérdidas en este eslabón pueden oscilar entre 15-30 % del volumen de la cosecha (Springmann et al., 2018).

Las causas más frecuentes son:

Figura 2

Causas de pérdidas en la postcosecha



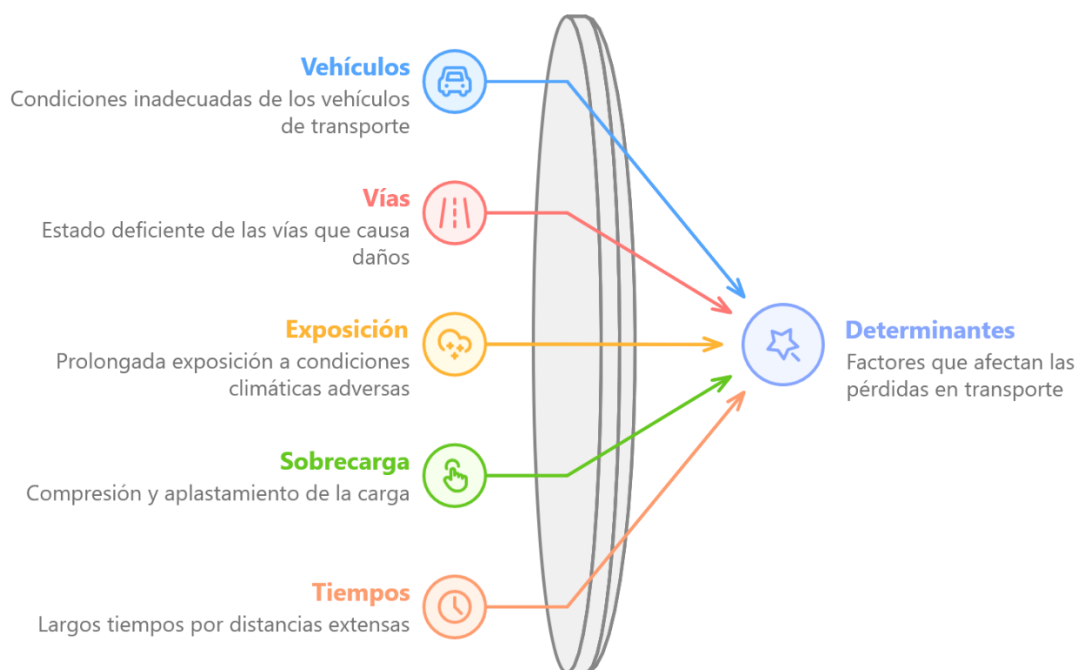
Pérdidas en Transporte

El transporte es el eslabón crítico que puede ser causante de las mayores pérdidas: si las condiciones dadas son inadecuadas, la calidad lograda en el campo se puede destruir en un instante. Por lo general, las mermas asociadas con el trabajos del transporte constituyen entre el 5 y el 15 por ciento del volumen del producto transportado (Hodges et al., 2011).

Los principales determinantes son:

Figura 3

Causas de pérdidas en el transporte



Pérdidas en Comercialización

La fase de comercialización es el último eslabón en el que el producto se encuentra antes de llegar al consumidor final. En esta, las pérdidas están entre el 10 % y 25 % del volumen que ingresó en mercados (Affognon et al., 2015). Entre las causas más frecuentes se identificaron:

Figura 4

Causas de pérdidas en la comercialización



Volumen y tipos de productos perdidos

Las características fisiológicas de los productos influyen directamente en su vulnerabilidad al deterioro. Los alimentos con alto contenido de agua y una elevada tasa metabólica, como las frutas y hortalizas frescas, presentan una mayor susceptibilidad a las pérdidas postcosecha (Kader, 2002). En los países en desarrollo, estas pérdidas pueden alcanzar entre el 40% y el 50% del volumen producido, mientras que en los granos las mermas se sitúan entre el 15% y el 20% (Gustavsson, 2012). Estas diferencias sustentaron la necesidad de respuestas específicas por rubro, ajustadas a requerimientos fisiológicos y a prácticas de manejo postcosecha (enfriamiento, empaque, manipulación y almacenamiento) (Kumar & Kalita 2017).

No obstante, en sistemas de pequeña escala y alta diversificación como algunos presentes en la provincia de Santa Elena la gestión diferenciada por cultivo se volvió más compleja y exigió intervenciones a nivel de sistema que abordaron las interacciones entre componentes (logística, infraestructura, calendario de cosecha, capacidades técnicas), así como restricciones de escala y de coordinación entre actores (Sheahan & Barrett, 2017).

Variación de precios por pérdidas

La interacción de las pérdidas postcosecha y los precios agrícolas se describen mediante una serie de relaciones de causalidad técnica. En particular, el déficit de la oferta de productos agrícolas en condiciones de demanda constante crea una tendencia al aumento en los precios, mientras que la disminución de la calidad disminuye el precio por unidad de valor de los productos. Verma et al. (2019) encontraron que las pérdidas agregan al precio final del producto un aumento entre el 15 y el 30 por ciento, dependiendo de la elasticidad de la demanda de los hogares de ingresos inferiores.

