

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 36, Número 68. Julio – Diciembre de 2026
Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

Cadena agroalimentaria de *Manihot esculenta* Crantz
en Colombia y México: análisis comparativo desde sistemas complejos

Agri-food chain of *Manihot esculenta* Crantz
in Colombia and Mexico: comparative analysis by the complex-systems approach

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v36i68.1764>
e261764

Lily Lorena Luna-Castellanos*
<https://orcid.org/0000-0003-2172-7842>
luna.lily@colpos.mx

Alejandra Soto-Estrada*
<https://orcid.org/0000-0001-8265-761X>
alejandras@colpos.mx

Oscar Burbano-Figueroa**
<https://orcid.org/0000-0002-6604-7333>
oburbano@agrosavia.co

Isaac Meneses-Márquez***
<https://orcid.org/0000-0002-8764-5914>
meneses.isaac@inifap.gob.mx

Octavio Ruiz-Rosado*
<https://orcid.org/0000-0002-0333-2911>
octavior@colpos.mx

Eliseo García-Pérez*
<https://orcid.org/0000-0002-4752-3752>
geliseo@colpos.mx

Fecha de recepción: 24 de marzo de 2026.

Fecha de aceptación: 07 de julio de 2026

*Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz, México.

**Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). Córdoba, Colombia.

***Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Veracruz, México.

Autor para correspondencia: Alejandra Soto-Estrada

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Cadena agroalimentaria de *Manihot esculenta* Crantz en Colombia y México: análisis comparativo desde sistemas complejos

Luna-Castellanos, Soto-Estrada, Burbano-Figueroa, Meneses-Márquez, Ruiz-Rosado, García-Pérez

Resumen

Objetivo: analizar la cadena agroalimentaria de la yuca en Colombia y México desde un enfoque de sistemas complejos adaptativos (SCA). **Metodología:** estudio cualitativo basado en una revisión documental, observación participante y entrevistas a actores clave; se trianguló la evidencia para caracterizar los arreglos institucionales, actorales y productivos. **Resultados:** se identificaron trayectorias contrastantes. En Colombia, la cadena es más institucionalizada, con mayor articulación organizativa y diversificación productiva. En México, la configuración es incipiente y fragmentada, dominada por circuitos locales y por una menor integración institucional. La interacción entre los arreglos institucionales y los patrones de interacción condiciona la articulación del sistema y sus márgenes de adaptación. **Limitaciones:** evidencia principalmente cualitativa y contextual (dos casos); investigaciones futuras pueden incorporar indicadores cuantitativos de desempeño y resiliencia, y ampliar las comparaciones a escalas subnacionales y en otros países de América Latina. **Conclusiones:** las diferencias entre México y Colombia no son solo productivas, sino que son el resultado de configuraciones institucionales y actorales específicas, cuya interacción explica trayectorias contrastantes en articulación y adaptación. La síntesis comparativa por dimensiones analíticas ofrece una base empírica para orientar estrategias de gobernanza y fortalecer las cadenas agroalimentarias en contextos tropicales latinoamericanos.

Palabras clave: alimentación contemporánea, articulación institucional, bioeconomía, pequeños productores, políticas agrarias, resiliencia socioeconómica.

Abstract

Objective: To analyze the cassava agri-food chain in Colombia and Mexico using a complex adaptive systems (CAS) approach. **Methodology:** This qualitative comparative study was based on document review, participant observation, and interviews with key actors. Evidence was triangulated to describe institutional, actor and productive arrangements. **Results:** The analysis identified contrasting trajectories. In Colombia, the chain is more institutionalized, with stronger organizational articulation and greater productive diversification. In Mexico, the chain remains incipient and fragmented, characterized by local circuits and lower institutional integration. The interaction between institutional arrangements and actor-based dynamics shapes system articulation and adaptive capacity. **Limitations:** The evidence is qualitative and context-specific, and it is limited to two national cases. Future research could incorporate quantitative indicators of performance and resilience and extend the comparison to subnational scales and other Latin American countries. **Conclusions:** Differences between Mexico and Colombia are not only productive but also reflect specific institutional and stakeholder configurations. Their interaction helps explain contrasting trajectories of articulation and adaptation. Comparative synthesis across analytical dimensions provides an empirical basis to guide governance strategies and strengthen agri-food chains in tropical Latin America.

Keywords: contemporary food, institutional articulation, bioeconomy, smallholder farmers, agricultural policies, socioeconomic resilience.

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo estratégico en regiones tropicales y subtropicales debido a su potencial contribución a la seguridad alimentaria, su adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas adversas y su importancia socioeconómica para millones de pequeños productores (Ceballos, Sánchez y Calle, 2017; Immanuel, Jaganathan, Prakash y Sivakumar, 2024). Además de su función como alimento básico, la yuca ha cobrado interés creciente en procesos de transformación agroindustrial por su uso en la producción de almidones, harinas, alimentos balanceados y bioproductos, lo que refuerza su potencial en estrategias de la sostenibilidad y bioeconomía (Darko-Koomson, Teo, Osei y Nuamah, 2020; Fathima y Venkataraman, 2022; Garcia-Vallejo y Cardona-Alzate, 2024). Sin embargo, la relevancia agronómica y productiva de la yuca no se traduce de manera homogénea en el desempeño de sus cadenas agroalimentarias.

Esta heterogeneidad es evidente en América Latina, donde sistemas basados en un mismo cultivo exhiben niveles distintos de integración comercial, generación de valor y coordinación productiva, diferencias que no pueden atribuirse únicamente a condiciones biofísicas ni al potencial agronómico del cultivo (Wooding y Peña, 2023). Las variaciones sugieren que la forma en que opera una cadena agroalimentaria depende también de sus mecanismos de organización, de los marcos institucionales que la sostienen y de las relaciones entre los actores que la conforman.

En este contexto, Colombia y México representan dos formas contrastantes de organización de la cadena agroalimentaria de la yuca. En Colombia, este cultivo constituye un componente clave de las economías rurales, en el marco de una cadena más estructurada y respaldada por instituciones de investigación, políticas públicas sectoriales y experiencias de articulación agroindustrial orientadas a pequeños productores (Parra-Olarte, 2020; Pérez, Duputié, Vernière, Szurek y Caillon,

2022). En México, por el contrario, la producción de yuca es marginal y se concentra en regiones específicas del sur del país, con una inserción limitada en los mercados formales y una articulación institucional incipiente, pese a su potencial para diversificar los sistemas productivos y reducir la dependencia de alimentos balanceados importados (Del Rosario-Arellano et al., 2022a; Valdivia et al., 2023).

Aunque las diferencias son evidentes en términos de escala, orientación productiva e inserción en los mercados, aún es necesario identificar los factores que expliquen estas divergencias en la organización y el desempeño de la cadena. La investigación sobre la yuca se ha concentrado principalmente en aspectos del eslabón de producción, incluyendo el manejo agronómico, el mejoramiento genético y algunas aplicaciones industriales (Espitia-Montes et al., 2022; Rosero-Alpala, Ceballos-Lascano y Rodríguez-Henao, 2023). En consecuencia, el análisis de la cadena agroalimentaria de la yuca sigue siendo limitado, al considerarla un entramado de actores, normas y procesos que condiciona tanto su funcionamiento como su capacidad de adaptación.

