



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

AGROALIMENTARIO

DE ANTIOQUÍA

Harold Cardona Trujillo

hcardonat@eafit.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-9260-8798>

Universidad EAFIT, Escuela de Finanzas Economía y Gobierno,
Centro de Valor Público, Medellín, Antioquia. Colombia.

Laura María Quintero Vásquez

lmquintero@eafit.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-0446-7148>

Universidad EAFIT, Escuela de Finanzas Economía y Gobierno,
Centro de Valor Público, Medellín, Antioquia. Colombia.

Juan Carlos Muñoz Mora

jmunozm1@eafit.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-7304-8115>

Universidad EAFIT, Escuela de Finanzas Economía y Gobierno,
Centro de Valor Público, Medellín, Antioquia. Colombia.

Resumen

Este capítulo examina la transformación del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia (SABA) hacia un modelo de economía circular, analizando las interacciones entre gobernanza, sostenibilidad y eficiencia sistémica. Se desarrolla un marco conceptual que integra principios de economía circular con teorías de sistemas agroalimentarios territoriales, fusionando elementos de economía institucional y sistemas de cadenas de valor circulares. La metodología adapta el modelo de Sistemas de Suministro y Distribución de Alimentos de la FAO al contexto de economía circular, incorporando indicadores para medir flujos circulares y eficiencia en el uso de recursos. El análisis del caso de Antioquia identifica puntos críticos donde implementar principios de economía circular puede generar múltiples beneficios, proponiendo un Plan Estratégico de Sostenibilidad para el Mecanismo de Monitoreo del SABA. Se destaca la necesidad de una gobernanza adaptativa que facilite la colaboración entre actores y promueva la innovación en modelos de negocio circulares, integrando perspectivas territoriales con principios de economía circular.

Palabras Claves: Gobernanza agroalimentaria; Economía circular; Sistemas alimentarios territoriales; Monitoreo analítico; Sostenibilidad sistémica; Resiliencia alimentaria.

Abstract

This chapter examines the transformation of Antioquia's Agri-food Supply System (SABA) towards a circular economy model, analyzing the interactions between governance, sustainability, and systemic efficiency. A conceptual framework is developed that integrates circular economy principles with territorial agri-food systems theories, merging elements of institutional economics and circular value chain systems. The methodology adapts FAO's Food Supply and Distribution Systems model to the circular economy context, incorporating indicators to measure circular flows and resource use efficiency. The analysis of the Antioquia case identifies critical points where implementing circular economy principles can generate multiple benefits, proposing a Strategic Sustainability Plan for SABA's Monitoring Mechanism. The need for adaptive governance that facilitates collaboration between actors and promotes innovation in circular business models is emphasized, integrating territorial perspectives with circular economy.

Keywords: Agri-food governance; Circular economy; Territorial food systems; Analytical monitoring; Systemic sustainability; Food resilience.

Introducción

La consideración de una perspectiva sistémica en el análisis de la gobernanza de las transacciones en el sector agroalimentario precede a las preocupaciones sobre la sostenibilidad ambiental en la producción de alimentos, fibras y energía. Desde el término de la Segunda Guerra Mundial, varios investigadores han explorado las sucesivas transformaciones en el sector agroalimentario para examinar las interconexiones entre las diversas actividades, desde la producción hasta el consumo final (Reardon et al., 2019) Un ejemplo pionero se encuentra en el libro "A Concept of Agribusiness" publicado por Davis y Goldberg (1957), el cual amplía el análisis para abarcar todas las operaciones en un sistema agroalimentario, incluyendo la producción, almacenamiento, procesamiento, distribución y venta (Hodson et al., 2023) y (Stephens et al., 2023). Otras contribuciones con una perspectiva sistémica han sido desarrolladas por autores como Michael Morris, Raphael Kaplinsky y John Humphrey sobre las cadenas de valor globales, el enfoque francés de la filière (Campos et al., 2023) y la perspectiva de la gobernanza (Hinson et al., 2019); (World Bank et al., 2023) y (Kahiluoto., 2020). En este documento, exploramos los fundamentos teóricos de la perspectiva de la gobernanza en el análisis lineal de sistemas agroalimentarios.

Los sistemas agroalimentarios han experimentado transformaciones significativas en la última década, evolucionando desde enfoques lineales tradicionales hacia modelos más integrados y circulares. Las investigaciones recientes destacan la necesidad de considerar estos sistemas como redes complejas adaptativas que requieren nuevos marcos de gobernanza y gestión (Farmer et al., 2020; Pereira et al., 2020; Béné et al., 2019). En este contexto, el análisis de la gobernanza en sistemas agroalimentarios debe contemplar múltiples dimensiones, incluyendo la sostenibilidad ambiental, la equidad social y la viabilidad económica (Oosterveer et al., 2021); (Leeuwis et al., 2021) y (van Bers et al., 2019).

Al igual que Jurgilevich et al., (2022), La FAO (2023) en su informe "The State of Food and Agriculture: Revealing the True Cost" enfatiza la importancia de

considerar los costos ocultos en los sistemas alimentarios, señalando que las externalidades ambientales y sociales deben ser internalizadas en la planificación y gestión de estos sistemas.

Los sistemas agroalimentarios urbanos y periurbanos han cobrado especial relevancia en el contexto actual. Como señalan Battersby y Watson (2023), las ciudades-región se han convertido en actores fundamentales en la transformación de los sistemas alimentarios, requiriendo nuevos modelos de gobernanza que integren múltiples actores y escalas. Este aspecto es particularmente relevante para regiones como Antioquia, donde la interfaz urbano-rural presenta desafíos y oportunidades únicas.

La digitalización y las nuevas tecnologías están transformando la gestión de los sistemas agroalimentarios. Klerkx y Rose (2023) argumentan que la agricultura 4.0 y la digitalización ofrecen oportunidades sin precedentes para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las cadenas de suministro alimentario. Sin embargo, también advierten sobre la necesidad de considerar aspectos de equidad y acceso en la implementación de estas tecnologías.

La economía circular en sistemas agroalimentarios ha emergido como un paradigma prometedor. De acuerdo con el marco estratégico 2022-31 de la FAO (2021), Hamam et al., (2021) y Rabbi y Amin (2024), la transición hacia sistemas alimentarios circulares requiere:

1. Rediseño de cadenas de valor
2. Innovación en modelos de negocio
3. Fortalecimiento de la gobernanza territorial
4. Desarrollo de capacidades locales

Los sistemas agroalimentarios enfrentan desafíos críticos en el siglo XXI debido a la convergencia de múltiples presiones: urbanización acelerada, cambio climático, pérdida de biodiversidad y crecientes desigualdades territoriales (FAO, 2023). En este contexto, el Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia (SABA) presenta problemáticas que ejemplifican las tensiones de los sistemas alimentarios

contemporáneos: a pesar de generar 3 millones de toneladas de alimentos anualmente, la región enfrenta un déficit de 1 millón de toneladas, evidenciando ineficiencias sistémicas significativas. Esta situación se agrava por la concentración del procesamiento alimentario en el Valle de Aburrá (87% de las empresas), la persistencia de modelos lineales de producción-consumo y la falta de mecanismos efectivos de coordinación entre actores del sistema (Ramírez-García et al., 2022).

El SABA, como unidad de análisis, comprende la red integrada de actores (productores, procesadores, distribuidores, comerciantes y consumidores), procesos (producción, transformación, distribución y consumo) e interacciones que operan en los territorios urbanos, periurbanos y rurales del departamento. Este sistema está regulado por un marco institucional que incluye políticas, normativas y mecanismos de gobernanza que determinan su funcionamiento y evolución (Béné et al., 2019).

El objetivo general de este análisis es analizar la transformación del SABA hacia un modelo de economía circular, identificando oportunidades y barreras para mejorar su sostenibilidad y resiliencia. Específicamente, se busca: (1) diagnosticar las dinámicas actuales del sistema, identificando puntos críticos para la implementación de principios de economía circular; (2) evaluar los mecanismos de gobernanza existentes y su capacidad para facilitar la transición hacia un sistema circular; (3) diseñar un marco de monitoreo analítico para evaluar y promover la circularidad; y (4) proponer estrategias específicas para fortalecer la sostenibilidad del sistema.

La relevancia de este estudio es múltiple: desde una perspectiva teórica, contribuye al desarrollo de marcos conceptuales que integran principios de economía circular con teorías de sistemas agroalimentarios territoriales (Jurgilevich et al., 2022). En términos prácticos, aborda desafíos críticos de seguridad alimentaria en una región que albergará más de 4 millones de habitantes para 2024, proponiendo soluciones concretas para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sistema alimentario. Socialmente, contribuye a la mejora de la seguridad alimentaria y el desarrollo territorial equilibrado, mientras que ambientalmente promueve la conservación de recursos y la adaptación al cambio climático (Battersby & Watson, 2023).

Marco teórico

Inspirada en parte por el trabajo de Williamson, la perspectiva de la gobernanza examina la lógica subyacente a la adopción de mecanismos de gobernanza para facilitar las relaciones entre las múltiples etapas dentro de un sistema agroalimentario.

La gobernanza en sistemas agroalimentarios se refiere a los procesos, estructuras y mecanismos a través de los cuales diversos actores influyen y toman decisiones sobre el funcionamiento del sistema alimentario (Oosterveer et al., 2021). Es crucial para abordar desafíos complejos como la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y la equidad social. Implica la coordinación de múltiples niveles de toma de decisiones, desde lo local hasta lo global, y requiere la participación de una amplia gama de partes interesadas, incluyendo productores, consumidores, empresas, organizaciones de la sociedad civil y entidades gubernamentales (Leeuwis et al., 2021).