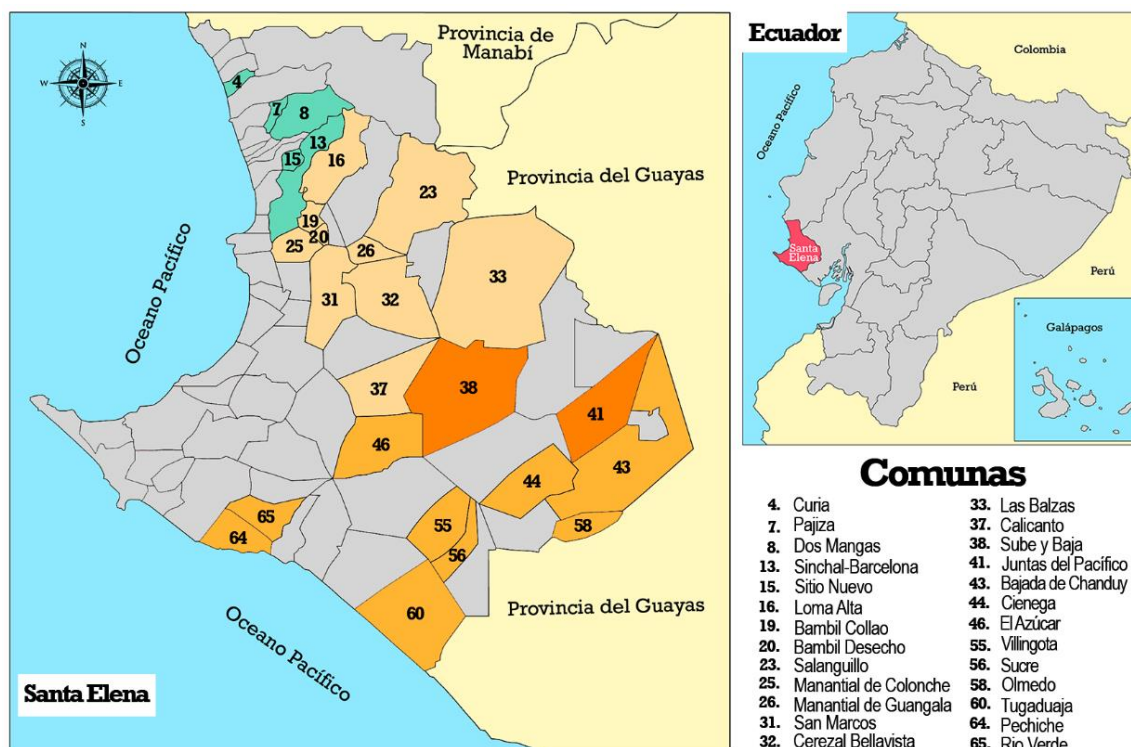
Delgado et al. (2017) reportaron que los alimentos altamente perecederos y susceptibles al daño mecánico como tomates, pimientos, berenjenas y diversas frutas concentraron la mayor frecuencia de pérdidas.

Para los agricultores de pequeña escala, variaciones de precios son una fuente de incertidumbre adicional a la planificación de la producción y a la estabilidad económica. Además, su capacidad de almacenamiento es limitada y la necesidad de vender la producción inmediatamente después de la cosecha requiere de transacciones incluso en condiciones desfavorables, aumentando la exposición al riesgo (Reardon et al., 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 5

Comunas agrícolas de estudio de la provincia de Santa Elena



Nota: Mapa de comunas de Santa Elena hecho por proyecto de investigación AGROLOGIST – UPSE

La provincia de Santa Elena en la costa de Ecuador tiene el clima árido y semiárido que, a pesar de las restricciones de agua, sostiene la agricultura diversa y resistente. La región tiene una rica tradición agrícola mantenida por el conocimiento y las habilidades generacionales, especialmente por las comunas rurales que cultivan hortalizas, frutas y granos en fincas pequeñas y medianas para el consumo y abastecimiento local y regional. Además de proporcionar los medios de vida cruciales para muchas personas, la producción agrícola juega un papel importante en la seguridad alimentaria.

El presente estudio se desarrolló en el contexto de las realidades diarias de los agricultores en las comunas cuya actividad productiva era más intensiva. Específicamente, se analizaron áreas como Manglaralto, Colonche, Chanduy y Santa Elena, donde predomina el sistema agrícola familiar y donde el alto nivel de mermas fue detectado repetidamente por los autores, por tal motivo es una investigación no experimental basada en la observación y el análisis de la realidad.

El diseño de la investigación fue un enfoque descriptivo explicativo, ya que, además de la cuantificación de la magnitud de las mermas en la cadena de suministro agrícola, abarca la cuestión relacionada con la causa o razones del desarrollo. El alcance fue local y se centró en las etapas críticas de producción, postcosecha, transporte y comercialización. Este enfoque permitió

una imagen clara y concreta de la evidencia de cuándo, dónde, por qué y cuánto de las pérdidas o mermas en la cadena de suministros.

