



# Estado del arte sobre Supply Chain Management SCM en el sector cafetero colombiano

**Diego A. Marín Idárraga, Alexandra E. Duarte Castillo**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Ibagué, Colombia**

**Universidad de Caldas  
Manizales, Colombia**

## Resumen

Hoy día, la Supply Chain Management o SCM se ha convertido en un factor clave en la agroindustria. Durante los años 2022-2024, producto de la guerra entre Rusia y Ucrania se ha evidenciado que el intercambio de bienes y servicios es primordial para la supervivencia, siendo de vital importancia la oferta y demanda de alimentos con suficiencia, sanos e inoocuos. Alimentos como el café tienen una corta vida útil, por tanto, modelar matemáticamente los elementos que intervienen en la SCM es inevitable para el aseguramiento de la calidad del producto desde el análisis prospectivo, que conlleve a la toma óptima de decisiones estratégicas, tácticas, y operativas a partir de diversos enfoques cuantitativos y cualitativos, adaptados e integrados de manera efectiva, eficaz y eficiente; y en beneficio de la SCM. La tesis doctoral se centra en analizar el concepto de viabilidad de la cadena de valor del café de manera que integre los conceptos de agilidad, resiliencia y sostenibilidad, esta combinación implica la capacidad de la cadena de suministro para adaptarse rápidamente a cambios disruptivos en términos de mantener su eficiencia, efectividad y rentabilidad. La parte sostenible no solo implica una mirada económica y ambiental sino un análisis agrosocial con consecuencias planeadas para el progreso, equidad y desarrollo, por ser uno de los productos básicos comercializados más importantes en el mercado internacional, así como la bebida más popular en el mundo. El diseño de la red de la cadena de suministro se describe como parte del procedimiento de la SCM considerándose aspectos como la ubicación de las instalaciones, la asignación, la selección de proveedores, la gestión de inventario, además de las decisiones estratégicas que tienen impacto en costos operativos y de capital de la SCM.

El objetivo de este trabajo fue revisar el estado del arte sobre la SCM de café desde la red de abastecimiento, los procesos agroindustriales, la red de distribución; y los modelos matemáticos implementados; se recopila de manera breve las características

promisorias en la planeación de escenarios inciertos. De igual modo, se examina los desafíos de la institucionalidad cafetera que trata de asegurar confianza y equilibrio en términos de gobernanza y resiliencia, en procura del bienestar integral de la familia rural, al dignificar el rol de la mujer cafetera, tener una mayor cobertura en la asociatividad y el fomento de experiencias exitosas de cooperativismo.

De otro lado, la volatilidad del mercado y la incertidumbre posterior a la pandemia por Covid19, ha contribuido a un despertar del pensamiento disruptivo que conduce hacia la carrera por la innovación y la transformación digital en la SCM a nivel global. Por consiguiente, las innovaciones tecnológicas o digitales en la SCM del café tienen la potencialidad de ser usadas en la toma óptima de decisiones estratégicas, tácticas, y operativas, bajo escenarios de sostenibilidad. A su vez, el uso de IoT, Big data, Machine Learning y Blockchain han tenido una incorporación que ha sido gradual y paulatina para la seguridad de la información, por lo tanto, se convierte en un reto dentro del quehacer productivo y empresarial. En ese sentido, este trabajo proporciona las investigaciones más importantes, en relación con las tendencias para la cadena de valor del café, la optimización de la SCM y su relevancia e impacto en la sociedad.