A diferencia de los estudios convencionales sobre cadenas de valor, que suelen centrarse en la eficiencia de eslabones específicos o en flujos lineales de productos, este estudio aborda la yuca como un sistema de relaciones entre actores, reglas y prácticas cuya organización incide en su desempeño. En este marco, el objetivo fue analizar la cadena agroalimentaria de la yuca en Colombia y México desde un enfoque de sistemas complejos adaptativos. Este estudio representa un primer acercamiento al conocimiento y análisis de la cadena agroalimentaria de la yuca en México, la cual ha sido poco documentada.

Metodología

Enfoque metodológico y marco analítico

El estudio se desarrolló desde un enfoque cualitativo, comparativo y de alcance analítico (Ragin, 1987; Nohlen, 2013), orientado a examinar la cadena agroalimentaria de la yuca (CAY) en relación con factores territoriales, organizativos y ambientales, con base en los antecedentes del análisis comparativo de cadenas agropecuarias (Gaudin y Padilla-Pérez, 2020). Este planteamiento retoma la propuesta de Béné et al. (2019), según la cual la CAY se concibe como un sistema

agroalimentario territorialmente situado, integrado por actividades, actores, reglas, prácticas productivas y condiciones interdependientes, cuyo funcionamiento no puede comprenderse desde una lógica lineal de eslabones productivos. Con base en esta perspectiva, el análisis se orientó a identificar cómo la interacción entre estos elementos configura formas diferenciadas de organización, coordinación y adaptación en contextos territoriales específicos.

El marco interpretativo se apoyó en una visión sistémica que retoma aportes del estudio de sistemas sociales (Luhmann, 1995) para observar procesos de comunicación, coordinación y diferenciación funcional dentro de la CAY (Valentinov, 2014), así como en aproximaciones aplicadas al estudio de sistemas y cadenas agroalimentarias (Ericksen, 2008; Ingram, 2011; Guptill y Peine, 2021). Su adopción se consideró pertinente porque las diferencias observadas entre Colombia y México no pueden explicarse mediante el análisis aislado de variables individuales o de eslabones específicos; por el contrario, la comparación exigió examinar de manera conjunta las relaciones entre actores, las disposiciones institucionales y las condiciones territoriales que inciden en el comportamiento de la CAY.

Diseño y alcance del estudio

El estudio empleó un diseño descriptivo-comparativo (Ragin, 1987) para examinar las dinámicas productivas, organizativas y de gobernanza de la CAY en dos contextos territoriales contrastantes. El análisis se estructuró en cuatro dimensiones (ambiental, económica, sociocultural y de gobernanza), que orientaron la organización de la información y la caracterización comparativa de la CAY.

La selección de los territorios respondió a dos criterios complementarios: el peso relativo en la producción nacional de yuca y su valor analítico para representar formas contrastantes de organización de la CAY en cada país. En Colombia, se priorizaron Sucre, Córdoba y Bolívar, departamentos que concentran la mayor parte de la producción nacional del cultivo (Espitia-Montes et al., 2022). En México, se seleccionaron los estados de Tabasco, Morelos y Veracruz, que ocupan el primer, tercer y séptimo lugar, respectivamente, en la producción nacional de yuca, según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023), lo que permite incorporar

distintos niveles de heterogeneidad productiva y territorial. El trabajo de campo se realizó en períodos diferenciados: en Colombia, entre septiembre y noviembre de 2024, y en México, entre marzo de 2024 y noviembre de 2025.

Fuentes de información y técnicas de recolección de datos

La información utilizada en el estudio provino de fuentes primarias y secundarias, integradas mediante triangulación de técnicas cualitativas complementarias:

1. Revisión documental: se realizó una revisión de la literatura científica, de documentos técnicos, de reportes institucionales y de marcos normativos relacionados con la producción, transformación y comercialización de la yuca. Particularmente, se incluyó información de publicaciones y documentos generados por instituciones nacionales de investigación agropecuaria que se han enfocado en el estudio del cultivo, entre ellas la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) en Colombia y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en México, así como fuentes académicas y reportes sectoriales gubernamentales.

2. Entrevistas no estructuradas: estas entrevistas se realizaron a actores clave, seleccionados mediante muestreo intencional, con base en su experiencia técnica, institucional o productiva en distintos eslabones de la cadena de yuca. Las entrevistas se llevaron a cabo como conversaciones abiertas, orientadas a profundizar en las experiencias y conocimientos de los participantes sobre el funcionamiento de la cadena (DiCicco-Bloom y Crabtree, 2006). En el caso de los productores, se estableció como criterio de selección contar con 15 años o más de experiencia en el cultivo y manejar superficies sembradas entre 0.5 y 10 ha, en sistemas de monocultivo o en asociación. En Colombia se entrevistó a seis productores, dos por cada uno de los departamentos incluidos en el estudio: Córdoba, Bolívar y Sucre. En México se entrevistó a 10 productores distribuidos en Tabasco ($n = 2$), Morelos ($n = 1$) y Veracruz ($n = 7$). Asimismo, se entrevistó a comercializadores en ambos países: dos en Colombia y tres en México.

En cuanto a los actores institucionales, en Colombia se entrevistó a cuatro investigadores de Agrosavia vinculados a la red de raíces y tubérculos, seleccionados por su participación en áreas estratégicas de la cadena: mejoramiento participativo, transferencia de tecnología y producción de material vegetal, sanidad vegetal y comercialización. Por su parte, en México se entrevistó a tres investigadores del INIFAP, todos vinculados principalmente al manejo del cultivo y a la caracterización morfológica de accesiones de yuca. Las entrevistas permitieron complementar e interpretar la información documental y observacional, así como identificar percepciones sobre el funcionamiento de la cadena y sus principales desafíos.

3. Observación participante: se efectuaron recorridos por unidades productivas y mercados en las regiones incluidas en el estudio, con interacción directa con productores, comerciantes y otros actores vinculados a la cadena. Durante estas visitas se observaron prácticas de producción, manejo y conservación de material de siembra, transformación y comercialización de la yuca, así como dinámicas organizativas y mecanismos de articulación entre actores locales e institucionales.

Las entrevistas y observaciones fueron registradas mediante notas de campo y, posteriormente, organizadas y sistematizadas para su análisis comparativo, resguardando la identidad de los participantes durante el procesamiento e interpretación de la información.

Análisis de la información

Las cuatro dimensiones analíticas fueron definidas *a priori* con base en la literatura revisada y en el objetivo comparativo del estudio. El análisis se desarrolló en dos etapas: primero, mediante una codificación temática de la evidencia recopilada (Fereday y Muir-Cochrane, 2006); en la que se integró la evidencia documental con la obtenida mediante entrevistas y observación participante para caracterizar los actores, sus relaciones y los factores internos y externos de la CAY; posteriormente, mediante un contraste comparativo entre países dentro de cada dimensión (Ragin, 1987), con el fin de identificar convergencias, divergencias y factores asociados a formas diferenciadas de organización y adaptación de la CAY.

Resultados

Caracterización general de la CAY

En ambos contextos analizados, la producción de yuca se concentra mayoritariamente en unidades de pequeña escala, con alta participación de mano de obra familiar y una limitada incorporación de tecnología, rasgos que han sido documentados previamente en los sistemas de producción de Colombia (Martínez-Reina et al., 2025) y de México (Del Rosario-Arellano et al., 2024). No obstante, estos atributos se vinculan de manera distinta a los procesos de transformación, comercialización y apoyo institucional, lo que da lugar a estructuras contrastantes de la CAY en cada país. Esta diferencia se sintetiza en una representación analítica elaborada a partir de la evidencia documental y empírica recopilada, que permite visualizar los principales actores, flujos e interacciones desde una lógica de sistema complejo adaptativo (SCA) (figura 1).