El presente estudio se realizó con un enfoque mixto. Se basa en una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos. Tal enfoque se eligió debido al hecho de que, permitió mostrar el fenómeno desde diversos puntos de vista, los datos cuantitativos brindaron información sobre el alcance exacto de las pérdidas, mientras que las opiniones y las experiencias ayudaron a ir más allá. Por lo tanto, el uso simultáneo de estos métodos no solo ha mejorado la información en cuestión, sino que también se ha utilizado para aumentar la validez de los argumentos.

El método utilizado fue el hipotético deductivo, donde se parte de una hipótesis de partida respecto a los puntos críticos de pérdida para buscar evidencia empírica de confirmación o negación. La hipótesis se refiere a supuestos teóricos acerca de las causas de los puntos críticos de mermas, los cuales se confirman o se refutan en la realidad del terreno. De esta manera, el proceso no solo describió lo acontecido, sino también por qué se dio y como podría mejorarse.

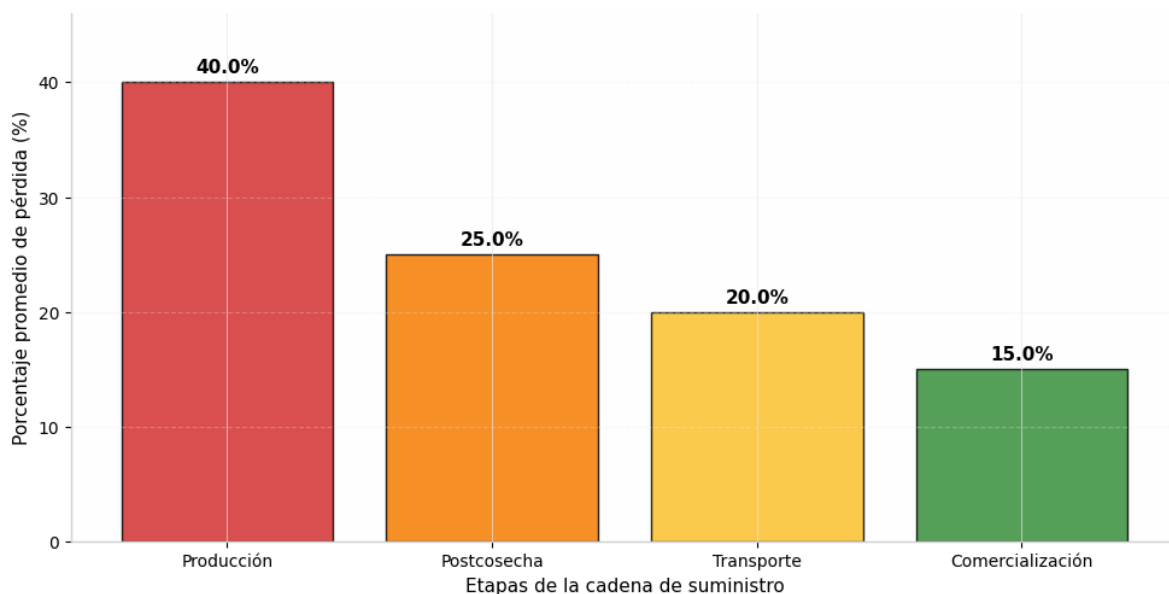
La población de estudio estuvo conformada por 124 pequeños agricultores de las parroquias rurales de Manglaralto, Chanduy, Colonche y Santa Elena. Este grupo constituye la base del sistema agrícola local, ya que su producción abastece en gran medida los mercados regionales y representa la principal fuente de ingresos para sus familias. De acuerdo con estimaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en la provincia operan más de 2.000 pequeños agricultores, la mayoría de ellos organizados en asociaciones o cooperativas de carácter informal.

Para llegar al target de la investigación se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, esto ayudo a seleccionar a las personas que cumplieran con los criterios del estudio (ejercer la actividad agrícola, vivir en las comunas del estudio). Las técnicas e instrumentos de estudio para la recolección de datos se basaron en una encuesta estructurada y una guía de entrevistas. Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el software SPSS “*Statistical Package for the Social Sciences*” y Python.

RESULTADOS

Figura 6

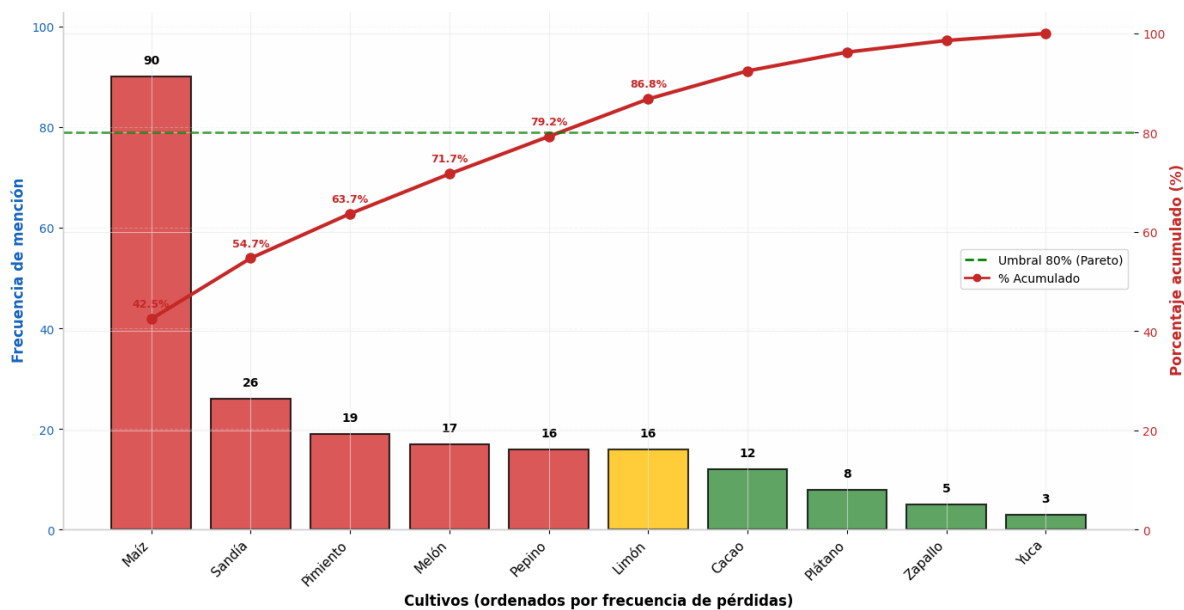
Magnitud de pérdidas por etapa de la cadena de suministros