**Palabras clave:** desarrollo tecnológico; cadena de valor del café; tendencias.

### **Abstract**

*Today, Supply Chain Management or SCM has become a key factor in agribusiness. During the years 2022-2024, because of the war between Russia and Ukraine, it has become evident that the exchange of goods and services is essential for survival, with the supply and demand of sufficient, healthy and safe food being of vital importance. Foods like coffee have a short shelf life, therefore, mathematically modeling the elements involved in SCM is inevitable for ensuring product quality from prospective analysis, which leads to optimal strategic, tactical, and decision-making. operational from various quantitative and qualitative approaches, adapted and integrated in an effective, efficient and efficient manner; and for the benefit of the SCM. The doctoral thesis focuses on analyzing the concept of viability of the coffee value chain in a way that integrates the concepts of agility, resilience and sustainability, this combination implies the ability of the supply chain to quickly adapt to disruptive changes in terms of maintain its efficiency, effectiveness and profitability. The sustainable part not only implies an economic and environmental perspective but also an agrosocial analysis with planned consequences for progress, equity and development, as it is one of the most important commercialized commodities in the international market, as well as the most popular drink in the world. The design of the supply chain network is described as part of the SCM procedure, considering aspects such as facility location, allocation, supplier selection, inventory management, in addition to strategic decisions that have an impact on operating and capital costs of the SCM.*

*The objective of this work was to review the state of the art on coffee SCM from the supply network, agroindustrial processes, and distribution network; and the mathematical models implemented; The promising characteristics in the planning of uncertain scenarios are briefly compiled. Likewise, the challenges of coffee institutions that try to ensure trust and balance in terms of governance and resilience are examined, in pursuit of the*

*comprehensive well-being of the rural family, by dignifying the role of coffee growing women, having greater coverage in associativity and the promotion of successful cooperative experiences.*

*On the other hand, market volatility and uncertainty following the Covid19 pandemic has contributed to an awakening of disruptive thinking that leads to the race for innovation and digital transformation in SCM at a global level. Consequently, technological or digital innovations in coffee SCM have the potential to be used in optimal strategic, tactical, and operational decision-making, under sustainability scenarios. At the same time, the use of IoT, Big data, Machine Learning and Blockchain have had a gradual and gradual incorporation for information security, therefore, it becomes a challenge within productive and business activities. In that sense, this work provides the most important research in relation to trends for the coffee value chain, the optimization of SCM and its relevance and impact on society.*

**Keywords:** technological development; coffee value chain; trends.

## 1. Introducción

La gestión de la cadena de suministro se ha convertido en un factor clave en la agroindustria. Durante el año 2022-2024, producto de la guerra entre Rusia y Ucrania se ha evidenciado que el intercambio de bienes y servicios es primordial para la supervivencia, modelar los elementos de la cadena de suministro es inevitable para el aseguramiento de la calidad del producto. Los componentes de la SCM del café incluyen la adquisición de la materia prima, la fabricación o producción, distribución y comercialización, transporte y entrega al consumidor final. Ahora bien, para lograr la viabilidad en la SCM del café se debe analizar en primera instancia, su capacidad para funcionar operativamente eficiente y su efectividad en la oferta-demanda, ello implica minimizar costos, reducir desperdicios y optimizar procesos y tiempos de distribución, fomentar canales óptimos de comunicación, minimizar pérdidas, adecuar la gestión de inventarios y cumplir con los tiempos de entrega.

Adicional, se debe incorporar en la SCM del café aspectos de flexibilidad o capacidad de adaptarse según ajustes en producción y distribución, acorde con las necesidades del mercado y los cambios en la relación oferta-demanda que incluye el análisis prospectivo según (Bunn *et al.*, 2015), el cambio climático, variación de precios entre otros. Para que la SCM pueda ser viable técnicamente debe reaccionar con agilidad y rapidez ante eventos inesperados, esta capacidad de respuesta permite un flujo constante de café frente a situaciones de desastre o interrupciones en los procesos de producción. Ahora bien, la sostenibilidad se debe dar de forma integral desde el mapeo de stakeholders que esperan a nivel financiero y socioeconómico la disminución de riesgos y dificultades intrínsecas o extrínsecas. El café sostenible busca un equilibrio entre factores ambientales, sociales y económicos.