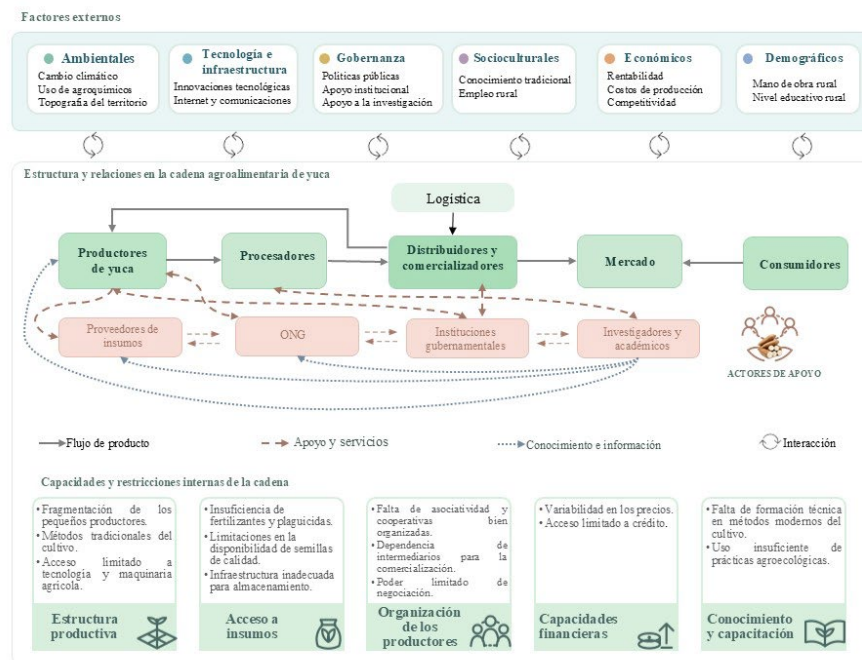


Figura 1. Representación de la cadena agroalimentaria de yuca (CAY) como sistema complejo adaptativo (SCA). Fuente: elaboración propia obtenida mediante entrevistas no estructuradas a actores del sistema y observación participante.

En el contexto colombiano, la cadena muestra una mayor integración entre producción, transformación y comercialización, así como vínculos más visibles con instituciones de investigación y programas de apoyo al desarrollo rural. La configuración se asocia con una mayor diversificación de usos del cultivo y una presencia más estable en mercados locales y agroindustriales, particularmente en iniciativas orientadas al aprovechamiento de valor agregado y al desarrollo de la bioeconomía de la yuca (Ceballos, 2012; Canales y Trujillo, 2023; Rosero-Alpala et al., 2023; Otero, Adarraga, Pitre, Castro y Forero, 2024).

En México, predomina una estructura más fragmentada, con circuitos productivos y comerciales de alcance local, menor integración agroindustrial y una participación institucional más restringida. Esas condiciones se reflejan en una orientación productiva centrada principalmente en el autoconsumo y en mercados de pequeña escala, situación que ha sido señalada en estudios recientes sobre la producción de yuca en regiones del sureste del país y corroborada por actores vinculados a procesos de investigación aplicada (Del Rosario-Arellano et al., 2024; Isaac Meneses, comunicación personal, 24 de septiembre, 2024). Los contrastes estructurales entre ambos países se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.

Contrastes estructurales en la cadena agroalimentaria de la yuca (CAY) en Colombia y México

Aspecto	Colombia	México
Desarrollo de la cadena	Consolidada, con políticas públicas de apoyo y prácticas sostenibles.	Emergente, falta de políticas institucionales y estructura de flujo poco definida.
Acceso a mercados	Amplio acceso a mercados locales e internacionales.	Limitado, con barreras logísticas y comerciales.
Infraestructura	Adecuada para procesamiento y almacenamiento.	Limitada, afecta la expansión del cultivo.
Superficie sembrada	187 268 ha	1 957 ha
Rendimiento	11.22 t ha ⁻¹	15.28 t ha ⁻¹

Fuente: elaboración propia a partir de revisión documental, datos oficiales y evidencia cualitativa obtenida mediante entrevistas a actores del sistema. La superficie sembrada y el rendimiento para México se tomaron de SIAP (2023) y para Colombia de Espitia-Montes et al. (2022).

Las diferencias entre Colombia y México no se explican únicamente por el volumen de producción, sino también por los contrastes en el soporte institucional, la organización productiva y la vinculación con los mercados.

Actores y estructura de la CAY

El análisis de los actores identificó la forma en que se distribuyen y relacionan los componentes de la CAY a lo largo de los eslabones de producción, transformación, comercialización y apoyo institucional. Este enfoque actoral no solo permite reconocer quiénes participan, sino también comprender cómo sus vínculos ordenan los flujos productivos y condicionan los niveles de coordinación observados en cada contexto.

A partir de la información recopilada, se identificó un conjunto de actores recurrentes en ambos países, aunque con roles, capacidades y niveles de incidencia diferenciados. Entre ellos se incluyen productores agrícolas, procesadores, distribuidores, consumidores, entidades gubernamentales, organizaciones de investigación y técnicos. La tabla 2 sintetiza estos actores y sus funciones principales, destacando las diferencias estructurales entre los casos analizados.

Cadena agroalimentaria de *Manihot esculenta* Crantz
en Colombia y México: análisis comparativo desde sistemas complejos

Luna-Castellanos, Soto-Estrada, Burbano-Figueroa, Meneses-Márquez, Ruiz-Rosado, García-Pérez

Tabla 2.

Funciones de los actores clave en la cadena agroalimentaria de la yuca (CAY) en Colombia y México

Actor	Rol específico	Colombia	México
Agricultores	Producen raíces tuberosas de yuca	Escala de producción: pequeña, mediana y grande	Escala pequeña
Procesadores	Transforman la yuca fresca en productos de valor agregado.	Producción industrial y artesanal de almidón, harinas y productos precocidos.	Producción artesanal local de chips, tamales y tortillas.
Distribuidores	Gestionan la logística y distribución de productos.	Infraestructura desarrollada para mercados locales e internacionales.	Limitaciones en infraestructura; distribución centrada en mercados locales.
Consumidores	Determinan la demanda y preferencias del mercado.	Demanda diversificada de yuca fresca y productos industrializados; impacto en los mercados internacionales.	Preferencia por productos frescos y artesanales.
Gobierno y formuladores de políticas	Regulan y apoyan la cadena mediante políticas y subsidios.	Apoyo institucional a pequeños productores; promoción de prácticas sostenibles.	Apoyo gubernamental limitado; Falta de políticas específicas para el cultivo de yuca.
Instituciones de investigación y ONG	Fomentan la innovación y fortalecen las capacidades productivas.	CIAT-Agrosavia: desarrollo de nuevas variedades de yuca para consumo humano, industrial y producción de forraje. Clayuca: generación de tecnologías para procesamiento de raíces tuberosas de yuca y forraje.	INIFAP: desarrollo de variedades, caracterización de germoplasma de yuca y generación de paquetes tecnológicos. CP, Campus Tabasco: zonificación del cultivo de yuca y selección de prácticas agronómicas.

Fuente: elaboración propia a partir de revisión documental, datos oficiales y evidencia cualitativa obtenida mediante entrevistas a actores del sistema y observación participante. CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Agrosavia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Clayuca: Corporación Latinoamericana y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca, INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CP: Colegio de Postgraduados.