La Figura 6 muestra la magnitud de las pérdidas agrícolas distribuidas por etapas de la cadena de suministro. La etapa de producción registra el mayor porcentaje de pérdida con 40,0%, seguida por la postcosecha con 25,0%. El transporte y la comercialización presentan porcentajes menores, con 20,0% y 15,0% respectivamente. Estos datos indican que las pérdidas ocurren principalmente en las primeras etapas de la cadena, siendo la producción el eslabón más crítico.

Figura 7

Cultivos con mayores pérdidas reportadas

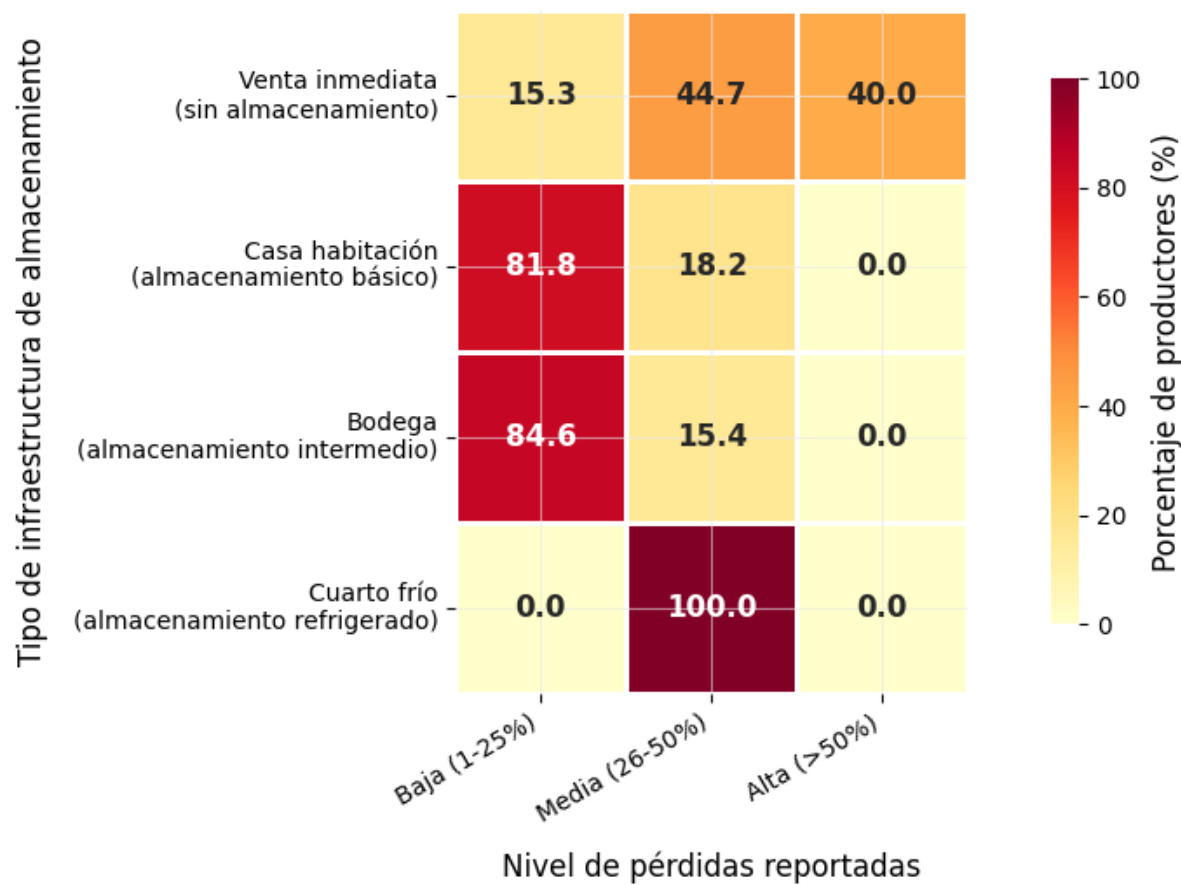


La Figura 7 muestra la distribución de pérdidas agrícolas por cultivos en el caso de pequeños agricultores de Santa Elena. El maíz posee la mayor proporción de pérdidas con un 42,5%, seguido de la sandía con un 12,3% y del pimiento con un 9,0%. Los cinco primeros

cultivos: maíz, sandía, pimiento, melón y pepino son responsables del 79,2% de las mermas totales, lo que los califica para ser considerado el grupo objetivo para las intervenciones. Los cultivos de zapallo y yuca son responsables de menos del 4% de todas las mermas, además de la marca de 20% del umbral crítico según el análisis de Pareto con el grupo de principales factores identificados.