En cuanto al modelado matemático de la cadena, es fundamental su realización para comprender la dinámica, optimizar recursos y que sirva para la toma de decisiones estratégicas, tácticas y operativas a partir de diversos enfoques cuantitativos y cualitativos, adaptados e integrados de manera efectiva, eficaz y eficiente expuestos

por (Chkanikova and Sroufe, 2021) que redunden en beneficio de la cadena de suministro. Los modelos matemáticos ayudan a prever escenarios, evaluar riesgos y mejorar la eficiencia y eficacia en cada uno de los eslabones que conforman la cadena. En Colombia, La SCM del café ha experimentado cambios significativos desde la ruptura del pacto cafetero mundial en 1989, sin embargo, sigue siendo el producto insignia del país, al hacer parte de la cultura y tradición, por tanto modelar matemáticamente la cadena desde una visión de transformación digital e Industria 5.0 aportaría elementos para ser más productivos y competitivos a nivel global. Es decir que este estudio busca también la integración prosocial y resiliencia con consecuencias planeadas en el progreso y desarrollo nacional y regional por ser uno de los productos básicos comercializados más importantes en el mercado internacional acorde con (Tharatipyakul *et al.*, 2022), así como la bebida más popular en el mundo.

## 2. Metodología

Para analizar el ecosistema de la cadena de suministro de café, que involucra la producción, agro industrialización, comercialización y distribución en el mercado, se planteó el método PRISMA para la búsqueda bibliográfica, en aras de una mejor comprensión de los problemas que afectan a la cadena de suministro. La Pregunta de investigación que se formuló fue la siguiente: ¿Cuáles son los modelos matemáticos enfocados en la cadena de suministro del café, que permiten estudiar la interacción dinámica entre las variables económicas, sociales y ambientales en escenarios de viabilidad usando innovaciones tecnológicas para lograr respuestas ágiles y resilientes que permitan aumentar el índice de competitividad?

Considerando esta pregunta se formuló una ecuación de búsqueda general como un primer acercamiento a las cadenas del café. No obstante, los resultados fueron analizados a partir de la selección documental conforme al objetivo de la pregunta de investigación y serán discutidos en la sección siguiente. Esto nos permitió tener un panorama general del área de estudio y poder clasificar los resultados de acuerdo con al interés de investigación. Ecuación genérica: ("supply chain\*" OR "generalized supply chain" OR "flexible supply chain" OR "supply chain network design" OR "optimize superstructure") AND (coffee OR "coffee chain simulation" OR "coffee supply chain" OR "coffee producers" OR "coffee value chain").

Los criterios de inclusión fueron el título, resumen y palabras claves, trabajos desarrollados entre 2011-2023, trabajos publicados en inglés y español. Bases de datos citacionales (referenciales) revisadas para este estudio: Web of Science y Scopus, que brindaron un panorama sobre los avances, progreso y evolución que ha tenido las investigaciones actuales en derredor de la temática seleccionada. Los criterios de exclusión han sido palabras como "café y salud", "riesgos para la salud del café", cafeína, "propiedades anticancerígenas", cardiovascular, "agronomía del café" y fisicoquímica.

## 3. Resultados obtenidos



Los resultados obtenidos se analizaron y clasificaron considerando los componentes señalados en la Tabla 1: modelos matemáticos, cadena de suministro del café, variables económicas, sociales, ambientales, tecnológicas; escenarios de viabilidad y sostenibilidad.

Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Modelado Modelos matemáticos Modelamiento Descripción matemática Representación Optimización Modelos de optimización MILP MINLP	Cadena suministro en general Cadena de suministro de café Metodología Redes de valor Cadenas de valor	Variables económicas, sociales, ambientales, tecnológicas Bioeconomía circular Variables financieras, socioeconómicas, comunitarias Gobernanza, Factores económicos Parámetros Indicadores	Escenarios de sostenibilidad y viabilidad Agilidad y resiliencia Planeación y Planificación Mujeres rurales Asociatividad Ruralidad Decisiones estratégicas Decisiones operativas Decisiones tácticas Ecodesarrollo Género y poder Desigualdad e Inequidad

**Tabla 1.** Términos o componentes analizados

Los resultados obtenidos a partir del análisis cuantitativo evidencian que a partir de la ecuación de búsqueda bibliográfica se obtuvieron 452 fuentes documentales que fueron organizadas a través del software o gestor de referencias Mendeley y fueron objeto de revisión exhaustiva y sistemática, de las cuales 4 mencionan mujeres rurales cafeteras, 67 tratan sobre transformación digital en SCM y 24 están relacionadas directamente con la gestión de la cadena de suministro de café en Colombia.

#### 4. Tendencias de investigación en la cadena de suministro del café

La transformación digital, cuando se combina con la agilidad y la resiliencia, permite a las cadenas no solo adaptarse rápidamente a los cambios y demandas del mercado, sino también resistir y recuperarse de crisis y perturbaciones. Esto se traduce en una mayor eficiencia operativa, una mejor capacidad de respuesta y una fortaleza organizacional que asegura la viabilidad y el crecimiento sostenido en un entorno empresarial cada vez más dinámico y complejo ((Kittichotsatsawat et al., 2021). La Transformación digital en la cadena del café es la tendencia de investigación más prominente según (Jackson, 2019), dado que es fundamental para el desarrollo óptimo de la cadena de suministro, sus efectos, potencialidades y análisis junto con las tecnologías de plataforma, se están haciendo cada vez más pronunciados en las empresas (Gupta et al., 2022). Sumado a esto, la Inteligencia artificial IA y el progreso de plataformas colaborativas basadas en la nube para la gestión de desastres, clima extremo y operaciones de emergencia deben ser consideradas en escenarios flotantes

o cambiantes en el corto y mediano plazo y podrían ser adaptativas para dar respuesta rápidas y eficientes a desafíos complejos en la sostenibilidad y viabilidad.

#### **4.1). IoT, Big data, Blockchain y Machine Learning para la cadena del café**

La aplicación de análisis de IoT, Big data, Blockchain, Machine Learning y el uso de tecnologías modernas para aumentar la eficacia y efectividad de la cadena de suministro de café a lo largo del proceso, revela que varias herramientas se pueden aplicar dentro de la gestión, al constituir una mayor ventaja competitiva en las organizaciones mediante el suministro de datos. Ayuda, además, a examinar las características de los datos interconectados y su relación e impacto desde las decisiones que se tomen. De la misma manera, contribuye con el monitoreo y la gestión ágil de los riesgos de la cadena de suministro en el marco de gestión de procesos. Por tanto, todo ello asegura la sostenibilidad y competitividad en la gestión de la cadena (Kittichotsatsawat et al., 2021).

#### **4.2). Planeación de escenarios de sostenibilidad para la cadena agroindustrial del café**

El diseño y ejecución de estudios sobre planeación de escenarios también denominados escenarios de sostenibilidad de múltiples perspectivas además del enfoque de planeación estratégica en escenarios inciertos para la cadena de café permiten la predicción de eventos disruptivos en la planificación del suministro (Shavazipour et al., 2021). Por consiguiente, la evaluación de escenarios de sostenibilidad genera una mejor capacidad de toma de decisiones por parte de los stakeholders en el mercado del café identificando las barreras los impulsores como también, la dinámica del margen de precios en el mercado internacional y la optimalidad de la sostenibilidad en la cadena de suministro en relación con la oferta y demanda, configurando la incidencia en las políticas de compra-venta de café, los cambios en la gobernanza y la resiliencia de la cadena de suministro que comprende la red de abastecimiento, los procesos productivos y la red de distribución. Para ellos es necesario integrar un modelo matemático con aspectos sostenibles desde una mirada no solo económica y ambiental sino también social como por ejemplo la dignificación del rol de la mujer cafetera, todo ello soportado en la transformación digital, la confianza entre los stakeholders de la SCM del café para el fomento de la asociatividad y el cooperativismo, como también en el marco de la Industria 5.0.