En el eslabón primario, la dinámica de la cadena está marcada por esquemas de decisión centrados en el manejo del cultivo y en la resolución de necesidades inmediatas de comercialización. El predominio de vínculos de corto alcance con intermediarios y mercados locales limita la articulación con procesos de transformación y reduce las posibilidades de inserción en circuitos de mayor escala. Estas diferencias se vuelven más evidentes al observar la relación entre la transformación y la comercialización. Cuando existen vínculos estables con actores del procesamiento, aumenta la capacidad de diversificar productos y generar valor agregado. En cambio, cuando esos enlaces son débiles o inexistentes, la producción tiende a dirigirse a mercados de proximidad, con márgenes de expansión comercial reducidos.

El rol de las instituciones de investigación y de apoyo técnico resulta determinante para la estructuración de estas relaciones. La presencia de entidades con capacidad para generar conocimiento aplicado y para acompañar procesos productivos favorece una mayor conectividad entre actores y eslabones. Por el contrario, una participación institucional limitada tiende a reforzar esquemas fragmentados, con interacciones puntuales y una baja articulación sistémica. Desde esta perspectiva, los desafíos y oportunidades asociados al cultivo de yuca no dependen únicamente de la presencia aislada de determinados actores, sino de las formas de relación que se establecen entre ellos. El fortalecimiento o debilitamiento de estos vínculos condiciona las posibilidades de coordinación, de aprendizaje colectivo y de generación de valor, elementos centrales para interpretar el desempeño de la cadena.

Interacciones y presiones en la CAY

La CAY se organiza a partir de relaciones complejas entre los actores que la integran, las cuales generan mecanismos de retroalimentación que inciden en las decisiones productivas y en la capacidad de respuesta del sistema ante condiciones cambiantes (Carmichael y Hadžikadić, 2019). Entre estas relaciones, la interacción agricultor-procesador constituye un nodo central. Los productores ajustan los volúmenes y las características de la oferta en función de la demanda, mientras que los procesadores inciden indirectamente en las decisiones productivas a través de criterios de calidad y de precios (Mausch, Hall y Hambloch, 2020). En Colombia, este vínculo presenta un mayor nivel de estructuración, asociado a esquemas de procesamiento industrial

orientados a la obtención de almidón y de harinas (Sandoval y Ruiz, 2006). Esta dinámica incentiva a los agricultores a modificar las técnicas de manejo del cultivo para mejorar la calidad del producto y aumentar los rendimientos (Rosero Alpala et al., 2023). En México, en cambio, predominan relaciones de carácter local y artesanal, centradas en circuitos locales y en formas de procesamiento artesanal, con nexos menos formales entre productores y transformadores, lo que limita la articulación sistémica de la cadena (Hernández-Guzmán, Aguilar-Cordero y Gómez-Varela, 2022; Mario Rodríguez, comunicación personal, 20 de septiembre, 2024).

El funcionamiento de la cadena también se encuentra condicionado por un conjunto de presiones internas asociadas a factores económicos y sociales. Entre las primeras destacan las fluctuaciones en los precios de mercado y el incremento en los costos de los insumos agrícolas, elementos que afectan de manera directa la rentabilidad, particularmente en unidades productivas de pequeña escala. En el ámbito social, la disponibilidad de mano de obra en zonas rurales y los cambios generacionales en las prácticas agrícolas influyen en la continuidad y reorganización del sistema productivo, al modificar las estrategias de manejo y la intensidad de las interacciones entre actores (Suryani, Masyhuri, Waluyati y Utami, 2023).

De forma paralela, los factores externos se asocian principalmente con el entorno ambiental, económico e institucional en el que opera el sistema. Entre ellos, el cambio climático constituye una presión significativa, al alterar los patrones de precipitación y temperatura y aumentar la recurrencia de sequías prolongadas y lluvias irregulares, lo que introduce restricciones adicionales para sostener la productividad del cultivo en Colombia y México (Immanuel et al., 2024). Asimismo, las dinámicas de los mercados y los marcos de política pública influyen en las expectativas y decisiones de los actores, lo que condiciona la estabilidad de las relaciones productivas y comerciales.

Mecanismos de resiliencia y adaptación

La resiliencia de la CAY se expresa en su capacidad para ajustarse a cambios ambientales, económicos y sociales mediante distintos mecanismos de adaptación. Entre los más relevantes se encuentran la adopción de prácticas agroecológicas, la innovación tecnológica y la diversificación de mercados y productos.

En cuanto a las prácticas agroecológicas, los agricultores han comenzado a incorporar técnicas de manejo sostenible, como la rotación de cultivos y la agricultura orgánica, las cuales contribuyen a mejorar la salud del suelo y a reducir la vulnerabilidad frente a riesgos climáticos (Hood et al., 2023). En Colombia, la innovación tecnológica ha fortalecido la resiliencia del sistema mediante el desarrollo de variedades de yuca con mayor resistencia a plagas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Aleurotrachelus socialis*) y ácaros (*Oligonychus* y *Tetranychus* spp.), así como a enfermedades virales como el mosaico de la yuca (CMD) y el virus del rayado marrón de la yuca (CBSD) (Ceballos et al., 2017; Rosero et al., 2025). En México, los esfuerzos se han concentrado principalmente en la caracterización de materiales genéticos y en la selección de genotipos con potencial para usos industriales, particularmente orientados a la producción de bioplásticos (Del Rosario-Arellano et al., 2022b; Del Rosario-Arellano et al., 2025). Adicionalmente, investigadores de INIFAP han avanzado en la implementación de tecnologías sostenibles orientadas al uso de biofertilizantes, entre ellos las micorrizas, que favorecen la fertilidad del suelo y optimizan el rendimiento de los cultivos (Durán et al., 2023).

La diversificación de productos derivados de la yuca constituye una estrategia de adaptación económica que contribuye a reducir la dependencia de mercados tradicionales. La expansión hacia segmentos con mayor valor agregado, como alimentos sin gluten, almidones modificados y harinas especializadas (Aguilar-Rivera, 2024; Garcia-Vallejo y Cardona-Alzate, 2024), así como hacia aplicaciones industriales, incluidos los bioplásticos (Andrés-Meza et al., 2024) y la producción de alimentos para animales (Díaz-Echeverría, May-Ávila, Santos-Ricalde y Segura-Correa, 2025), amplía las opciones de inserción productiva y refuerza la estabilidad del sistema.

Dimensiones de la CAY

Los resultados muestran que las diferencias en el desempeño económico de la CAY entre Colombia y México están asociadas principalmente al grado de integración a mercados, la generación de valor agregado y las condiciones de infraestructura que enmarcan la producción y comercialización. En Colombia, se observa una relación más estrecha entre producción primaria y procesamiento, lo que facilita la diversificación de productos y una inserción más estable en mercados locales y agroindustriales (Parra-Olarte, 2020; Otero Tapia, Zubiria Amador, Lima

Hernández y Adarraga Mejía, 2022). Esta integración se asocia con mejores condiciones para incrementar el valor del producto, aunque también expone al sistema a la volatilidad de los precios y a mayores costos de cumplimiento de estándares productivos y comerciales (Otero-Tapia et al., 2022).