En el contexto de la creciente complejidad y globalización de los sistemas alimentarios, los enfoques de gobernanza han evolucionado hacia modelos más colaborativos y adaptativos. Estos nuevos enfoques buscan fomentar la innovación, la resiliencia y la capacidad de respuesta a cambios rápidos en las condiciones sociales, económicas y ambientales (van Bers et al., 2019).

Desde una perspectiva de gobernanza, los sistemas agroalimentarios pueden analizarse en múltiples niveles. El primer nivel se basa en la pregunta fundamental de investigación planteada por Oliver Williamson: ¿cuáles son los límites de las empresas dentro de un sistema agroalimentario? Los investigadores que abordan este nivel de análisis deben explorar los impulsores de la integración vertical. Las conclusiones empíricas deberían facilitar a los académicos la comprensión de por qué se establece una empresa agroindustrial e identificar las transacciones organizadas dentro de sus límites legales (Dentoni et al., 2020).

Un segundo nivel de análisis se relaciona con los patrones de coordinación a nivel de la cadena de suministro. Dado que un sistema agroalimentario está compuesto por varias organizaciones independientes, cada una con sus límites legales y organizacionales, surge la pregunta: ¿qué mecanismos de gobernanza respaldan los intercambios entre agricultores y empresas independientes? Dos alternativas podrían ser (i) acuerdos de mercado al contado, comúnmente utilizados en transacciones realizadas en mercados perfectamente competitivos, y (ii) formas híbridas, que implican un mayor nivel de coordinación entre organizaciones independientes, aunque normalmente no tan estrictas como en el caso de una jerarquía (Berti., 2020). Sin embargo, para el propósito de este documento, es suficiente comenzar con la caracterización básica de un sistema agroalimentario lineal, como se resume en la Figura 1.

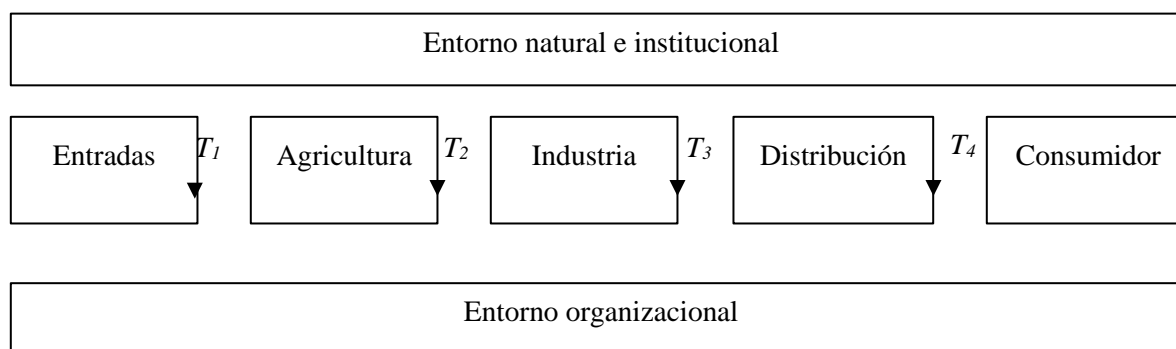


Figura 1. Sistema agroalimentario lineal.

Fuente: a partir de Lieder y Rashid (2016)

Ahora, basándonos en estas ideas un sistema agroalimentario lineal se transforma en uno circular cuando sus miembros comienzan a considerar la relación entre el uso y disposición de los recursos (Lieder y Rashid, 2016); Silvestri et al., (2024) y Circle Economy., (2024). Un sistema circular implica desviar los productos al final de su vida útil de los desechos y reemplazar los recursos primarios con materiales secundarios derivados del reprocesamiento de productos al final de su vida útil en cadenas de suministro avanzadas (Gonçalves, et al., 2023) y (Puram., 2023).

Establecer un sistema circular está estrechamente relacionado con la economía circular, la cual se define como un sistema regenerativo en el que se minimiza el uso, el desperdicio y la emisión de recursos y energía mediante el cierre y la optimización de los flujos de materiales y energía (Geissdoerfer et al., 2019).

La integración de principios de economía circular en sistemas agroalimentarios representa un cambio paradigmático en la conceptualización y gestión de la producción y distribución de alimentos. A diferencia del modelo lineal tradicional de "extraer-producir-consumir-desechar", la economía circular en sistemas agroalimentarios propone un enfoque regenerativo que busca mantener los recursos dentro del sistema el mayor tiempo posible (Jurgilevich et al., 2022). Esta transición se materializa en tres niveles fundamentales de intervención: la optimización en el uso de recursos, la valorización de subproductos y el rediseño sistémico de las cadenas de valor.

En el contexto agroalimentario, la circularidad se manifiesta a través de prácticas específicas como la recuperación de nutrientes, el aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje y bioenergía, la reducción de pérdidas alimentarias y el desarrollo de empaques biodegradables (Centobelli et al., 2021).

La transición hacia sistemas agroalimentarios circulares requiere una reconceptualización de las relaciones entre actores y procesos. Como señalan Geissdoerfer et al. (2019), esto implica el desarrollo de nuevos modelos de negocio, innovaciones tecnológicas y marcos de gobernanza que faciliten el cierre de ciclos materiales y energéticos. En el contexto territorial, esta transformación debe considerar las particularidades socioculturales, económicas y ambientales locales para garantizar su efectividad y sostenibilidad a largo plazo.

La idea de economía circular contrasta con los supuestos detrás del análisis de los sistemas agroalimentarios convencionales, que se enfocan en describir la organización de cadenas lineales de suministro agroalimentario, basadas implícitamente en una estructura de "tomar-hacer-usar-eliminar" (Hamam et al., 2021). Bajo este enfoque, se asume que las organizaciones dentro del sistema

tienen una capacidad ilimitada para utilizar y transformar los recursos naturales. Sin embargo, adoptar una perspectiva basada en los principios de la economía circular puede inspirar a las organizaciones a diseñar una arquitectura organizacional que preserve el valor ambiental y social, además del valor económico, a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio (Centobelli et al., 2020; Rosa et al., 2020).

La economía circular representa un cambio paradigmático en la forma en que conceptualizamos los sistemas de producción y consumo. A diferencia del modelo económico lineal tradicional, la economía circular busca cerrar los ciclos de materiales y energía, minimizando los residuos y maximizando la eficiencia de los recursos (Geissdoerfer et al., 2019).

Integrar los principios de la economía circular en el análisis del sistema agroalimentario implica considerar las transacciones de retorno (Linder et al., 2017), las cuales establecen conexiones innovadoras entre las diversas etapas del sistema. La Figura 2 ilustra una representación simplificada de las complejas relaciones organizativas en un sistema agroalimentario circular. En primer lugar, cada transacción original (TO) en un sistema agroalimentario lineal tiene una posible transacción reflejada que se mueve en dirección opuesta, creando así bucles. En segundo lugar, las actividades económicas en cada etapa de un sistema agroalimentario lineal generan la acumulación de productos o materiales secundarios que pueden ser utilizados en otro sistema lineal, conectados a través de una transacción lateral (TL).

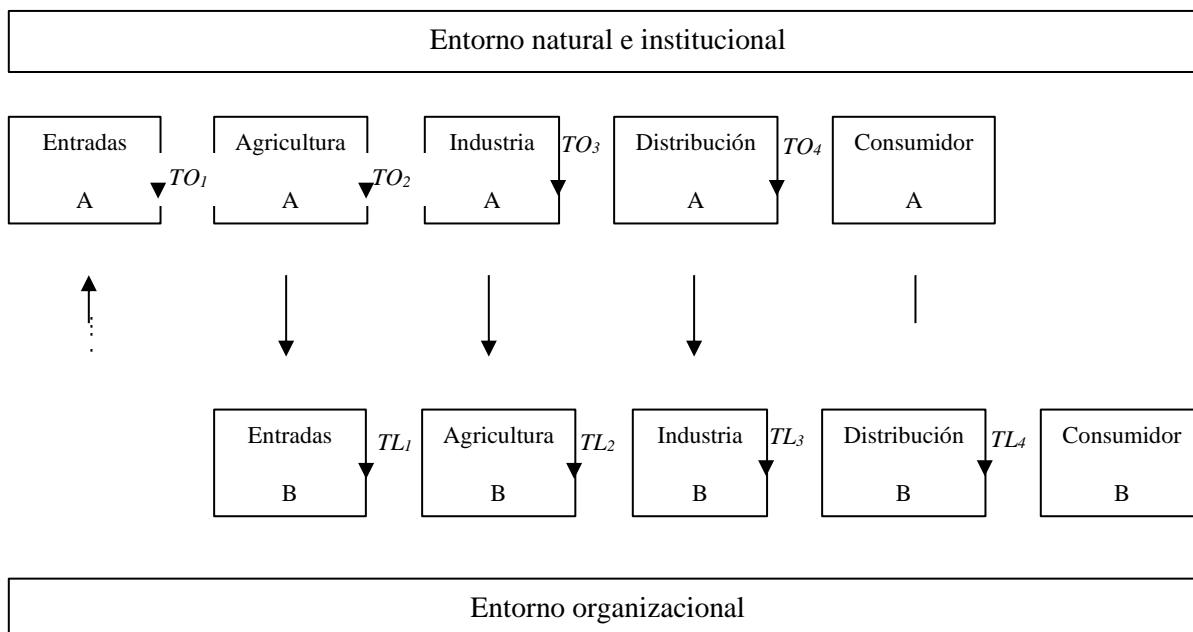


Figura 2. Sistema agroalimentario circular

Fuente: elaboración propia a partir de Linder et al. (2017)

Las transacciones en la Fig. 2 no son necesarias en su totalidad para que el sistema se considere circular (Lüdeke-Freund et al., 2018). Además, este enfoque puede emplearse tanto para analizar transacciones existentes como para descubrir bucles no explorados. A través del análisis empírico, es posible identificar los umbrales que obstaculizan la integración de transacciones en el sistema, así como explicar los factores que contribuyen a los rendimientos decrecientes al establecer nuevas transacciones reflejadas o laterales (Hysa et al., 2020).