### **5. Características promisorias en la cadena de suministro de café**

En la tabla 2 se analizan las características promisorias a partir del ejercicio de vigilancia tecnológica llevado a cabo para la SCM del café y en relación con la disruptividad, los cambios postpandemia, la volatilidad del mercado y precios. Este resumen de artículos obtenidos en Scopus y WoS permite tener un panorama de investigación sobre los vacíos de conocimiento, y adicional sobre la aplicabilidad de la IA en la SCM del Café, en la carrera por la innovación.

Industria 5.0	Inteligencia Artificial y ciencia de datos*			Herramienta tecnológica		Consideraciones sobre la SCM del café	Estudio de caso	Autores
	BC	BD	ML	Presenta una solución	Usaron algoritmos			
Transparencia, rastreo, trazabilidad y calidad del café	x			Ü		Sistema descentralizado - RCSC (Real Coffee Supply Chain) - red Ethereum Virtual Machine BC basada en Ethereum. MILP – MINLP	India	(Rai <i>et al.</i> , 2024)
Eficiencia, transparencia, adaptabilidad y escalabilidad	x				Ü	Concepto de interacción de contrato inteligente que facilita la automatización y gestión de interacciones con alta eficiencia.	Indonesia	(Saputra <i>et al.</i> , 2024)
Garantía de calidad		x		Ü		Características relevantes de la cadena de valor y bienestar de caficultores	Uganda	(Arslan <i>et al.</i> , 2024)
Cadenas de valor digitalizadas		x		Ü		Producción y el consumo de café sean más sostenibles en el futuro.	Filipinas	(Opoku <i>et al.</i> , 2023)
Impacto social, trazabilidad y justicia económico-social	x			Ü		Establecimiento de conexiones sociales más sólidas entre clientes y caficultores	Reino Unido	(Chen, 2023)
Gestión del conocimiento sobre sostenibilidad y aprendizaje en SCS		x			Ü	Múltiples ciclos de aprendizaje entre la gestión del conocimiento del proveedor y el aprendizaje en supply chain sustainability SCS	Francia	(Silva <i>et al.</i> , 2023)
Trazabilidad, seguridad y calidad del producto	x			Ü		Análisis del caso de Lavazza	Italia	(Gazzola <i>et al.</i> , 2023)
Estructura de red, diferencias de poder y estabilidad de alianzas		x			Ü	Modelo reflexivo formativo y la posible mediación por diferencias de poder y otros factores que influirían en la estabilidad de alianzas estratégicas.	Indonesia	(Murwani <i>et al.</i> , 2023)
Trazabilidad	x			Ü		Modelo para transformar un proceso de negocio de SCM en un flujo de trabajo blockchain, al monitorear el estado de cada lote de café.	Indonesia	(Alamsyah <i>et al.</i> , 2023)
Sistemas de información digital		x		Ü		Método de análisis del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM).	Indonesia	(Panggabean and Arsyad, 2023)
Impacto de la escasez de agua		x			Ü	El consumo de café se concentra en el "Norte Global", mientras que la producción se ubica principalmente en el "Sur Global".	Dinamarca	(Sporchia <i>et al.</i> , 2023)
Resiliencia		x		Ü		Modelado híbrido para el diseño resiliente de redes de suministro	Colombia	(Clavijo-Buritica <i>et al.</i> , 2022)
Indicador geográfico, distribución justa	x			Ü		Marco teórico institucional y de stakeholders para comprender la implementación de un	India	(Sharma, 2021)