En México, la dimensión económica se caracteriza por una inserción más restringida en los mercados, con predominio de circuitos cortos de comercialización y una escala productiva reducida. La venta de los productos derivados de la CAY se orienta principalmente a mercados locales y al consumo directo, lo que estrecha los márgenes económicos y limita las oportunidades de inversión en infraestructura y tecnología (Hernández-Guzmán et al., 2022). Recientemente, se ha explorado el uso del almidón de yuca en la elaboración de películas plásticas biodegradables, lo que amplía su potencial en sectores industriales sostenibles (Del Rosario-Arellano 2022b). Aunque estas formas de consumo y aprovechamiento ofrecen oportunidades de crecimiento, la falta de infraestructura adecuada y de acceso restringido a mercados más amplios limitan el potencial económico del cultivo a gran escala (Isaac Meneses, comunicación personal, 24 de septiembre, 2024). En comparación con Colombia, la CAY en México aún no alcanza un nivel de consolidación semejante, lo que restringe las oportunidades de agregación de valor y las perspectivas de crecimiento para los pequeños productores; sin embargo, la necesidad de reducir la alta dependencia de importaciones de maíz amarillo para la industria pecuaria, mediante el aprovechamiento integral del cultivo de yuca (Gobierno de México, 2020), abre un campo potencial de expansión para productores rurales marginados.

En la dimensión sociocultural es evidente que la organización colectiva y la capacidad de coordinación social influyen directamente en las posibilidades de integración de la cadena y en el acceso a mercados y apoyos institucionales. En Colombia, la debilidad organizativa de los productores continúa siendo un factor limitante; no obstante, en algunas regiones la presencia de asociaciones y cooperativas ha permitido mejorar la articulación con mercados y facilitar procesos de transformación y comercialización colectiva, fortaleciendo la capacidad de negociación de los agricultores (Parra-Olarte, 2020; Otero-Tapia et al., 2022). En México, la producción de yuca se desarrolla mayoritariamente bajo esquemas familiares y de pequeña escala, con una organización colectiva incipiente (Mateos-Maces, Castillo-González, Chávez-Servia, Estrada-Gómez y Livera-Muñoz, 2016; Centurión-Hidalgo et al., 2019; Hernández-Guzmán et al., 2022). Si bien estas

formas productivas favorecen la flexibilidad y la diversificación de actividades dentro de los hogares rurales, también limitan el acceso a financiamiento, asistencia técnica y mercados más amplios, lo que restringe las posibilidades de fortalecimiento socioproductivo del sistema (Mario Rodríguez, comunicación personal, 20 de septiembre, 2024). En el sureste mexicano, particularmente en Tabasco, la yuca también forma parte de repertorios alimentarios tradicionales de base familiar, como las tortas y tamales de yuca cocinados en hoja, lo que evidencia que su valor dentro del sistema no es únicamente productivo, sino también cultural y patrimonial (Baeza-Mendoza et al., 2026).

En la dimensión ambiental, el análisis se centra en las prácticas productivas y las estrategias de manejo adoptadas frente a condiciones de variabilidad climática y degradación de suelos. En Colombia, la yuca prospera en suelos de baja fertilidad y en regiones propensas a la sequía, como la Orinoquía. Esto se asocia con características fisiológicas como un sistema radicular profundo que favorece la retención de humedad y contribuye a la reducción de procesos erosivos. Estas propiedades confieren al cultivo un alto grado de resiliencia ambiental y lo posicionan como una alternativa relevante frente a escenarios de variabilidad climática (Espitia-Montes et al., 2022).

En México, la expansión de la CAY enfrenta restricciones estructurales importantes, destacan la escasa infraestructura y la adopción aún incipiente de prácticas orientadas a la sostenibilidad. Aunque existe un alto potencial para implementar enfoques agroecológicos y mejorar el uso eficiente de los recursos hídricos, estos todavía no se integran plenamente en los sistemas productivos, lo que condiciona tanto la resiliencia ambiental como las posibilidades de mejora económica para los pequeños productores.

Desde la dimensión de gobernanza, el contraste se expresa en la forma en que se estructuran los mecanismos de coordinación, las reglas de relación y los instrumentos de apoyo a la cadena. En Colombia, la presencia de instituciones de investigación, programas de extensión y políticas sectoriales ha contribuido a establecer marcos de coordinación más estables, facilitando la articulación entre actores y la difusión de innovaciones a lo largo de la cadena. Sin embargo, la asistencia técnica, el acceso al mercado y el financiamiento para los pequeños productores es limitado (Parra-Olarte, 2020). Muchos agricultores dependen de intermediarios para comercializar su producción, lo que reduce sus ganancias debido a la falta de regulación de precios y control del mercado. Aunque existen experiencias exitosas de cooperativismo en algunas regiones, como la

Asociación Nacional de Productores y Procesadoras de yuca (ANPPY), ubicada en Corozal, Sucre, la mayoría de los productores opera de manera individual, lo que limita su capacidad de negociación y acceso a recursos financieros. En este escenario, fortalecer la asociatividad y promover políticas de crédito inclusivas son medidas clave para mejorar la gobernanza en este sector (Montoya-García, 2022). Además, las asociaciones público-privadas (APP) podrían fomentar el desarrollo de infraestructura y atraer inversiones, pero es necesario un marco regulador adecuado para proteger a los pequeños agricultores y garantizar una distribución equitativa de los beneficios (Otero-Tapia et al., 2022). En México, el apoyo institucional al desarrollo de la CAY ha sido más limitado, lo que se refleja en una evolución más lenta del sistema. Si bien en los últimos años se han impulsado acciones desde el gobierno federal mediante políticas públicas como el *Programa de Producción para el Bienestar* y, dentro de este, la *Estrategia de Acompañamiento Técnico para Bovinos Leche*, dichas iniciativas no han incorporado un enfoque estratégico orientado al aprovechamiento integral del cultivo de yuca a escala nacional. Esta ausencia de articulación específica ha restringido la consolidación de encadenamientos productivos y la expansión sostenida de la producción y comercialización del cultivo (Isaac Meneses, comunicación personal, 24 de septiembre, 2024).

Discusión

El análisis comparativo muestra que las diferencias observadas en la CAY en Colombia y México no responden principalmente a factores o agronómicas, sino a configuraciones organizativas e institucionales que condicionan la interacción entre actores y eslabones. Las dinámicas expresan procesos no lineales de ajuste y reconfiguración, cuyas respuestas emergen de la coevolución entre actores, normas, prácticas productivas y condiciones biofísicas e institucionales. Más que corresponder a etapas sucesivas de un desarrollo lineal, constituyen estructuras históricamente situadas que cuestionan la idea de una convergencia de los sistemas agroalimentarios hacia modelos homogéneos de organización y desempeño (Valentinov, 2014).

En el caso colombiano, la mayor institucionalización de la cadena adquiere relevancia analítica por sus implicaciones sobre la gobernanza y los mecanismos de coordinación. Arreglos

institucionales más densos tienden a favorecer procesos de aprendizaje colectivo y una mayor conexión entre eslabones, pero también generan nuevas formas de dependencia frente a dinámicas externas, como la volatilidad de los mercados o la presión regulatoria, que pueden reconfigurar las relaciones entre actores (Ceballos, 2012; Canales y Trujillo, 2023).

En México, por el contrario, la baja formalización institucional puede interpretarse como la expresión de un régimen adaptativo distinto, caracterizado por mayor flexibilidad organizativa y menor dependencia de estructuras formales de coordinación. Aunque este tipo de arreglo suele asociarse con restricciones para la expansión productiva o la diversificación de mercados, también permite respuestas rápidas frente a cambios en el entorno, apoyadas en la diversificación de actividades y en la centralidad del autoconsumo dentro de los medios de vida rurales (Rodríguez Fortes et al., 2020; Hernández-Guzmán et al., 2022).