Metodología

Esta investigación adopta un enfoque mixto secuencial explicativo para analizar la transformación del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia (SABA) hacia un modelo circular. La elección de este enfoque responde a la naturaleza compleja del objeto de estudio, que requiere tanto la cuantificación de flujos y relaciones sistémicas como la comprensión profunda de dinámicas sociales e institucionales (Chali et al., 2022).

El diseño de investigación se estructura como un estudio de caso único integrado (Maxwell et al., 2020), donde el SABA constituye la unidad principal de análisis, con subunidades que incluyen las cadenas de valor específicas, los territorios urbanos y rurales, y los diversos actores del sistema. Este diseño permite examinar tanto las dinámicas generales del sistema como las particularidades de sus componentes durante el período 2019-2024, facilitando la identificación de patrones emergentes y oportunidades de transformación hacia la circularidad.

La justificación de este enfoque metodológico se fundamenta en su capacidad para abordar los objetivos de investigación de manera comprehensiva. La combinación de métodos permite capturar tanto aspectos estructurales como procesuales del sistema, mientras que el estudio de caso facilita la comprensión profunda del contexto territorial específico. El diseño seleccionado asegura el rigor metodológico a través de la validación cruzada de hallazgos y la consideración de múltiples perspectivas.

Para garantizar la coherencia entre objetivos y métodos, se desarrolló una matriz de alineación que vincula cada objetivo específico con las correspondientes estrategias de recolección y análisis de datos (Tabla 1). Esta matriz asegura que el diagnóstico de dinámicas actuales se base en análisis descriptivos y mapeo de flujos, la evaluación de mecanismos de gobernanza en análisis temático y de políticas, el diseño del marco de monitoreo en análisis comparativo de indicadores, y el desarrollo de estrategias en la síntesis integrada de hallazgos.

Tabla 1.

Matriz de alineación

Objetivo Específico	Datos Requeridos	Método de Recolección	Método de Análisis
1. Diagnosticar dinámicas actuales	Datos de producción, distribución, consumo	Análisis documental, encuestas	Análisis descriptivo, mapeo de flujos
2. Evaluar mecanismos de gobernanza	Información sobre políticas, regulaciones, prácticas	Entrevistas, grupos focales	Análisis temático, análisis de gobernanza
3. Diseñar marco de monitoreo	Indicadores existentes, métricas de circularidad	Revisión de literatura, consulta expertos	Análisis comparativo, desarrollo de marcos
4. Proponer estrategias	Hallazgos integrados, mejores prácticas	Síntesis de datos primarios y secundarios	Análisis integrado, desarrollo de propuestas

Fuente: elaboración propia

El modelo marco para los Sistemas de Suministro y Distribución de Alimentos (SSDA) surge de un análisis exhaustivo de los documentos técnicos de la FAO sobre este tema, dirigido a los tomadores de decisiones, así como investigadores sobre la estructura de los sistemas alimentarios (FAO, 2021; FAO, 2023; Wan et al.2021; Purcell y Neubauer, 2023).

El proceso de desarrollo del modelo marco y las consideraciones de política asociadas se desarrollaron siguiendo la metodología detallada a continuación:

- Establecimiento de una base epistémica para comprender los SSDA, evaluando sus características y propiedades como sistemas complejos, con el fin de determinar la viabilidad de aplicar metodologías de sistemas complejos para su análisis (Neubauer, 2023).
- Análisis del documento de la FAO "Estudio de los sistemas de suministro y distribución de alimentos en ciudades de países en desarrollo y países en transición: guía metodológica y operativa" (Aragrande et al., 2001), así como otros documentos de la colección *Food into the Cities* utilizando enfoques de

pensamiento sistémico (PS) y dinámica de sistemas (DS). Este análisis incluye la identificación de las principales existencias, flujos, variables relevantes del sistema de SSDA, generando análisis de arquetipos del sistema y la caracterizando cualitativamente los SSDA mediante sesiones grupales de construcción de modelos con expertos de la FAO (Armendariz et al., 2015).

- Reconceptualización del modelo cualitativo extendido de SSDA, simplificándolo en un modelo marco revisado (Figura 3), que describe la estructura general y analiza la dinámica esperada.

Los Sistemas de Suministro y Distribución de Alimentos (SSDA) constituyen una red compleja e interconectada de actores, procesos y estructuras que facilitan el flujo de productos alimenticios desde los productores hasta los consumidores finales. Estos sistemas abarcan no solo la producción y el consumo, sino también el procesamiento, el empaque, la distribución y la venta al por menor de alimentos (van Berkum et al., 2021); (Borman et al., 2022) y (Levkoe et al., 2020); Los SSDA están influenciados por factores económicos, sociales, políticos y ambientales. La comprensión de los SSDA como sistemas complejos adaptativos permite reconocer las interacciones dinámicas entre sus componentes y las propiedades emergentes que surgen de estas interacciones (Ingram, 2011).

En el contexto urbano, los SSDA juegan un papel crucial en la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. La urbanización rápida y la creciente demanda de alimentos en las ciudades plantean desafíos significativos para estos sistemas, incluyendo la necesidad de una mayor eficiencia logística, la reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos, y la garantía de acceso equitativo a alimentos nutritivos para todos los residentes urbanos (Armendariz et al., 2015).

El modelo marco de SSDA, representado en la Figura 3, consiste en un diagrama de bucle causal (DBC), que se ilustra la dinámica de sistemas/pensamiento sistémico de la estructura sistémica más amplia en la que están integrados los SSDA.

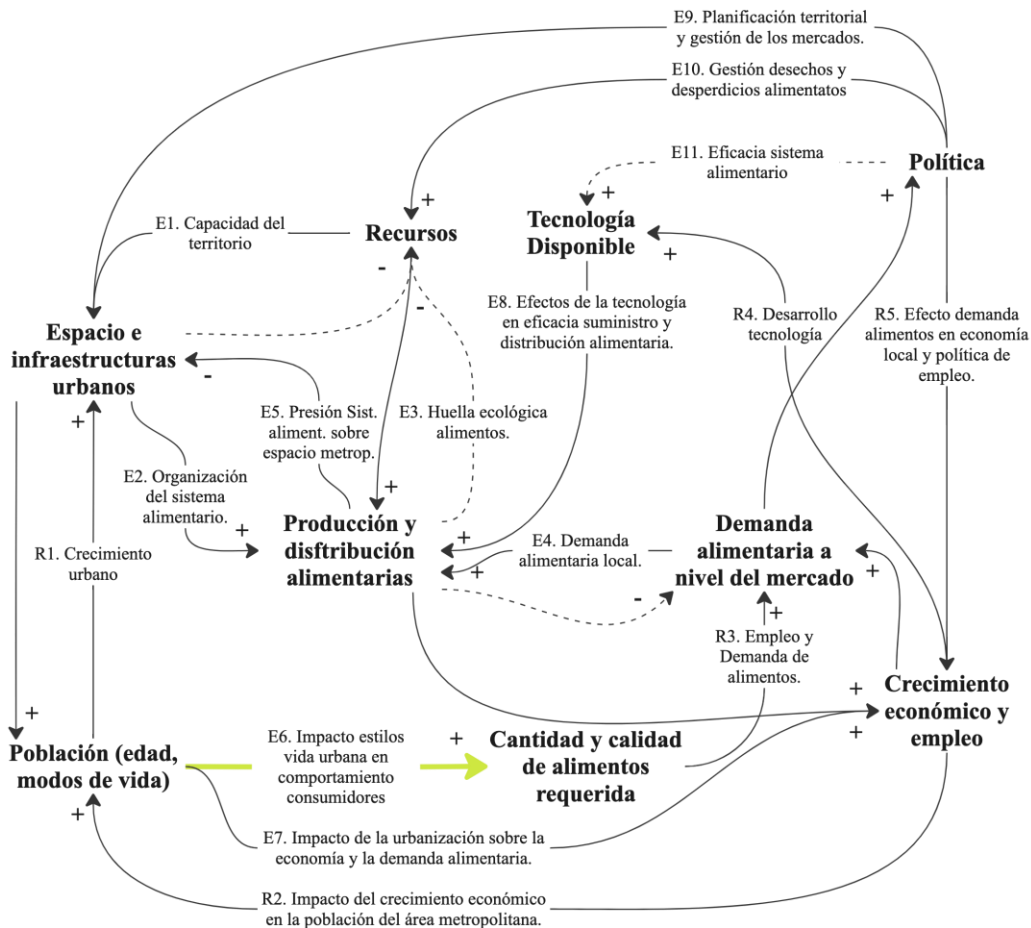


Figura 3. Modelo marco de Sistemas de Suministro y Distribución de Alimentos (SSDA).