Figura 8

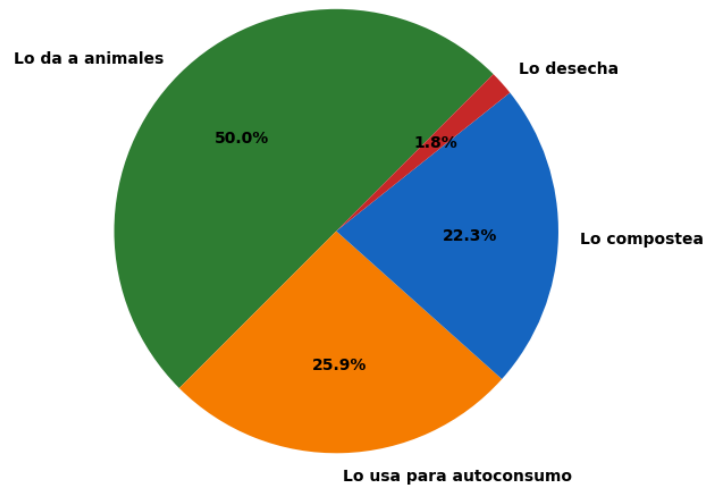
Relación entre infraestructura de almacenamiento y nivel de pérdidas postcosecha



En la Figura 8 se aprecia la relación entre el tipo de infraestructura de almacenamiento y el nivel de pérdidas postcosecha en pequeños agricultores. Los productores que no cuentan con una infraestructura, es decir, usan su propia casa como el medio de almacenaje, reportan mayoritariamente pérdidas bajas, es igual a 81,8%. La utilización de la infraestructura intermedia bodega también es relevante, el 84,6 por ciento indicaron el nivel bajo. Sin embargo, el 100 por ciento de los productores que utilizan cuarto frío reportan pérdidas de nivel medio, lo que claramente apunta que el refrigerador no evita completamente las mermas. En cuanto a la actividad de vender las frutas de inmediato, es muy dispersa (15,3%), indicaron pérdidas bajas, el 44,7% pérdidas medias y el 40,0% pérdidas altas. Así, la ausencia de infraestructura influye en la dispersión de la distribución de las pérdidas.

Figura 9

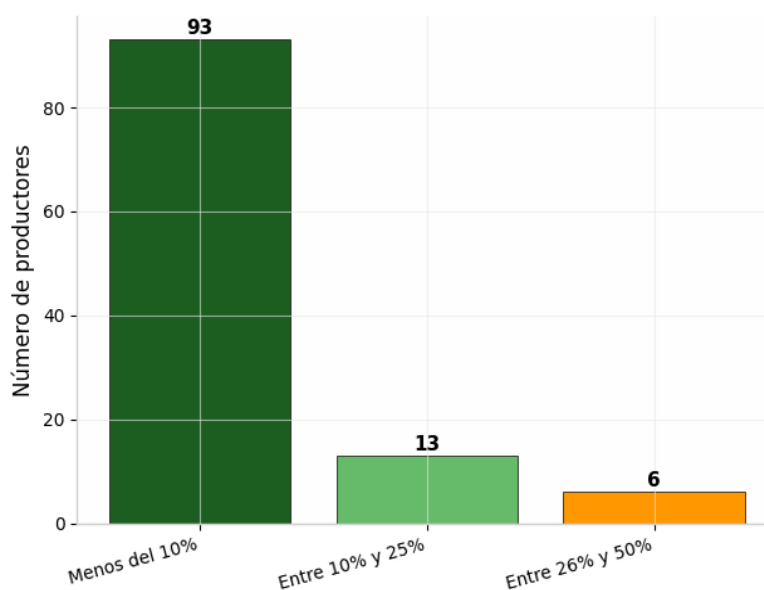
Destino de los productos no vendidos



La Figura 9 describe un patrón de gestión sustentable del excedente de producción agrícola en pequeños productores de Santa Elena. El 98,2% de los productos no comercializados ingresan en usos alternativos de valor: alimentación animal 50,0%, autoconsumo 25,9%, compostaje 22,3%, etc. Porcentualmente, el rechazo como residuo puro asciende a 1,8% del total, mostrando una muy baja generación de desecho agrícola inorgánico. La distribución cifrada parece indicar que los productores han desarrollado sistemas de retorno circular, es decir, que los productos descartados alimentan otros subsistemas productivos la misma producción ganadera, la nutrición familiar y la fertilidad de suelos, por ende, las pérdidas económicas y ambientales asociadas a la merma comercial son muy reducidas.