Desde una perspectiva actuarial, la capacidad adaptativa de la cadena se asocia principalmente con las formas de relación entre los actores, más que con la fortaleza aislada de cada eslabón. La estabilidad y la densidad de estos vínculos condicionan la circulación de información, la coordinación de decisiones y la adopción de innovaciones, elementos centrales para la resiliencia de sistemas agroalimentarios complejos (Carmichael y Hadžikadić, 2019; Narassima, Anbuudayasankar, Mathiyazhagan, Ganesh y Lee, 2024).

Las presiones económicas, sociales y ambientales adquieren relevancia analítica en la medida en que actúan de forma simultánea sobre la cadena y condicionan su capacidad de respuesta. La plasticidad ecológica de la yuca la posiciona como un cultivo estratégico frente a escenarios de variabilidad climática (Ceballos et al., 2017); no obstante, la traducción de esa resiliencia agronómica en estabilidad productiva y económica depende de arreglos institucionales y organizativos específicos.

La diversificación de usos y mercados constituye un eje clave para comprender las trayectorias diferenciadas del CAY en ambos países. La ampliación hacia productos con mayor valor agregado y aplicaciones industriales (Del Rosario-Arellano et al., 2022b; Rosero et al., 2025) abre oportunidades de estabilización económica, pero también introduce nuevas exigencias en términos de coordinación, infraestructura y capacidades técnicas, lo que refuerza el carácter no lineal de los procesos de transformación de la cadena.

En conjunto, el desempeño y la resiliencia del CAY en Colombia y México se explican a partir de la interacción dinámica entre dimensiones institucionales, actorales y productivas, más que por la influencia de variables aisladas (Ohnishi et al., 2024). Esta interpretación contribuye a enriquecer el debate sobre la gobernanza de los sistemas agroalimentarios en América Latina y resalta la pertinencia de enfoques analíticos capaces de capturar la complejidad y diversidad de sus trayectorias de desarrollo.

El enfoque de SCA ha sido utilizado en el estudio de cadenas de valor de pequeños productores (Orr, Donovan y Stoian, 2018) y de cadenas agroalimentarias como sistemas complejos (Bryceson y Ross, 2020), pero su uso en el análisis comparativo de cadenas agroalimentarias específicas, como la yuca, continúa siendo limitado. Los hallazgos de este estudio amplían esta perspectiva al mostrar que cadenas sustentadas en un mismo cultivo pueden desarrollar trayectorias diferenciadas de organización y adaptación como resultado de configuraciones institucionales, actorales y territoriales distintas.

La comparación entre Colombia y México evidencia, además, que la capacidad adaptativa no constituye un atributo aislado de los actores o eslabones, sino una propiedad emergente de las relaciones que configuran el sistema. Esta perspectiva relacional tiene implicaciones directas para el diseño de políticas públicas: fortalecer la CAY no depende únicamente de invertir en producción, infraestructura y tecnología, sino también de generar mecanismos que sostengan la articulación entre actores, la diversificación y las capacidades organizativas territorialmente diferenciadas.

Aunque el análisis se centra en CAY en Colombia y México, los hallazgos no deben interpretarse como específicos del cultivo en sí, sino como expresión de dinámicas organizativas e institucionales que pueden observarse en otros sistemas agroalimentarios basados en productores de pequeña escala en contextos tropicales y subtropicales. En este sentido, la transferibilidad de los resultados no reside en la extrapolación directa a otros países o cultivos, sino en la identificación de patrones de articulación y coordinación que resultan relevantes para comprender trayectorias contrastantes en sistemas agroalimentarios con características estructurales similares.

Limitaciones

Este estudio se sustenta en evidencia cualitativa y contextual, conformada a partir de dos casos nacionales: Colombia y México. En consecuencia, los hallazgos deben entenderse como una interpretación comparativa situada, útil para identificar patrones y mecanismos plausibles, pero no para agotar la diversidad de arreglos presentes dentro de cada contexto. En particular, la escala nacional del análisis puede subrepresentar heterogeneidades subnacionales, como las diferencias entre regiones productoras, tipos de productores, niveles de organización y grados de inserción en los mercados, todas ellas relevantes para comprender variaciones internas en organización, coordinación y adaptación.

Asimismo, aunque el enfoque cualitativo ofrece profundidad interpretativa sobre la gobernanza, las relaciones entre actores y las dinámicas organizativas, limita la posibilidad de contrastar con precisión dimensiones de desempeño entre cadenas. En este sentido, futuras investigaciones podrían integrar indicadores cuantitativos de productividad, costos, diversificación, integración de mercados, generación de valor, adopción tecnológica y resiliencia socioeconómica, combinados con análisis de redes y métricas de coordinación que refuercen la comparabilidad entre territorios.

Por último, el análisis capta un estado de la cadena en un horizonte temporal acotado. Estudios posteriores podrían adoptar diseños longitudinales que permitan examinar cómo choques climáticos o de mercado reconfiguran la gobernanza, la coordinación y el aprendizaje colectivo a lo largo del tiempo, así como las condiciones bajo las cuales esos choques abren oportunidades de adaptación o, por el contrario, refuerzan bloqueos institucionales.

Conclusiones

El análisis comparativo de la CAY muestra que las dinámicas observadas responden a estructuras institucionales, actorales y productivas específicas, cuya interacción condiciona tanto la capacidad de articulación del sistema como sus márgenes de adaptación frente a contextos cambiantes. Estos resultados ofrecen elementos analíticos útiles para el estudio de otros sistemas agroalimentarios en

regiones tropicales, en la medida en que ponen de relieve el papel de la organización y la gobernanza en la configuración de trayectorias productivas diferenciadas.