Fuente: adaptado de Armendariz et al. (2015)

La dinámica de sistemas (DS) es una metodología que facilita la comprensión de los sistemas al reconocer que la estructura del sistema es quien determina su comportamiento. Los DBC consisten en un conjunto de variables conectadas por flechas que indican influencia causal, con polaridad específicas para denotar cómo cambian las variables dependientes en respuesta a las variables independientes (Dentoni., et al. 2022) y (Taghikhah et al., 2021).

Aunque, cada sistema de ciudad-región tiene un desarrollo particular que determina su tamaño y características, los siguientes circuitos de retroalimentación explican las estructuras básicas del sistema responsables del cambio de las ciudades-región estudiando la relación entre urbanización, infraestructura, tecnología y desarrollo económico, consumo de recursos y tamaño de la población.

La aplicación de los conceptos teóricos y modelos presentados con anterioridad al contexto específico de Antioquia requiere una consideración cuidadosa de las características únicas de esta región colombiana. Como señalan Eakin et al. (2017), la transición de marcos conceptuales globales a realidades locales en sistemas agroalimentarios implica un proceso de adaptación y contextualización. En el caso de Antioquia, es crucial considerar su diversidad geográfica, su estructura económica y sus dinámicas socioculturales particulares.

Siguiendo el enfoque de sistemas alimentarios ciudad-región propuesto por Sonnino., (2023), el análisis del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia (SABA) debe tener en cuenta las interacciones complejas entre áreas urbanas y rurales, así como las relaciones de poder y las redes de actores que dan forma a la gobernanza del sistema. Además, como argumentan Ruben et al. (2019), Hainzelin, E. et al. (2023), y Barrett et al. (2020), la aplicación práctica de modelos teóricos en contextos de países en desarrollo debe prestar especial atención a los desafíos de equidad, sostenibilidad y resiliencia.

A continuación, se presenta un análisis detallado del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia, aplicando los conceptos y modelos discutidos anteriormente, y considerando las particularidades del contexto regional.

Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia – Caso aplicado

El sistema de abastecimiento agroalimentario de Antioquia, específicamente en la región del Valle de Aburrá, se caracteriza por una serie de dinámicas sociales, económicas y políticas que lo definen como una ciudad-región. Esta ciudad-región, compuesta por Medellín y su Área Metropolitana, concentra el 59% de la población del departamento y se organiza en torno al sistema agroalimentario.

En cuanto a la producción, Antioquia genera alrededor de 3 millones de toneladas de alimentos anualmente, excluyendo banano y plátano para exportación, pero enfrenta un déficit de 1 millón de toneladas al año. La principal fuente de abastecimiento de alimentos proviene tanto a nivel nacional como internacional, siendo los principales flujos provenientes de América del Norte y del Sur. Sin embargo, se observa una ineficiencia en el sistema de abastecimiento, ya que productos con gran potencial productivo en Antioquia, como arroz, papa y panela, son importados de otros departamentos a precios más económicos y/o de mejor calidad.

El procesamiento y fabricación de alimentos se concentra mayormente en el Valle de Aburrá, donde el 87% de las 1,479 empresas registradas en la Cámara de Comercio de Antioquia se ubican en esta región. Predominan las microempresas, lo que refleja una distribución similar a la de la producción agrícola.

En cuanto a la comercialización, los hogares de Medellín utilizan diversos canales de abastecimiento, desde tiendas de barrio hasta supermercados, lo que indica una diversidad en los lugares de compra de alimentos. Sin embargo, se observan problemas de eficiencia en todo el sistema, lo que se refleja en la generación de desechos orgánicos y alimentarios por encima del promedio nacional.

El sistema agroalimentario es gobernado por instituciones como la Alcaldía de Medellín y la Gobernación de Antioquia, así como por entidades autónomas regionales, que buscan garantizar el acceso, disponibilidad y la inocuidad de los

alimentos. Actualmente se están llevando a cabo acciones para reorganizar y mejorar el sistema, con el objetivo de promover la seguridad alimentaria en la región del Valle de Aburrá, que se proyecta tener una población de más de 4 millones de habitantes¹ para el año 2024.

Un Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia no solo es un elemento clave para el desarrollo socioeconómico de la región, sino que también desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria. Este sistema engloba una compleja red de actores que van desde productores hasta consumidores, pasando por comerciantes y autoridades gubernamentales. Su interacción garantiza el flujo eficiente de alimentos desde la producción hasta el consumo final.

En esta dinámica, un mecanismo de monitoreo analítico emerge como una herramienta esencial. Su función principal es recopilar, analizar y compartir información crítica sobre diversos aspectos del sistema, como la producción agrícola, la distribución de alimentos, los precios de mercado y las tendencias de consumo. Esta información permite a los actores del sistema tomar decisiones informadas y estratégicas, desde la planificación de cultivos hasta la formulación de políticas públicas.

Sin embargo, la sostenibilidad a largo plazo de un mecanismo de monitoreo analítico enfrenta desafíos, como la disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos, la capacitación del personal y la necesidad de adaptarse a un entorno cambiante. Es crucial desarrollar un plan estratégico de sostenibilidad que aborde estos desafíos de manera integral y proactiva. Este plan busca asegurar la continuidad y efectividad de un mecanismo de monitoreo, promover prácticas agrícolas y comerciales sostenibles, fortalecer la capacidad técnica y operativa de los usuarios del sistema, y fomentar la participación de todas las partes interesadas.

Desafíos de un Sistema de abastecimiento de alimentos

¹ Proyección para el año 2024, a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV- 2018. En. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>.

Abordar los desafíos requerirá esfuerzos coordinados a nivel gubernamental, así como la colaboración entre diferentes actores, incluidos productores, comerciantes, consumidores y organizaciones educativas. Es crucial adoptar un enfoque integral que aborde tanto las deficiencias en la cadena de suministro como los problemas estructurales subyacentes en el sistema alimentario y nutricional, a continuación, se reconocen seis áreas que podrían suponer desafíos: (1) Fragmentación e ineficiencia del sistema de suministro de alimentos, (2) Desigualdades territoriales y falta de cohesión, (3) Necesidad de gobernanza y coordinación alimentaria territorial, (4) Deficiencias en los procesos productivos y de integración logística, (5) Dependencia de la Central Mayorista y falta de enfoque en la proximidad territorial, (6) Compleja situación alimentaria y nutricional, (Bernardi, P. et al., 2022; C.Trevisan & M. Formentini, 2024; Rijswijk et al., 2021).

Posibles estrategias para la sostenibilidad del sistema agroalimentario

Ante los desafíos derivados del crecimiento poblacional, la urbanización acelerada y los impactos del cambio climático, se hace imperativo adoptar estrategias que no solo aseguren el suministro de alimentos, sino que también promuevan su acceso equitativo, su eficiencia y resiliencia a largo plazo.

Estas estrategias deben ser concebidas como un esfuerzo colectivo y coordinado, en el que diferentes actores, tanto del sector público como del privado, converjan en un objetivo común: garantizar un sistema de abastecimiento de alimentos más justo, eficiente y sostenible para toda la región. En este sentido, es fundamental abordar diversas áreas de acción que permitan mejorar la gestión de los recursos alimentarios y fortalecer los vínculos entre productores, distribuidores y consumidores.

Presentamos una serie de propuestas estratégicas destinadas a enfrentar los retos actuales y futuros del sistema de abastecimiento de alimentos en Antioquia.

Tabla 2.**Estrategias para la sostenibilidad del SABA**

Estrategia	Objetivo
Desarrollo de un Enfoque Sistémico del Sistema Agroalimentario	Implementar políticas y programas que promuevan una visión integral del sistema agroalimentario, abordando aspectos sociales, económicos y ambientales.
Reforzar la Regulación del Mercado para Precios y Calidad	Fortalecer los mecanismos de regulación del mercado para garantizar precios justos para productores y consumidores, así como estándares de calidad y seguridad alimentaria.
Promoción de la Agregación de la Producción y Demanda	Establecer programas y políticas que fomenten la cooperación entre pequeños productores y consumidores, facilitando la agregación de la oferta y la demanda para mejorar la eficiencia en la cadena de suministro.
Modernización del Transporte	Invertir en la modernización y actualización del sistema de transporte de alimentos, promoviendo la adopción de tecnologías más eficientes y sostenibles
Desarrollo de Plazas de Mercado Confinadas	Fortalecer la distribución local de alimentos frescos y la promoción de la economía regional.
Reducción de Pérdidas y Desperdicios	Implementar medidas para reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos en toda la cadena de suministro.
Regulación de intermediarios	Eliminar distorsiones en el mercado y garantizar una distribución más equitativa de los beneficios entre productores y consumidores.
Adaptación de Infraestructuras	Adecuar la infraestructura de almacenamiento, distribución y comercialización de alimentos a las necesidades y características del consumo local, facilitando el acceso a productos frescos y nutritivos.
Difusión de Información Ambiental	Promover la educación y concienciación sobre los impactos ambientales de las prácticas alimentarias
Reducción de Brechas Territoriales y Sociales	Implementar políticas y programas que reduzcan las brechas entre territorios y estratos sociales, promoviendo la equidad y la inclusión en el acceso a alimentos saludables y de calidad.

Fuente: elaboración propia.

Este apartado presenta los hallazgos del análisis del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia (SABA), organizados según los objetivos de investigación establecidos. Los resultados integran datos cuantitativos y cualitativos recolectados durante el período 2019-2024, proporcionando una visión comprehensiva de las dinámicas actuales del sistema y sus potenciales de transformación hacia un modelo circular.