Figura 10

Pérdida de ingresos estimada



La Figura 10 muestra que 93 productores (82,3%) de ellos tienen pérdidas de ingresos del 10%; 13 productores (11.5%) de ellos tienen pérdidas de ingresos de 10% a 25%; y solo 6 productores (5,3%) de ellos tienen pérdidas de ingresos de 26% a 50%. Así, el impacto económico de las mermas es moderado a bajo, aunque para un grupo pequeño se debe prestar atención inmediata.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que las pérdidas se concentran principalmente en las etapas iniciales de la cadena de suministro: producción (40,0%) y postcosecha (25,0%), sumando en conjunto el 65% del total de mermas. Este patrón coincide con las tendencias reportadas para economías en desarrollo por la FAO (2018), donde las pérdidas en producción y postcosecha alcanzan entre el 25% y 50% del volumen, contrastando con las economías desarrolladas donde las mermas se concentran en consumo y distribución.

Sin embargo, el porcentaje de pérdidas en producción registrado en Santa Elena supera en buena medida las estimaciones de Affognon et al. (2015) en África Subsahariana y el sistema alcanza resultados similares a los descritos en India por Kumar & Kalita (2017), que reportan pérdidas en campo de hasta 30%. Esta disyuntiva podría explicarse por el contexto semiárido de Santa Elena, en el cual la variabilidad climática y las restricciones de riego crean vulnerabilidades productivas que no son del todo discutidas en los estudios comparados.

En cuanto a la etapa de postcosecha, este porcentaje se encuentra dentro del rango encontrado por Hodges et al. (2011) para países en desarrollo; aun así, está por debajo de los valores extremos reportados por Gustavsson (2012) para frutas y hortalizas en América Latina. Esto sugiere que, si bien el manejo postcosecha es uno de los aspectos en los que Santa Elena presenta deficiencias, el grado de descomposición todavía no alcanza los niveles críticos mostrados en otros contextos latinoamericanos, quizás debido a la diversificación de la producción y a la relativamente pequeña longitud de los circuitos de comercialización.

Los cinco cultivos analizados mediante el análisis de Pareto presentan el 79,2% de las pérdidas reportadas, siendo el maíz el cultivo más crítico con 42,5%. Este resultado coincide de manera parcial con Delgado et al. (2017), quienes reportaron a el tomate, pimiento y berenjena como los cultivos con mayores pérdidas en un contexto similar. Sin embargo, el maíz es el cultivo base del sistema productivo de Santa Elena, diferenciándose sustancialmente de los trabajos enfocados en hortalizas de alto valor.

La venta inmediata sin almacenamiento, que caracterizó al 40% de las mayores pérdidas, simplemente confirma la afirmación de Reardon et al. (2019) que, en el caso de la incapacidad del productor para almacenar Datos comerciales durante mucho tiempo, surgen productores vulnerables que son forzados a venderlos con urgencia. Al mismo tiempo, dichas pérdidas fueron sustancialmente inferiores a las reportadas por estos autores para esos procesos en África, el 50-

60% de las pérdidas presentadas en las ventas inmediatas, debido a la mayor densidad de los mercados locales en contexto ecuatoriano.

El mínimo desecho (1,8%) contrasta marcadamente con las cifras europeas, según Eufic.org (2024) más del 60% de mermas termina como residuo, lo que evidencia que, en escala con baja especialización productiva, los mecanismos de valorización del excedente operan de manera más eficiente que en cadenas agroindustriales consolidadas. La eficiencia se logra, no obstante, a costa de los niveles de seguridad alimentaria y rentabilidad para los productores.

Los hallazgos de Pickson & He (2021) sobre agricultores capacitados en gestión de mercados quienes presentaron menores tasas de pérdidas postcosecha, sugiere que las estrategias de mitigación en Santa Elena deben focalizarse en el grupo de alto riesgo (5,3%) mediante intervenciones que combinen infraestructura básica, acceso a información de mercados (siguiendo a Aker, 2010, quien demostró reducciones del 10-25% en mermas con información de precios) y fortalecimiento de capacidades comerciales, en lugar de inversiones masivas en tecnología de conservación avanzada que, según los resultados obtenidos, no garantizan mejores resultados en este contexto específico.

CONCLUSIONES

La magnitud de las pérdidas de productos agrícolas en la cadena de suministro de pequeña escala en la provincia de Santa Elena alcanza el 40,0% en la etapa de producción, el 25,0% en postcosecha, el 20,0% en transporte y el 15,0% en comercialización, concentrándose el 65% del total en las dos primeras etapas. Este perfil de pérdidas identifica claramente los puntos de intervención prioritarios: la etapa de producción, como eslabón crítico que requiere atención inmediata mediante mejoras en el manejo agronómico, control fitosanitario y adaptación a condiciones climáticas adversas; y la etapa de postcosecha, donde la implementación de prácticas de manejo adecuadas, clasificación, empaque y almacenamiento temporal puede generar reducciones significativas de mermas.