El estudio aporta una síntesis comparativa organizada en dimensiones analíticas que permite comprender cómo distintos marcos institucionales y formas de relación producen dinámicas contrastantes dentro de un mismo cultivo en diferentes países, y ofrece una base empírica útil para el diseño de estrategias de gobernanza y fortalecimiento de la cadena agroalimentaria. En términos prácticos, esto implica que dichas estrategias no pueden limitarse a mejoras productivas y tecnológicas, sino que deben articularse con acciones que fortalezcan las relaciones entre actores, las capacidades organizativas y la diversificación de mercados, y que estén ajustadas a las condiciones institucionales y territoriales de cada contexto.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Rivera, N. (2024). Life cycle assessment of valorization of root and tuber crop wastes for bio-commodities and biofuels: Cassava as a case study. En R. C. Ray (Ed.), *Roots, tubers, and bulb crop wastes: Management by biorefinery approaches* (pp. 333-350). Springer, doi: https://doi.org/10.1007/978-981-99-8266-0_15
- Andrés-Meza, P., Aguilar-Rivera, N., Meneses-Márquez, I., del Rosario-Arellano, J. L., Bolio-López, G. I. y Leyva-Ovalle, O. R. (2024). Cassava cultivation; current and potential use of agroindustrial co-products. *AIMS Environmental Science*, 11(2), 248-278. Doi: <https://doi.org/10.3934/environsci.2024012>
- Baeza-Mendoza, L., Sánchez-Ruiz, B. A., Pérez-Robles, L.C., García-Centurión, J. A., Chan-Hernández, J. y Guzmán-Ceferino, J. (2026). Diversidad de alimentos envueltos en hoja y cocinados al vapor en Tabasco, México. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 36(67), 1-21, doi: <https://doi.org/10.24836/es.v36i67.1688>
- Béné, C., Oosterveer, P., Lamotte, L., Brouwer, I. D., De Haan, S., Prager, S. D. y Khoury, C. K. (2019). When food systems meet sustainability-Current narratives and implications for actions. *World Development*, 113, 116-130, doi: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.011>
- Bryceson, K. P. y Ross, A. (2020). Agrifood chains as complex systems and the role of informality in their sustainability in small scale societies. *Sustainability*, 12(16), 6535, doi: <https://doi.org/10.3390/su12166535>
- Canales, N. y Trujillo, M. (2023). *The cassava value web and its potential for Colombia's bioeconomy*. Stockholm Environment Institute, doi: <https://doi.org/10.51414/sci2023.038>
- Carmichael, T. y Hadžikadić, M. (2019). The fundamentals of complex adaptive systems. In T. Carmichael, A. Collins, y M. Hadžikadić (Eds.) *Complex adaptive systems*. (pp. 1-15). Springer, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-20309-2_1
- Ceballos, H. (2012). Cassava in the third millennium: Modern production, processing, use, and marketing systems. En B. Ospina Patiño y H. Ceballos (Eds.), *Cassava in the third millennium: Modern production, processing, use, and marketing systems* (pp.1-16). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Latin American and Caribbean Consortium to Support Cassava Research and Development (Clayuca); Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA). Recuperado de <https://hdl.handle.net/10568/54610>
- Ceballos, H., Sánchez, T. y Calle, F. (2017). Cassava breeding: Lessons learnt and future perspectives. *Sustainability*, 9(3), 10–25, doi: <https://doi.org/10.3390/su9030317>
- Centurión-Hidalgo, D., Espinosa-Moreno, J., de la Cruz-Lázaro, E., Báez-Mendoza, L., Sánchez-Ruiz, B. A. y Pérez-Robles, L.C. (2019). Estacionalidad de los vegetales comercializados en los mercados públicos del estado de Tabasco. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(53), 1-16, doi: <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.720>

Cadena agroalimentaria de *Manihot esculenta* Crantz
en Colombia y México: análisis comparativo desde sistemas complejos

Luna-Castellanos, Soto-Estrada, Burbano-Figueroa, Meneses-Márquez, Ruiz-Rosado, García-Pérez

- Darko-Koomson, D., Teo, C. H., Osei, S. y Nuamah, E. S. (2020). Factors influencing the adoption of cassava value chain interventions in developing countries. *Agriculture & Food Security*, 9(1), 16-28, doi: <https://doi.org/10.1186/s40066-020-00243-z>
- Del Rosario-Arellano, J. L., Aguilar-Rivera, N., Leyva-Ovalle, O. R., Andres-Meza, P., Meneses-Marquez, I. y Bolio-López, G. I. (2022a). Zonificación edafoclimática de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para la producción sostenible de bioproductos. *Revista de Geografía Norte Grande*, (81), 361-383, doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022022000100361>
- Del Rosario-Arellano, J. L., Bolio-López, G. I., Valadez-González, A., Zamora-Peredo, L., Aguilar-Rivera, N., Meneses-Márquez, I. y Leyva-Ovalle, O. R. (2022b). Exploration of cassava clones for the development of biocomposite films. *AIMS Materials Science*, 9(1), 85-104, doi: <https://doi.org/10.3934/matersci.2022006>
- Del Rosario-Arellano, J. L., Meneses-Márquez, I., Cruz-Moreno, F. Z., Serna-Lagunes, R., Leyva-Ovalle, O. R., Andrés-Meza, P., Verdejo-Lara, R. A., Llarena-Hernández, C. R. y Diaz-José, J. (2025). Diversidad morfo-agronómica de accesiones de *Manihot esculenta* Crantz: Implicaciones de conservación y manejo genético. *Revista Bio Ciencias*, 12, Artículo e1719, doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1719>
- Del Rosario-Arellano, J. L., Serna-Lagunes, R., Andrés-Meza, P., Leyva-Ovalle, O. R., Cebada-Merino, M. y Capetillo-Burela, Á. (2024). Estado actual y condiciones ecogeográficas de *Manihot esculenta* Crantz en la región Las Montañas, Veracruz. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 11(3): e3975, 1-16, doi: <https://n9.cl/jz6ox>
- Díaz-Echeverría, V. F., May-Ávila, Á., Santos-Ricalde, R. H. y Segura-Correa, J. C. (2025). Effect of feeding *Manihot esculenta* Crantz on egg production in laying hens. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 28, Artículo 135, 1-9, doi: <http://doi.org/10.56369/tsaes.6240>
- DiCicco-Bloom, B. y Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education*, 40(4), 314-321, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x>
- Durán, P. A., Vásquez Hernández, A., Meneses Márquez, I., Rodríguez Cuevas, M., Ramírez Guillermo, M. A. y Martínez Herrera, J. (2023). Impacto económico del biofertilizante micorrízico INIFAP^{MR} en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Veracruz. En M. E. López, O. H. Tosquy Valle, N. Peralta Antonio, R. L. Rebolledo García y A. Capetillo Burela (Eds.), *Ciencia y tecnología para un campo productivo y sustentable* (pp. 80-100). INIFAP. Recuperado de <https://img1.wsimg.com/blobby/go/24f1f128-d568-45f6-8b23-d773333306ea/RCVer2023.pdf>
- Ericksen, P. J. (2008). Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, 18(1), 234-245, doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002>
- Espitia-Montes, A. A., Pérez-Cantero, S. P., Támara-Morelos, R. E., Araújo-Vásquez, H. A., García-Peña, J. A., Rosero-Alpala, E. A., Regino-Hernández, S. M., Luna-Castellanos, L. L., García-Herazo, J. L., Martínez-Figueroa, R. R. y De La Ossa-Albis, V. A. (2022). *Manual de manejo de yuca industrial en el Caribe colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), doi: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405675>
- Fathima, M. A. y Venkataraman, R. (2022). Cassava (*Manihot esculenta*): Dual-use for food and bioenergy: A review. *Food and Energy Security*, 11(2), e374, doi: <https://doi.org/10.1002/fes3.374>
- Fereday, J. y Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating rigor using thematic analysis: A hybrid approach of inductive and deductive coding and theme development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 80-92, doi: <https://doi.org/10.1177/160940690600500107>
- Gaudin, Y. y Padilla-Pérez, R. (2020). *Los intermediarios en cadenas de valor agropecuarias: un análisis de la apropiación y generación de valor agregado*. Serie Estudios y Perspectivas, 186. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11362/45796>
- García-Vallejo, M. C. y Cardona-Alzate, C. A. (2024). Life cycle assessment of the cassava simplified value chain in Colombia and the use of cassava residues as energy carriers. *Industrial Crops and Products*, 210, 118135, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118135>
- Gobierno de México (2020). *México importó casi 16 millones de toneladas de maíz amarillo*. Gobierno de México. Recuperado de <https://n9.cl/17lm2e>
- Guptill, A. y Peine, E. (2021). Feeding relations: Applying Luhmann's operational theory to the food system. *Agriculture and Human Values*, 38(3), 741-752, doi: <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10185-8>

Cadena agroalimentaria de *Manihot esculenta* Crantz
en Colombia y México: análisis comparativo desde sistemas complejos