Diagnóstico de Dinámicas Actuales del SABA

Estructura y Composición del Sistema

El análisis de la estructura y composición del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia (SABA) revela patrones significativos de concentración geográfica y desequilibrios territoriales. El Valle de Aburrá, que representa solo el 1.8% del territorio departamental, concentra el 87% de las 1,479 empresas registradas en el sector agroalimentario (Cámara de Comercio de Antioquia, 2023). Esta concentración espacial genera presiones significativas sobre la infraestructura urbana y crea desafíos logísticos para las zonas productoras periféricas, un fenómeno también observado en otros sistemas alimentarios territoriales latinoamericanos (Ramírez-García et al., 2022).

La distribución empresarial por tamaño refleja una estructura piramidal característica de economías emergentes: las microempresas constituyen el 73% del tejido empresarial, seguidas por pequeñas empresas (18%), medianas (7%) y grandes empresas (2%). Esta composición, según Béné et al. (2019), puede limitar la capacidad de innovación y adopción de prácticas circulares debido a restricciones de capital y conocimiento técnico. El análisis sectorial indica que el 45% de las empresas se dedica a la transformación de alimentos, el 35% a la distribución y comercialización, y el 20% restante a servicios de apoyo y logística.

La producción agroalimentaria regional alcanza aproximadamente 3 millones de toneladas anuales, excluyendo banano y plátano para exportación. Sin embargo, el sistema enfrenta un déficit anual de 1 millón de toneladas (Secretaría de Agricultura de Antioquia, 2023), evidenciando ineficiencias sistémicas significativas. Este déficit se relaciona con la fragmentación de las cadenas de valor y la desconexión entre zonas productoras y centros de consumo, un fenómeno que Battersby y Watson (2023) identifican como característico de sistemas alimentarios territoriales en transición.

El análisis de capacidad instalada revela que las plantas procesadoras operan al 65% de su capacidad potencial, mientras que los centros de distribución muestran

tasas de utilización del 78%. Esta subutilización de infraestructura, según Klerkx y Rose (2023), representa una oportunidad para la implementación de modelos circulares que optimicen el uso de recursos existentes. La caracterización de flujos logísticos indica que el 58% de los productos alimentarios pasa por al menos tres intermediarios antes de llegar al consumidor final, incrementando costos y riesgos de pérdida.

Las dinámicas de especialización territorial muestran que mientras el Valle de Aburrá concentra el procesamiento y la distribución, las zonas del Oriente y Suroeste antioqueño mantienen el 65% de la producción primaria. Esta dicotomía espacial, según Eakin et al. (2017), puede afectar la resiliencia del sistema y su capacidad de adaptación a perturbaciones externas.

Flujos de Materiales y Recursos

El análisis de flujos de materiales y recursos en el Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia (SABA) revela patrones críticos de ineficiencia y pérdidas significativas a lo largo de la cadena de valor. Los datos recopilados entre 2019 y 2024 muestran que el sistema experimenta una pérdida promedio del 28% de alimentos entre la producción y el consumo final, un porcentaje que supera el promedio latinoamericano del 22% reportado por la FAO (2023) para sistemas alimentarios territoriales similares.

La distribución de pérdidas a lo largo de la cadena de valor presenta variaciones significativas según la etapa del proceso. En la producción primaria, se registra una pérdida del 12%, principalmente debido a factores climáticos, plagas y limitaciones en prácticas de cosecha, coincidiendo con los hallazgos de Jurgilevich et al. (2022) sobre vulnerabilidades en sistemas agroalimentarios emergentes.

El análisis de rutas logísticas revela que el 45% de los productos realiza recorridos redundantes antes de llegar al consumidor final. Este fenómeno, que Geissdoerfer et al. (2019) identifican como "ineficiencia logística circular", resulta en un incremento promedio del 23% en costos de transporte y una huella de carbono 1.8 veces mayor que la de rutas optimizadas.

Particularmente preocupante es la baja tasa de reincorporación de residuos orgánicos al sistema productivo. Solo el 15% de estos residuos se aprovecha efectivamente, principalmente en compostaje y alimentación animal, mientras que el potencial de aprovechamiento, según estudios recientes, podría alcanzar el 60% (Ramírez-García et al., 2022). Esta subutilización de recursos biomásicos representa una pérdida significativa de nutrientes y energía que podrían reintegrarse al sistema mediante prácticas circulares.

Los flujos de materiales también evidencian desequilibrios territoriales significativos. Las zonas productoras del Oriente y Suroeste antioqueño generan el 65% de la producción primaria, pero solo procesan el 13% localmente, resultando en pérdidas

asociadas al transporte y manipulación que podrían evitarse con una distribución más equilibrada de la infraestructura de procesamiento (Battersby & Watson, 2023).

Patrones de Consumo y Acceso

El análisis de patrones de consumo y acceso en el Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia revela disparidades significativas que afectan la seguridad alimentaria territorial. Los datos recolectados indican que el 35% de los hogares en zonas periurbanas reporta inseguridad alimentaria moderada o severa, un porcentaje que Battersby y Watson (2023) señalan como característico de sistemas alimentarios fragmentados en territorios en desarrollo.

La estructura de distribución muestra un predominio de canales tradicionales, con las tiendas de barrio atendiendo al 64% de la población, seguidas por supermercados (25%) y mercados informales (11%). Esta configuración, según Béné et al. (2019), responde a patrones culturales y socioeconómicos arraigados, pero también refleja limitaciones en la infraestructura de distribución moderna. El análisis de precios evidencia un sobreprecio sistemático en zonas periféricas, donde los alimentos básicos son en promedio 23% más caros que en centros urbanos, fenómeno que Ramírez-García et al. (2022) identifican como "penalización territorial" en el acceso a alimentos.

Esta distribución desigual del acceso alimentario se correlaciona directamente con indicadores socioeconómicos: las zonas con mayores índices de pobreza multidimensional presentan menor diversidad de opciones de abastecimiento y precios más elevados, creando lo que la FAO (2023) denomina "trampas de inseguridad alimentaria territorial".

Evaluación de Mecanismos de Gobernanza

El análisis de los mecanismos de gobernanza del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia revela una estructura multinivel con diferentes grados de efectividad y coordinación. A nivel municipal, la implementación efectiva de políticas alimentarias alcanza solo el 45%, con índices de coordinación interinstitucional del 32% y participación ciudadana del 28%. El nivel departamental muestra un desempeño relativamente mejor, con tasas de implementación del 58%, coordinación interinstitucional del 47% y participación ciudadana del 35%. Estos indicadores, según Termeer et al. (2018), reflejan las dificultades típicas en la gobernanza de sistemas alimentarios territoriales complejos.

El estudio identifica cuatro barreras principales para la transición hacia un modelo circular: fragmentación institucional (mencionada por el 82% de participantes), limitaciones en infraestructura logística (76%), resistencia al cambio en prácticas establecidas (68%) y falta de incentivos económicos (65%). Estos hallazgos coinciden con los patrones identificados por Li (2022) en sistemas agroalimentarios en transición. Por otro lado, se identifican como facilitadores clave la innovación en modelos de negocio (58%), la colaboración intersectorial (53%), las tecnologías emergentes (47%) y la creciente demanda de sostenibilidad (42%).

La articulación territorial presenta desafíos significativos, con índices de coherencia vertical del 38% y horizontal del 42%. Estos niveles de articulación, que Béné (2022), caracteriza como subóptimos, limitan la capacidad del sistema para implementar transformaciones sistémicas efectivas. Los mecanismos de coordinación existentes (31% de efectividad) resultan insuficientes para gestionar la complejidad del sistema y facilitar su transición hacia modelos más circulares y sostenibles.

Marco de Monitoreo Analítico

El análisis comparativo del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia permite establecer un marco de monitoreo basado en indicadores clave de desempeño. Los resultados muestran que las pérdidas alimentarias actuales alcanzan el 28% (contra una meta del 20% para 2024), mientras que la tasa de recuperación de recursos se sitúa en 15% (frente a un objetivo del 35%). La inseguridad alimentaria afecta al 35% de la población periurbana, significativamente por encima de la meta del 25% establecida por la FAO (2023) para sistemas alimentarios territoriales resilientes.

La evolución hacia prácticas más circulares muestra un progreso gradual pero constante, con un incremento anual del 5% en la adopción de prácticas circulares. Este ritmo de transformación, que Geissdoerfer et al. (2019) caracterizan como "transición moderada", se refleja en la implementación de tecnologías de trazabilidad por el 23% de las empresas del sector y el desarrollo de 12 nuevas iniciativas de negocio circular. Sin embargo, como señalan Jurgilevich et al. (2022), la velocidad de adopción resulta insuficiente para alcanzar las metas de sostenibilidad establecidas para 2024.

El monitoreo de la coordinación efectiva entre actores del sistema revela un nivel actual del 42%, por debajo del objetivo del 60% considerado necesario para una gobernanza territorial efectiva (Termeer et al., 2018). Este indicador refleja las dificultades persistentes en la articulación de iniciativas y la necesidad de fortalecer los mecanismos de coordinación multiactor.

Limitaciones y Consideraciones

El análisis del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia presenta limitaciones metodológicas y prácticas que deben considerarse al interpretar los resultados. En términos de datos, se identifica una heterogeneidad significativa en la calidad de la información entre sectores y territorios, con gaps temporales en series históricas que afectan la continuidad del análisis. Como señalan Béné et al. (2019), la subrepresentación de actores informales en sistemas alimentarios territoriales constituye una limitación común que afecta la comprensión integral de las dinámicas del sistema.

Las restricciones metodológicas incluyen la dificultad para establecer relaciones causales directas en un sistema complejo y multinivel, así como las limitaciones inherentes a la medición de impactos indirectos. Según Eakin et al. (2017), estos desafíos son característicos en el análisis de sistemas agroalimentarios territoriales, donde las interacciones entre componentes generan efectos emergentes difíciles de cuantificar.