Con respecto a la identificación de productos perdidos por etapa, el 79,2% del total de las pérdidas reportadas corresponden a maíz, sandía, pimiento, melón y pepino, siendo el maíz el cultivo crítico con el 42,5% del total. Las causas técnicas se encuentran en la cosecha, mala clasificación y pre-enfriado; Las causas logísticas son vehículos no acondicionados, vías en mal estado y tiempos de transporte; Mientras que las causas sociales son poca coordinación entre los actores de la cadena, limitada disponibilidad de información de mercado, precio y necesidad de vender de inmediato por falta de capacidad de almacenamiento, lo cual genera transacciones en condiciones desfavorables, adicional, el tipo de infraestructura de almacenamiento define el nivel de pérdidas, ya que aquellos con almacenamiento básico e intermedio reportan la pérdida como baja, mientras que aquellos con cuartos fríos o refrigerados reportan la pérdida únicamente como

media, lo que sugiere que la tecnología avanzada implica habilidades técnicas específicas que no se distribuyen de manera uniforme en el área de estudio.

Se plantean tres líneas de intervención estratégica adaptadas al contexto de los productores en Santa Elena. La primera se basa en el fortalecimiento de las capacidades técnicas en las etapas de producción y postcosecha, considerando programas de capacitación en manejo integrado de plagas, técnica de cosecha selectiva, clasificación, empaque y almacenamiento temporal en condiciones, en particular para los cultivos críticos, de maíz, sandía y pimiento. En segundo lugar, se plantea el desarrollo de infraestructura de almacenamiento básica e intermedia, pues los resultados muestran un desempeño superior de instalaciones sencillas adecuadamente administradas, asociada de plataformas de información de precios y mercados para reducir la presión de venta y favorecer condiciones de comercialización. Y por último, se plantea formalizar los sistemas de valorización del excedente no vendido, los cuales se gestionan actualmente empíricamente, a la vez que se presta asistencia técnica a la integración de estos al sistema de seguridad alimentaria familiar y la sostenibilidad económica de las unidades de producción.

REFERENCIAS

- Abass, A. B., Ndunguru, G., Mamiro, P., Alenkhe, B., Mlingi, N., & Bekunda, M. (2014). Post-harvest food losses in a maize-based farming system of semi-arid savannah area of Tanzania. *Journal of Stored Products Research*, 57, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.12.004>
- Affognon, H., Mutungi, C., Sanginga, P., & Borgemeister, C. (2015). Unpacking Postharvest Losses in Sub-Saharan Africa: A Meta-Analysis. *World Development*, 66, 49-68. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.08.002>
- Aker, J. C. (2010). Information from Markets Near and Far: Mobile Phones and Agricultural Markets in Niger. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2(3), 46-59.
- Aulakh, J., & Regmi, A. (2019). *POST-HARVEST FOOD LOSSES ESTIMATION-DEVELOPMENT OF CONSISTENT METHODOLOGY*.
- Barrett, C. B., Bachke, M. E., Bellemare, M. F., Michelson, H. C., Narayanan, S., & Walker, T. F. (2012). Smallholder Participation in Contract Farming: Comparative Evidence from Five Countries. *World Development*, 40(4), 715-730. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.09.006>
- Delgado, L., Schuster, M., & Torero, M. (2017). *The Reality of Food Losses A New Measurement Methodology*.
- Devaux, A., Torero, M., Donovan, J., & Horton, D. (2018). Agricultural innovation and inclusive value-chain development: A review. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(1), 99-123. <https://doi.org/10.1108/JADEE-06-2017-0065>
- Devin, B., & Richards, C. (2018). Food Waste, Power, and Corporate Social Responsibility in the Australian Food Supply Chain. *Journal of Business Ethics*, 150(1), 199-210. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3181-z>
- Drouet-Candel, A. E., Pérez-Castro, T., & Paz, O. V. C.-L. (2021). Los sistemas de producción agrícola de las parroquias del norte de la provincia Santa Elena, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 42(4). <https://www.redalyc.org/journal/1932/193270002002/>
- Eufic.org. (2024). Desperdicio de alimentos en Europa: estadísticas y datos sobre el problema | Eufic. <https://www.eufic.org/en/food-safety/article/food-waste-in-europe-statistics-and-facts-about-the-problem>
- FAO. (2018). *Food loss analysis: Causes and solutions*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/085255e3-3839-4ac2-bb70-6c9cf159265a/content>
- FAO (Ed.). (2019). *Moving forward on food loss and waste reduction*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- FAO. (2019). *Pérdida y desperdicio de alimentos | Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. PolicySupport. <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-and-food-waste/es>
- FAO. (2025). *Plataforma técnica sobre la medición y la reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos*. FoodLossWaste. <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/es>
- Flores Carvajal, L. F. (2021). Gestión de la cadena de suministro en la comercialización de productos agrícolas en Ecuador. *SUMMA*, 3(2), 1-23. <https://doi.org/10.47666/summa.3.2.38>
- Food Systems for an Urbanizing World*. (2017, noviembre 1). ALNAP. <https://alnap.org/help-library/resources/food-systems-for-an-urbanizing-world/>
- Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050 | Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2025, de <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2010.0126>
- Good agricultural practices (GAP)*. (2024). FAO. <https://doi.org/10.4060/cc9413en>
- Goodwin, L. (2023). Los beneficios globales de reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos. <https://es.wri.org/insights/los-beneficios-globales-de-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos>
- Gustavsson, J. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo: Alcance, causas y prevención*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Hodges, R. J., Buzby, J. C., & Bennett, B. (2011). Pérdidas y desperdicios en países desarrollados y menos desarrollados: Oportunidades para mejorar el uso. *The Journal of Agricultural Science*, 149(S1), 37-45. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000936>
- Kader, A. A. (2002). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California Agriculture and Natural Resources.
- Kitinoja, L., Saran, S., Roy, S. K., & Kader, A. A. (2011). Postharvest technology for developing countries: Challenges and opportunities in research, outreach and advocacy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(4), 597-603. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4295>
- Kitinoja, L., Tokala, V. Y., & Brondy, A. (2019). *A review of global postharvest loss assessments in plant-based food crops: Recent findings and measurement gaps*.
- Kumar, D., & Kalita, P. (2017). Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries. *Foods*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.3390/foods6010008>
- Macaroff Lencina, A., Bonilla-Bolaños, A., & Singaña, D. (with Baroja, C., Gando, F., & Ron, G.). (2019). *Atlas Los grupos económicos agroalimentarios: ¿quién decide lo que*