del valor y la procedencia			proyecto blockchain integrado en una lógica territorial para una SCM		
Transparencia y trazabilidad	x	ü	Marco de formato de valor clave basado en blockchain para contratos dinámicos e inteligentes	Indonesia	(Saputra et al., 2023)
Autenticidad	x	ü	RCSC (Real Coffee Supply Chain) permite a los clientes rastrear toda la SCM	India	(Rai et al., 2023)
Protección	x	ü	Metodología del ciclo de vida de desarrollo de software (SDLC).	Indonesia	(Nurhazizah et al., 2023)
Gobernanza	x	ü	Legitimidad en la gobernanza ambiental global mediante la exploración de la gestión del riesgo climático transfronterizo	Brasil	(Dzebo and Adams, 2023)

**Tabla 2.** Resumen de artículos sobre Inteligencia Artificial e industria 5.0 en la SCM del café.  
 \* BC: Blockchain BD: Big data ML: Machine learning

De acuerdo con la revisión exhaustiva llevada a cabo en la Tabla 2, se deduce que se han publicado reseñas valiosas e interesantes sobre la temática del Supply Chain que cubre la cadena del café. Sin embargo, un análisis multiobjetivo de la cadena de suministro desde la transformación digital que involucre la construcción de una plataforma tecnológica para la toma óptima de decisiones estratégicas, tácticas y operativas, mediante el modelado matemático a partir de variables sociales, ambientales y económicas y tecnológicas no ha sido el objetivo principal de estas reseñas. En particular, para la SCM del café es complejo establecer un modelado matemático bajo escenarios de sostenibilidad, los modelos existentes no han contemplado todos estos factores, Por lo tanto, el diseño de una plataforma dinámica soportada en tecnología podría ser útil para estos propósitos y servir en la toma óptima de decisiones dentro del quehacer productivo y empresarial, que aporte a la gobernanza y resiliencia de la cadena cafetera en Colombia.

## 8. Conclusiones

Existe una necesidad de desarrollo en IoT, Big data, Blockchain y Machine Learning que beneficien a la cadena del café pero que, a su vez, contribuyan a la conservación de recursos no renovables como el agua y suelo, al promover estándares de alta calidad para este producto. Existe un número escaso de investigaciones y desarrollo orientado al diseño y operación de cadenas viables que permitan el mejoramiento de la toma de decisiones tácticas, operativas y estratégicas, al considerar escenarios de agilidad, resiliencia y sostenibilidad, dado que hoy día los retos del sector cafetero aún no están siendo del todo atendidos por la institucionalidad, para lograr la adaptación y el cambio bajo una mirada de equidad social y desde la óptica de la transformación digital.

Las innovaciones tecnológicas o digitales en la SCM del café en Colombia tienen la potencialidad de ser usadas en la toma óptima de decisiones estratégicas, tácticas, y

operativas, bajo escenarios de sostenibilidad. A su vez, el uso de IoT Big data, Machine Learning y Blockchain han tenido una incorporación que ha sido gradual y paulatina para la seguridad de la información, la trazabilidad, transparencia, rastreo, alta calidad del producto y autenticidad. Por lo tanto, se convierte en un reto dentro del quehacer productivo y empresarial. En ese sentido, este trabajo proporcionó las investigaciones más importantes según Tabla 2, en relación con las tendencias para la cadena de valor del café, a partir del modelado matemático multiobjetivo detectado como lo son la programación lineal y no lineal de enteros mixtos (MILP y MINLP), la optimización de la función objetivo para la SCM, considerando a futuro la inclusión y planeación de escenarios de viabilidad, agilidad, resiliencia y sostenibilidad, como también la relevancia de este tipo de investigaciones al repercutir en los ejercicios de gobernanza, calidad del producto, trazabilidad y transformación digital e industria 5.0, generando mayor competitividad en el sector productivo y por ende, un impacto en la sociedad.