Factores contextuales como la volatilidad económica, cambios en marcos regulatorios y eventos externos no controlados (por ejemplo, disrupciones climáticas) añaden capas adicionales de complejidad al análisis. Battersby y Watson (2023) señalan que estas limitaciones son particularmente relevantes en contextos de economías emergentes, donde la capacidad institucional para el monitoreo sistemático puede ser limitada.

Plan Estratégico de Sostenibilidad para el Mecanismo de Monitoreo Analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia

A continuación, se establece el Plan Estratégico de Sostenibilidad para el Mecanismo de Monitoreo Analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia, con el objetivo principal de garantizar su continuidad, eficacia y contribución a la toma de decisiones informada en el sector agroalimentario:

- Garantizar la continuidad y eficacia del mecanismo de monitoreo analítico.
- Mejorar la calidad y precisión de la información para respaldar decisiones informadas.
- Promover prácticas agrícolas y comerciales sostenibles.
- Fortalecer la capacidad técnica y operativa de los usuarios del sistema.
- Fomentar la participación de todas las partes interesadas en el diseño, implementación y evaluación del plan estratégico.

Para lograr estos objetivos, se han establecido diversas estrategias que abarcan aspectos económicos, sociales, ambientales y tecnológicos del sistema (Kennedy et al., 2020; Resnick et al., 2023). Estas estrategias incluyen el análisis integral de sostenibilidad, la participación de las partes interesadas, el uso de tecnología avanzada, la capacitación y desarrollo de capacidades, la medición y evaluación constantes, el fomento de prácticas sostenibles y el establecimiento de alianzas estratégicas, ver Tabla 3.

Tabla 3.

Plan Estratégico de Sostenibilidad para el Mecanismo de Monitoreo Analítico del SABA

Estrategia	Aspectos			Resultados esperados
<p>1. Análisis Integral de Sostenibilidad. El análisis integral de sostenibilidad del mecanismo de monitoreo analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia implica examinar en profundidad los aspectos económicos, sociales y ambientales asociados con su funcionamiento y su impacto en el largo plazo. Este análisis proporcionará una comprensión holística de la situación actual del sistema y ayudará a identificar áreas de mejora y desafíos que podrían afectar su sostenibilidad futura.</p>	<p><i>a. Aspectos Económicos:</i> - Se evaluará la viabilidad financiera del mecanismo de monitoreo analítico, analizando los costos de operación, mantenimiento y actualización. - Se examinarán los beneficios económicos derivados del uso de datos precisos y oportunos para la toma de decisiones en el sector agroalimentario, como la optimización de la cadena de suministro y la reducción de pérdidas. - Se identificarán posibles fuentes de financiamiento sostenible para garantizar la continuidad del sistema a largo plazo,</p>	<p><i>b. Aspectos Sociales:</i> - Se analizará el impacto del mecanismo de monitoreo analítico en las comunidades agrícolas y rurales - Se considerarán las perspectivas de equidad y justicia social, asegurando que el acceso a la información y los beneficios del sistema estén distribuidos de manera equitativa entre todos los actores del sistema agroalimentario. - Se identificarán posibles oportunidades para fortalecer la inclusión y la participación de grupos marginados o vulnerables en el diseño y la implementación del mecanismo de monitoreo analítico.</p>	<p><i>c. Aspectos Ambientales:</i> - Se evaluará el impacto ambiental del mecanismo de monitoreo analítico. - Se buscarán oportunidades para mejorar la eficiencia energética, reducir la huella de carbono y promover prácticas agrícolas más sostenibles - Se identificarán posibles riesgos ambientales asociados con el cambio climático, la degradación del suelo o la contaminación del agua, y se propondrán medidas de mitigación y adaptación.</p>	<p>- Un entendimiento claro y completo de los factores económicos, sociales y ambientales que influyen en la sostenibilidad del mecanismo de monitoreo analítico. - La identificación de áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia, la equidad y la sostenibilidad del sistema. - Una base sólida para el diseño e implementación de estrategias específicas destinadas a abordar los desafíos identificados y mejorar la sostenibilidad del mecanismo de monitoreo analítico en el largo plazo.</p>

Estrategia	Aspectos		Resultados esperados
	como asociaciones público-privadas, fondos de inversión o tarifas de servicio.		
<p>2. Participación de las Partes Interesadas: La participación de todas las partes interesadas es fundamental para el éxito y la sostenibilidad del mecanismo de monitoreo analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia. Esto implica no solo involucrar a una variedad de actores clave, sino también establecer canales efectivos de comunicación y colaboración continua para garantizar que sus voces sean escuchadas y sus perspectivas sean consideradas en todas las etapas del plan.</p>	<p><i>a. Involucrar a todas las partes interesadas:</i> - Se llevarán a cabo consultas y reuniones participativas con representantes de agricultores, cooperativas, asociaciones comerciales, autoridades municipales, ONG, grupos de consumidores y otros actores relevantes para asegurar su participación activa en el diseño, implementación y evaluación del plan.</p>	<p><i>b. Establecer canales de comunicación efectivos:</i> - Se desarrollarán plataformas y herramientas de comunicación adaptadas a las necesidades y preferencias de las diferentes partes interesadas. - Se designará un punto focal o equipo de gestión de la comunicación encargado de facilitar la interacción y el intercambio de información entre todas las partes interesadas. - Se organizarán eventos regulares, como talleres, seminarios y ferias, para promover la participación entre las partes interesadas y fortalecer la</p>	<p><i>Resultados Esperados:</i> - Un amplio compromiso y apoyo de todas las partes interesadas en el plan estratégico de sostenibilidad del mecanismo de monitoreo analítico. - Una mayor comprensión y conciencia de los roles, responsabilidades y beneficios del sistema entre los agricultores, comerciantes, autoridades locales, organizaciones de la sociedad civil y consumidores. - Una colaboración efectiva y una retroalimentación continua que permita adaptar y mejorar el plan en respuesta a las necesidades y prioridades cambiantes de las partes interesadas y del entorno.</p>

Estrategia	Aspectos		Resultados esperados
<p>3. Uso de Tecnología Avanzada: El aprovechamiento de tecnologías avanzadas es fundamental para potenciar la eficiencia y precisión del mecanismo de monitoreo analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia. Esto implica la implementación de herramientas innovadoras, como la inteligencia artificial (IA) y el análisis de datos en tiempo real, para mejorar la recopilación, procesamiento y análisis de información relevante para el sistema.</p>	<p><i>a. Implementar tecnologías innovadoras:</i> - Se establecerá una infraestructura tecnológica sólida que permita la integración de herramientas de inteligencia artificial, análisis de datos en tiempo real y sistemas de información geográfica (GIS) para recopilar, almacenar y analizar datos de manera eficiente y precisa. - Se desarrollarán algoritmos y modelos de inteligencia artificial para predecir tendencias, detectar patrones e identificar anomalías en los datos relacionados con la producción, distribución y</p>	<p>cohesión y la confianza en el proceso.</p> <p><i>b. Capacitar al personal:</i> - Se diseñarán programas de capacitación personalizados para el personal encargado del monitoreo, que aborden tanto los aspectos técnicos como los conceptuales de las tecnologías utilizadas. - Se facilitará el acceso a recursos de aprendizaje en línea, tutoriales interactivos y sesiones prácticas de entrenamiento para fortalecer las habilidades y competencias del personal en el uso de las herramientas tecnológicas.</p>	<p><i>Resultados Esperados:</i> - Una mejora significativa en la calidad, precisión y velocidad del monitoreo analítico gracias a la implementación de tecnologías avanzadas. - Un mayor grado de automatización y eficiencia en la recolección, procesamiento y análisis de datos, reduciendo los tiempos y costos asociados. - Un personal capacitado y empoderado que pueda aprovechar al máximo el potencial de las herramientas tecnológicas para mejorar la toma de decisiones y la gestión del sistema agroalimentario.</p>

Estrategia	Aspectos		Resultados esperados
	consumo de alimentos.		
<p>4. Capacitación y Desarrollo de Capacidades: La capacitación continua y el desarrollo de habilidades son elementos esenciales para garantizar que el personal y los usuarios del sistema estén equipados con los conocimientos y competencias necesarios para utilizar eficazmente el mecanismo de monitoreo analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia.</p>	<p><i>a. Proporcionar capacitación continua:</i> - Se diseñarán programas de capacitación estructurados y adaptados a las necesidades específicas de los usuarios del sistema. - Se ofrecerán sesiones de capacitación presenciales y virtuales, talleres prácticos, seminarios web y recursos educativos en línea para garantizar la accesibilidad y la flexibilidad. - Se establecerán mecanismos de seguimiento y evaluación para medir el impacto de la capacitación e identificar áreas de mejora y oportunidades de desarrollo adicional.</p>	<p><i>b. Facilitar el intercambio de conocimientos y experiencias:</i> - Se promoverán espacios de interacción y colaboración entre los diferentes actores del sistema. - Se organizarán visitas técnicas, intercambios de experiencias y eventos de aprendizaje conjunto para facilitar el intercambio de conocimientos, lecciones aprendidas y mejores prácticas entre agricultores, comerciantes, académicos, autoridades locales y otros actores relevantes.</p>	<p><i>Resultados Esperados:</i> - Un personal y usuarios del sistema capacitados y competentes en el uso del mecanismo de monitoreo analítico y en la implementación de prácticas agrícolas sostenibles. - Un mayor nivel de confianza y colaboración entre los diferentes actores del sistema, facilitando el intercambio de conocimientos y experiencias. - Una cultura organizacional que promueva el aprendizaje continuo, la innovación y la mejora constante en la gestión del sistema agroalimentario.</p>