Luna-Castellanos, Soto-Estrada, Burbano-Figueroa, Meneses-Márquez, Ruiz-Rosado, García-Pérez

- Hernández-Guzmán, H., Aguilar-Cordero, W. D. J. y Gómez-Varela, C.S. (2022). Uso y manejo de raíces y tubérculos comestibles nativos en una comunidad maya de Yucatán, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 32(59), 1-27, doi: <https://doi.org/10.24836/es.v32i59.1177>
- Hood, A. S., Shackelford, G. E., Christie, A. P., Usieta, H. O., Martin, P. A. y Sutherland, W. J. (2023). A systematic map of cassava farming practices and their agricultural and environmental impacts using new ontologies: Agri-ontologies 1.0. *Ecological Solutions and Evidence*, 4(2), e12249, doi: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12249>
- Immanuel, S., Jaganathan, D., Prakash, P. y Sivakumar, P. S. (2024). Cassava for food security, poverty reduction and climate resilience: A review. *Indian Journal of Ecology*, 51(1), 21-31, doi: <https://doi.org/10.55362/IJE/2024/4191>
- Ingram, J. (2011). A food system approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food security*, 3(4), 417-431, doi: <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9>
- Luhmann, N. (1995). *Social systems*. California: Stanford University Press.
- Martínez-Reina, A. M., Araujo, H., Regino, S. M., Espitia, A., Tordecilla, L., Grandett, L., Pérez, S., Martínez, R. y Rosero, A. (2025). Farmers' Typologies for the Construction of a Technological and Socioeconomic Baseline of Industrial Cassava Organizations to Guide Research, Production, and Policy Design in Colombian Caribbean Region. *Agriculture*, 15(5), 488, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture15050488>
- Mateos-Maces, L., Castillo-González, F., Chávez-Servia, J. L., Estrada-Gómez, J. A. y Livera-Muñoz, M. (2016). Manejo y aprovechamiento de la agrobiodiversidad en el sistema milpa del sureste de México. *Acta Agronómica*, 65(4), 413-421, doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n4.50984>
- Mausch, K., Hall, A. y Hambloch, C. (2020). Colliding paradigms and trade-offs: Agri-food systems and value chain interventions. *Global Food Security*, 26, 100439, doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100439>
- Montoya-García, A. (2022). *La asociatividad en el proceso productivo de la panela, la yuca y el plátano en Colombia: una revisión exploratoria (2010-2020)*. (Tesis de licenciatura, Universidad de Antioquia). Repositorio institucional de la Universidad de Antioquia. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10495/34771>
- Narassima, M. S., Anbuudayasankar, S. P., Mathiyazhagan, K., Ganesh, K. y Lee, T. R. (2024). Supply chain resilience: conceptual model building and validation. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 27(5), 781-813, doi: <https://doi.org/10.1080/13675567.2022.2056584>
- Nohlen, D. (2013). El método comparativo. En D. Nohlen, *Ciencia política comparada. El enfoque histórico-empírico*. (pp. 111-128). Universidad de Granada. Recuperado de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/5.pdf>
- Ohnishi, S., Osako, M., Nakamura, S., Togawa, T., Kawai, K., Suzuki, K. y Tsuji, T. (2024). A Framework for Analyzing Co-Creation Value Chain Mechanisms in Community-Based Approaches: A Literature Review. *Sustainability*, 16(7), 2919, doi: <https://doi.org/10.3390/su16072919>
- Otero-Tapia, A. S., Zubiria Amador, D. A., Lima Hernández, Z. C. y Adarraga Mejía, J. E. (2022). Factores internos de vocación, integración y asociatividad de las empresas productoras de la yuca industrial en Corozal, Sucre. *Aglala*, 13(1), 179-193. Recuperado de <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/2186>
- Otero, A., Adarraga, J., Pitre, R., Castro, A. y Forero, L. (2024). Elements to Form the Industrial Cassava Value Chain in Corozal, Sucre. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 19(1), 259-278, doi: <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2024v19n1.11406>
- Orr, A., Donovan, J. y Stoian, D. (2018). Smallholder value chains as complex adaptive systems: A conceptual framework. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(1), 14-33, doi: <https://doi.org/10.1108/JADEE-03-2017-0031>
- Parra-Olarte, J. (2020). *Subsector productivo de la yuca*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Yuca/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales%20yuca.pdf>
- Pérez, D., Duputié, A., Vernière, C., Szurek, B. y Caillon, S. (2022). Biocultural drivers responsible for the occurrence of a Cassava bacterial pathogen in small-scale farms of Colombian Caribbean. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 841915, doi: <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.841915>
- Ragin, C. C. (1987). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. California: University of California Press. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnx57>

Cadena agroalimentaria de *Manihot esculenta* Crantz
en Colombia y México: análisis comparativo desde sistemas complejos

Luna-Castellanos, Soto-Estrada, Burbano-Figueroa, Meneses-Márquez, Ruiz-Rosado, García-Pérez

- Rodrigues Fortes, A., Ferreira, V., Barbosa Simões, E., Baptista, I., Grando, S. y Sequeira, E. (2020). Food Systems and Food Security: The Role of Small Farms and Small Food Businesses in Santiago Island, Cabo Verde. *Agriculture*, 10(6), 216, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture10060216>
- Rosero-Alpala, E. A., Ceballos-Lascano, H. y Rodríguez-Henao, E. (Eds.). (2023). Aportes y perspectivas del mejoramiento genético de yuca en el fortalecimiento de su red de valor en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), doi: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7406276>
- Rosero, A., Ceballos, H., León, R., García, J., Orozco, A., Silva, G., Montes, M., Martínez, R., Cordero, C., De la Ossa, V., Gallego-Castillo, S., Lenis, J. I., Salazar, S., Belalcazar, J. y Barragán-Hernández, W. (2025). Technical and Consumer Preferences Integrated for the Development of Cassava Varieties with High Nutritional Quality Adapted to Colombian Caribbean Coast. *Plants*, 14(21), 3238, doi: <https://doi.org/10.3390/plants14213238>
- Sandoval, V. y Ruiz, R. (2006). El rol de los recursos locales en la evaluación de la agroindustria rural del almidón agrio de yuca en el departamento de Cauca, Colombia. *Agroalimentaria*, 11(22), 41-47. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199216556004>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023). *Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Suryani, A., Masyhuri, M., Waluyati, L. R. y Utami, A. W. (2023). Risk Analysis on the Cassava Value Chain in Central Lampung Regency. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 9(2), 150-173, doi: <https://doi.org/10.18196/agraris.v9i2.333>
- Valdivia, N. A. G., Pech, G. M., Acedo, C. G., Gómez, E. A., López-Hernández, M. B. y Arroyo, A. P. (2023). Estimación del rendimiento de harina seca de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en un luvisol férreo de Campeche, México. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 11(1), 76-83, doi: <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2023.110100073>
- Valentinov, V. (2014). The complexity-sustainability trade-off in Niklas Luhmann's social systems theory. *Systems Research and Behavioral Science*, 31(1), 14-22, doi: <https://doi.org/10.1002/sres.2146>
- Wooding, S. P. y Peña, C. R. (2023). Genetic diversity of Yuca (*Manihot esculenta esculenta*; Cassava, Manioc), an indigenous crop in the Peruvian Amazon. *Diversity*, 15(12), 1158, doi: <https://doi.org/10.3390/d15121158>