producimos, exportamos y consumimos? (C. Pástor Pazmiño, Ed.; Primera edición). Ediciones La Tierra.

- Macheke, L., Spelt, E., van der Vorst, J. G. A. J., & Luning, P. A. (2017). Exploration of logistics and quality control activities in view of context characteristics and postharvest losses in fresh produce chains: A case study for tomatoes. *Food Control*, 77, 221-234. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.037>
- Minten, B., Reardon, T., Singh, K. M., & Sutradhar, R. (2014). The New and Changing Roles of Cold Storages in the Potato Supply Chain in Bihar. *Economic and Political Weekly*, 49(52), 98-108.
- Minten, B., Tamru, S., Engida, E., & Kuma, T. (2016). Transforming Staple Food Value Chains in Africa: The Case of Teff in Ethiopia. *The Journal of Development Studies*, 52(5), 627-645. <https://doi.org/10.1080/00220388.2015.1087509>
- Morales Plaza, A., & Vicuña Izquierdo, R. (2022). *Modelo de gestión de residuos basado en la logística inversa y 5S para dar soporte a la producción de biomasa a partir de las mermas y pérdidas en el sector agroindustrial de frutas* [UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS]. https://upc.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10757/660484/Morales_PA.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Pandey, A. (2021). FOOD WASTAGE: CAUSES, IMPACTS AND SOLUTIONS. *Science Heritage Journal*, 5(1), 17-20. <https://doi.org/10.26480/gws.01.2021.17.20>
- Pickson, R. B., & He, G. (2021). Smallholder Farmers' Perceptions, Adaptation Constraints, and Determinants of Adaptive Capacity to Climate Change in Chengdu. *SAGE Open*, 11(3), 21582440211032638. <https://doi.org/10.1177/21582440211032638>
- PNUMA, & FAO. (2019). Reducing Food Loss and Waste. <https://www.fao.org/reduce-food-loss-waste>
- Prusky, D. (2011). Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. *Food Security*, 3(4), 463-474. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0147-y>
- Reardon, T., Echeverria, R., Berdegue, J., Minten, B., Liverpool-Tasie, S., Tschirley, D., & Zilberman, D. (2019). Rapid transformation of food systems in developing regions: Highlighting the role of agricultural research & innovations. *Agricultural Systems*, 172, 47-59. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.022>
- ReFED. (2025). *From Surplus to Solutions: 2025 ReFED*. https://refed.org/uploads/refed-us-food-waste-report-2025.pdf?_cchid=3f68e988d1f538626f8069df6771e1df
- Rutta, E. W. (2024). Postharvest food loss reduction and agriculture policy framework in Tanzania: Status and way forward. *Agriculture & Food Security*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40066-024-00489-x>

- Sheahan, M., & Barrett, C. B. (2017). Review: Food loss and waste in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 70, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.03.012>
- Small-Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops (4th Edition)*. (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2025, de <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/training-and-learning-center/details-materials/zh/c/276412/>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519-525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Tim Searchinger, Craig Hanson, Janet Ranganathan, Brian Lipinski, Richard Waite, Robert Winterbottom, Ayesha Dinshaw, & Ralph Heimlich. (2018). Creando un futuro alimentario sostenible: Conclusiones preliminares | Instituto de Recursos Mundiales. <https://www.wri.org/research/creating-sustainable-food-future-interim-findings>
- UNFCCC. (2024). *Food loss and waste account for 8-10% of annual global greenhouse gas emissions; cost USD 1 trillion annually* | UNFCCC. <https://unfccc.int/news/food-loss-and-waste-account-for-8-10-of-annual-global-greenhouse-gas-emissions-cost-usd-1-trillion>
- Verma, M., Plaisier, C., van Wagenberg, C. P. A., & Achterbosch, T. (2019). A Systems Approach to Food Loss and Solutions: Understanding Practices, Causes, and Indicators. *Sustainability*, 11(3), 579. <https://doi.org/10.3390/su11030579>