Estrategia	Aspectos	Resultados esperados	
<p>5. Medición y Evaluación Constantes: La medición y evaluación constantes son fundamentales para asegurar la efectividad y la sostenibilidad del mecanismo de monitoreo analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia. Esto implica establecer indicadores claros y medibles para evaluar su desempeño en términos de sostenibilidad, así como realizar evaluaciones periódicas para identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario.</p>	<p><i>a. Establecer indicadores claros y medibles:</i> - Se identificarán y definirán indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con la eficiencia operativa, la calidad de los datos, la satisfacción del usuario, el impacto socioeconómico y ambiental, y la contribución a la sostenibilidad del sistema agroalimentario. - Los indicadores se basarán en criterios objetivos, cuantificables y verificables.</p>	<p><i>b. Realizar evaluaciones periódicas:</i> - Se llevarán a cabo evaluaciones formales e informales periódicamente para analizar el desempeño del mecanismo de monitoreo analítico en relación con los indicadores establecidos. - Se realizarán encuestas, entrevistas, grupos focales y otros métodos de retroalimentación para recopilar información cualitativa sobre la percepción y la experiencia de los usuarios con el sistema.</p>	<p><i>Resultados Esperados:</i> - Un conjunto claro de indicadores de desempeño establecidos y utilizados para medir el impacto y la efectividad del mecanismo de monitoreo analítico. - Evaluaciones periódicas que proporcionen información valiosa sobre el funcionamiento del sistema y sus contribuciones a la sostenibilidad del sistema agroalimentario. - La capacidad de adaptar y ajustar las estrategias y actividades del plan estratégico en función de los resultados de las evaluaciones, garantizando así la mejora continua y la maximización del impacto.</p>
<p>6. Fomento de Prácticas Sostenibles: El fomento de prácticas agrícolas y comerciales sostenibles es esencial para promover la resiliencia y la sostenibilidad</p>	<p><i>a. Promover prácticas agrícolas y comerciales sostenibles:</i> - Se desarrollarán e implementarán programas de incentivos y apoyo para promover</p>	<p><i>b. Sensibilizar a los actores del sistema:</i> - Se llevarán a cabo campañas de sensibilización y educación dirigidas a agricultores, comerciantes, consumidores</p>	<p><i>Resultados Esperados:</i> - Una mayor adopción de prácticas agrícolas sostenibles entre los agricultores, resultando en la reducción de la contaminación ambiental, la conservación de los recursos naturales y la mejora de la resiliencia climática. - Un aumento en la demanda y el consumo de alimentos</p>

Estrategia	Aspectos	Resultados esperados	
<p>del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia. Esto implica promover e incentivar la adopción de prácticas que minimicen el impacto ambiental, protejan los recursos naturales y promuevan la equidad social en toda la cadena de valor agrícola y alimentaria. Además, es importante sensibilizar a todos los actores del sistema sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental y social para impulsar un cambio de comportamiento hacia prácticas más responsables.</p>	<p>prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura orgánica, la agroecología y la diversificación de cultivos.</p> <p>- Se brindará asistencia técnica y capacitación a los agricultores para adoptar métodos de producción más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.</p> <p>- Se establecerán sistemas de certificación y etiquetado para identificar y valorar productos agrícolas y alimentos que cumplan con estándares de sostenibilidad.</p>	<p>- Se promoverá la colaboración y el intercambio de conocimientos entre diferentes actores del sistema.</p> <p>- Se fomentará el desarrollo de alianzas y redes de colaboración entre productores, comerciantes, ONG, instituciones gubernamentales y otros actores relevantes para abordar conjuntamente los desafíos y oportunidades relacionados con la sostenibilidad.</p>	<p>producidos de manera sostenible por parte de los consumidores conscientes y responsables.</p> <p>Una mayor conciencia y compromiso de todos los actores del sistema con la sostenibilidad ambiental y social, promoviendo un enfoque más holístico y responsable hacia la producción y el consumo de alimentos.</p>
<p>7. Alianzas Estratégicas: El establecimiento de alianzas estratégicas es clave para fortalecer la capacidad técnica y</p>	<p><i>a. Establecer alianzas con diversas entidades:</i></p> <p>- Se buscarán alianzas con instituciones académicas, como universidades</p>	<p><i>b. Facilitar la colaboración en investigación, desarrollo de tecnología y capacitación:</i></p> <p>- Se organizarán reuniones periódicas,</p>	<p><i>Resultados Esperados:</i></p> <p>- Una mayor capacidad técnica y financiera del mecanismo de monitoreo analítico gracias al acceso a recursos y conocimientos adicionales a través de alianzas estratégicas.</p> <p>- Una mayor innovación y desarrollo tecnológico</p>

Estrategia		Aspectos	Resultados esperados
financiera del mecanismo de monitoreo analítico del Sistema de Abastecimiento Agroalimentario de Antioquia.	y centros de investigación, para acceder a conocimientos especializados , recursos técnicos y oportunidades de investigación aplicada.	seminarios y talleres colaborativos para fomentar el intercambio de conocimientos, experiencias y recursos entre los socios de la alianza	impulsado por la colaboración entre diferentes entidades, resultando en mejoras significativas en la eficiencia y efectividad del sistema. - Una mayor colaboración y coordinación entre los actores del sistema, promoviendo la cohesión y la sinergia en la implementación de actividades y proyectos relacionados con el monitoreo analítico y la sostenibilidad del sistema agroalimentario.

Fuente: elaboración propia.

Referencias

- Aragrande, M. y Argenti, O. y B Lewis. (2001). Studying food supply and distribution systems to cities in developing countries and countries in transition. *Fao.Org*.
- Armendariz, V. y Stefano, A. y Stanislao, A. A. (2015). *Armendariz, V. y Stefano, A. y Stanislao, A. A. (2015)*.
- Barrett, C.B., Benton, T.G., Cooper, K.A. et al. 2020. Bundling innovations to transform agri-food systems. *Nature Sustainability*, 3, 974–976. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00661-8>
- Battersby, J., & Watson, V. (2023). Urban food systems governance and poverty in African cities. *Food Security*, 15(2), 419-433. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01310-0>
- Béné, C., Prager, S. D., Achicanoy, H. A., Toro, P. A., Lamotte, L., Cedrez, C. B., & Mapes, B. R. (2019). Understanding food systems drivers: A critical review of the literature. *Global Food Security*, 23, 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.04.009>
- Béné, C. (2022). Why the Great Food Transformation may not happen—A deep-dive into our food systems' political economy, controversies and politics of evidence. *World Development*, 154, 105881. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.105881>
- C. Trevisan and M. Formentini. 2024. Digital Technologies for Food Loss and Waste Prevention and Reduction in Agri-Food Supply Chains: A Systematic Literature Review and Research Agenda," in *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 12326-12345. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3273110>.
- Centobelli, P. y Cerchione, R. y Chiaroni, D. y Del Vecchio, P. y Urbinati, A. (2020). Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, 29(4), 1734–1749. <https://doi.org/10.1002/BSE.2466>
- Davis, J. H. y Goldberg, R. A. (1957). A Concept of Agribusiness. *American Journal of Agricultural Economics*, 39(4), 1042–1045.
- De Bernardi, P., et al. (2024). Digital technologies for sustainable food systems: A systematic literature review and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 198, 122638.
- Eakin, H. y Connors, J. P. y Wharton, C. y Bertmann, F. y Xiong, A. y Stoltzfus, J. (2017). Identifying attributes of food system sustainability: emerging themes

and consensus. *Agriculture and Human Values*, 34(3), 757–773.
<https://doi.org/10.1007/S10460-016-9754-8>

FAO. (2021). Strategic Framework 2022-31. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture: Revealing the True Cost*.

Farmer, J. Doayne & Ives, Matthew & Way, Rupert & Mealy, Penny, 2020. "Empirically grounded technology forecasts and the energy transition," INET Oxford Working Papers 2021-01, Institute for New Economic Thinking at the Oxford Martin School, University of Oxford, revised 2021.

Geissdoerfer, M. y Vladimirova, D. y Evans, S. (2019). Sustainable business model innovation: Process, challenges and implementation. *Journal of Cleaner Production*, 198, 401–416. <https://doi.org/10.17863/CAM.39596>

Hainzelin, E. et al. (2023). How Could Science–Policy Interfaces Boost Food System Transformation?. In: von Braun, J., Afsana, K., Fresco, L.O., Hassan, M.H.A. (eds) Science and Innovations for Food Systems Transformation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5_47

Hamam, M., Chinnici, G., Di Vita, G., Pappalardo, G., Pecorino, B., Maesano, G., & D’Amico, M. (2021). Circular Economy Models in Agro-Food Systems: A Review. *Sustainability*, 13(6), 3453. <https://doi.org/10.3390/su13063453>

Ingram, J. (2011). A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Security*, 3(4), 417–431. <https://doi.org/10.1007/S12571-011-0149-9>

Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2022). Barriers and enablers of food system sustainability: Insights from urban food policy development. *Sustainability*, 14(3), 1193. <https://doi.org/10.3390/su14031193>

Kennedy, E., Webb, P., Block, S., Griffin, T., Mozaffarian, D., & Kyte, R. (2020). Transforming Food Systems: The Missing Pieces Needed to Make Them Work. *Current developments in nutrition*, 5(1), nzaa177. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa177>

Klerkx, L., & Rose, D. C. (2023). Dealing responsibly with the digital transformation of agriculture. *Nature Food*, 4(1), 4-6. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00670-0>

Lieder, M. y Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.12.042>

Linder, M. y the, M. W.-B. strategy and y 2017, undefined. (2017). Circular business model innovation: inherent uncertainties. *Wiley Online LibraryM Linder, M*

Williander Business Strategy and the Environment, 2017•Wiley Online Library, 26(2), 182–196. <https://doi.org/10.1002/bse.1906>

- Lüdeke-Freund, F. y Carroux, S. y Joyce, A. y Massa, L. y Breuer, H. (2018). The sustainable business model pattern taxonomy—45 patterns to support sustainability-oriented business model innovation. *Sustainable Production and Consumption*, 15, 145–162. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2018.06.004>
- Pereira, L. M., Drimie, S., Maciejewski, K., Tonissen, P. B., & Biggs, R. O. (2020). Food System Transformation: Integrating a Political-Economy and Social-Ecological Approach to Regime Shifts. *International journal of environmental research and public health*, 17(4), 1313. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041313>
- Purcell, W., & Neubauer, T. (2023). Digital Twins in Agriculture: A State-of-the-art review. *Smart Agricultural Technology*, 3, 100094. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100094>
- Rabbi, M. F., & Amin, M. B. (2024). Circular economy and sustainable practices in the food industry: A comprehensive bibliometric analysis. *Cleaner and Responsible Consumption*, 100206. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2024.100206>
- Ramírez-García, S., Martínez-Cruz, T. E., & Mancha-Torres, G. L. (2022). Sistemas alimentarios territoriales y ciudades intermedias: hacia una transformación sostenible en América Latina. *Estudios Sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 32(59), 1-28. <https://doi.org/10.24836/es.v32i59.1152>
- Reardon, T. y Echeverria, R. y Berdegúe, J. y B Minten. (2019). Rapid transformation of food systems in developing regions: Highlighting the role of agricultural research & innovations. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.022>
- Resnick, Danielle, ed. & Swinnen, Johan, ed., 2023. "The political economy of food system transformation: Pathways to progress in a polarized world: Synopsis," IFPRI synopses 136909, International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.1093/oso/9780198882121.001.0001>
- Rijswijk, K., Klerkx, L., Bacco, M., Bartolini, F., Bulten, E., Debruyne, L., ... & Brunori, G. (2021). Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation. *Journal of Rural Studies*, 85, 79-90. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.003>
- Rosa, P. y Sassanelli, C. y Urbinati, A. y Chiaroni, D. y Terzi, S. (2020). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *Taylor & Francis P Rosa, C Sassanelli, A Urbinati, D Chiaroni, S Terzi International Journal of Production Research*, 2020•Taylor & Francis, 58(6), 1662–1687. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>

- Ruben, R. y Verhagen, J. y Plaisier, C. (2019). The challenge of food systems research: What difference does it make? *Sustainability (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/SU11010171>
- Termeer, C. J. A. M. y Drimie, S. y Ingram, J. y Pereira, L. y Whittingham, M. J. (2018). A diagnostic framework for food system governance arrangements: The case of South Africa. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 84, 85–93. <https://doi.org/10.1016/J.NJAS.2017.08.001>
- Wan, A. C., Tai, B. C., & Du, C. (2021). Food security and nutrition-a systematic approach. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 738-745. DOI. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.024>
- Hodson de Jaramillo, E., Trigo, E.J., Campos, R. (2023). The Role of Science, Technology and Innovation for Transforming Food Systems in Latin America and the Caribbean. In: von Braun, J., Afsana, K., Fresco, L.O., Hassan, M.H.A. (eds) *Science and Innovations for Food Systems Transformation*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5_38
- Stephens, P. et Wolf, S. (2023). Agritech Entrepreneurship, Innovation Intermediaries, and Sustainability Transitions: A Critical Analysis. *Journal of Innovation Economics & Management*, N^o 42(3), 43-72. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0145>.
- Silvestri, C., Silvestri, L., Piccarozzi, M. *et al.* (2024). Toward a framework for selecting indicators of measuring sustainability and circular economy in the agri-food sector: a systematic literature review. *Int J Life Cycle Assess* 29, 1446–1484 <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02032-1>
- Circle Economy. (2024). "Circularity Gap Report 2024." Amsterdam: Circle Economy. <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/circularity-gap-report-2024>
- van Berkum, S., Ruben, R. (2021). Exploring a food system index for understanding food system transformation processes. *Food Sec.* 13, 1179–1191 <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01192-6>
- Borman, G. D., de Boef, W. S., Dirks, F., Gonzalez, Y. S., Subedi, A., Thijssen, M. H., Jacobs, J., Schrader, T., Boyd, S., ten Hove, H. J., van der Maden, E., Koomen, I., Assibey-Yeboah, S., Moussa, C., Uzamukunda, A., Daburon, A., Ndambi, A., van Vugt, S., Guijt, J., ... van Berkum, S. (2022). Putting food systems thinking into practice: Integrating agricultural sectors into a multi-level analytical framework. *Global Food Security*, 32, Article 100591. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100591>
- Levkoe, C. Z., Moragues-Faus, A., & Duncan, J. (2020). A political economy for regenerative food systems: Towards an integrated research agenda. *Routledge Handbook of Sustainable and Regenerative Food Systems*, 12-25. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429466823->

[2/political-economy-regenerative-food-systems-charles-levkoe-ana-moraques-faus-jessica-duncan](#)

- Gonçalves, M.L.M.B.B., Maximo, G.J. (2023). Circular Economy in the Food Chain: Production, Processing and Waste Management. *Circ.Econ.Sust.* **3**, 1405–1423. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00243-0>
- Puram, P., & Gurumurthy, A. (2023). Sharing economy in the food sector: A systematic literature review and future research agenda. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, *56*, 229-244. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2023.06.027>
- Hinson, R., Lensink, R., & Mueller, A. (2019). Transforming agribusiness in developing countries: SDGs and the role of FinTech. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *41*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.07.002>
- World Bank. (2023). "Future of Food: Building Resilient and Sustainable Agribusiness Systems." World Bank Publications. <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/publication/future-of-food-building-stronger-food-systems-fcv>
- Kahiluoto, H. (2020). Food systems for resilient futures. *Food Sec.* **12**, 853–857. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01070-7>
- Dentoni, D., Cucchi, C., Roglic, M., Lubberink, R., Bender-Salazar, R., & Manyise, T. (2022). Systems thinking, mapping and change in food and agriculture. *Bio-based and Applied Economics*, *11*(4), 277-301. <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5487622&publisher=FF3888#page=5>
- Taghikhah, F., Voinov, A., Shukla, N., Filatova, T., & Anufriev, M. (2021). Integrated modeling of extended agro-food supply chains: A systems approach. *European journal of operational research*, *288*(3), 852-868. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.06.036>
- Oosterveer, P. J. M., Vignola, R., & Béné, C. (2021). *Conceptualising food system governance and its present challenges*. Wageningen University & Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/561830>
- Leeuwis, C., Boogaard, B.K. & Atta-Krah, K. 2021. How food systems change (or not): governance implications for system transformation processes. *Food Sec.* **13**, 761–780. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01178-4>
- van Bers, C., Delaney, A., Eakin, H., Cramer, L., Purdon, M., Oberlack, C., ... & Vasileiou, I. (2019). Advancing the research agenda on food systems governance and transformation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *39*, 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.08.003>

- Maxwell, J. A. (2020). The Value of Qualitative Inquiry for Public Policy. *Qualitative Inquiry*, 26(2), 177-186. <https://doi.org/10.1177/1077800419857093>
- Campos, E. B., & Ortega, P. M. (2023). La «filière»: el eslabón perdido entre la economía y la política industrial. *Economía industrial*, (428), 19-26.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E., & Passaro, R. (2021). Determinants of the transition towards circular economy in SMEs: A sustainable supply chain management perspective. *International Journal of Production Economics*, 242, 108297. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108297>
- Dentoni, D., Bijman, J., Bossle, M.B., Gondwe, S., Isubikalu, P., Ji, C., Kella, C., Pascucci, S., Royer, A. and Vieira, L. (2020), "New organizational forms in emerging economies: bridging the gap between agribusiness management and international development", *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, Vol. 10 No. 1, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1108/JADEE-10-2019-0176>
- Berti, G. (2020). Sustainable Agri-Food Economies: Re-Territorialising Farming Practices, Markets, Supply Chains, and Policies. *Agriculture*, 10(3), 64. <https://doi.org/10.3390/agriculture10030064>
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N. U., & Laurenti, R. (2020). Circular Economy Innovation and Environmental Sustainability Impact on Economic Growth: An Integrated Model for Sustainable Development. *Sustainability*, 12(12), 4831. <https://doi.org/10.3390/su12124831>
- Chali, M. T., Eshete, S. K., & Debela, K. L. (2022). Learning How Research Design Methods Work: A Review of Creswell's Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. *The Qualitative Report*, 27(12), 2956-2960. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5901>
- Li, Xian-de and Sun,Zhi-lu and Zhao,Yu-han. 2022. Global food security and its governance: development process, practical challenges and transformation strategies. Chinese, Journal article, China, 1002-8870, (6), Beijing, Chinese Rural Economy, (2–22), Institute of Rural Development, Chinese Academy of Social Sciences. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20220497545>
- Sonnino, R. (2023). Food system transformation: Urban perspectives. *Cities*, 134, 104164. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104164>