## 9. Referencias

- Alamsyah A., Widiyanesti S., Wulansari P., Nurhazizah E., Dewi A.S., Rahadian D., Ramadhani D.P., Hakim M.N., Tyasamesi P. (2023). Blockchain traceability model in the coffee industry. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(1): <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100008>
- Arslan C., Gregg D., Wollni M. (2024). Paying more to make less: value degrading in the coffee value chain in eastern Uganda. *American Journal of Agricultural Economics*, 106(1): 96-117. <https://doi.org/10.1111/ajae.12389>
- Bunn C., Läderach P., Ovalle Rivera O., Kirschke D. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*, 129(1-2): 89-101. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Chen S. (2023). Blockchain for social impact: Enhancing traceability and economic fairness in the coffee supply chain. In *Concepts, Technologies, Challenges, and the Future of Web 3* (pp. 374-399). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9919-1.ch018>
- Chkanikova O., Sroufe R. (2021). Third-party sustainability certifications in food retailing: Certification design from a sustainable supply chain management perspective. *Journal of Cleaner Production*, 282: 124344. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124344>
- Clavijo-Buritica N., Triana-Sanchez L., Escobar J.W. (2022). A hybrid modeling approach for resilient agri-supply network design in emerging countries: Colombian coffee supply chain. *Socio-Economic Planning Sciences*,. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101431>
- Dzebo A., Adams K.M. (2023). Contesting legitimacy in global environmental governance - An exploration of transboundary climate risk management in the Brazilian-German coffee supply-chain. *Earth System Governance*, 15:. <https://doi.org/10.1016/j.esg.2023.100166>
- Gazzola P., Pavione E., Barge A., Fassio F. (2023). Using the Transparency of Supply Chain Powered by Blockchain to Improve Sustainability Relationships with Stakeholders in the Food Sector: The Case Study of Lavazza. *Sustainability (Switzerland)*, 15(10):. <https://doi.org/10.3390/su15107884>
- Gupta S., Modgil S., Kumar A., Sivarajah U., Irani Z. (2022). Artificial intelligence and cloud-based Collaborative Platforms for Managing Disaster, extreme weather and emergency operations. *International Journal of Production Economics*, 254: 108642. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108642>
- Jackson N.C. (2019). Managing for competency with innovation change in higher education: Examining the pitfalls and pivots of digital transformation. *Business Horizons*, 62(6): 761-772.

- <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.08.002>
- Kittichotsatsawat Y., Jangkrajarn V., Tippayawong K.Y. (2021). Enhancing coffee supply chain towards sustainable growth with big data and modern agricultural technologies. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8):. <https://doi.org/10.3390/su13084593>
  - Kolk A. (2013). Mainstreaming sustainable coffee. *Sustainable Development*, 21(5): 324-337. <https://doi.org/10.1002/sd.507>
  - Murwani I.A., Mursitama T.N., Furinto A., Abdinagoro S.B. (2023). Network structure, power difference and alliance stability in sustainable supply chain management: A case in agri-food industry. In C. Harito, E. Sitepu, & N. null (Eds.), *AIP Conference Proceedings (Vol. 2594)*. American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0113929>
  - Nurhazidah E., Tyasamesi P., Alamsyah A., Kannan R. (2023). Ensuring Coffee Quality through Blockchain Traceability: A Methodical Approach Using Software Development Life Cycle. *2023 International Conference on Digital Business and Technology Management, ICONDBTM 2023*. <https://doi.org/10.1109/ICONDBTM59210.2023.10326756>
  - Opoku E.K., Wang M.-J.S., Guevarra S., Bazylewich M., Tham A. (2023). Envisioning digitalised value chains in the aftermath of COVID-19: a case study of Philippine coffee. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 13(5): 797-811. <https://doi.org/10.1108/JADEE-12-2021-0315>
  - Panggabean Y.B.S., Arsyad M. (2023). The Future of Coffee, Digital Technology and Farmer's Income. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(2): 411-418. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180209>
  - Rai B.K., Singh D., Sharma N. (2023). Blockchain based supply chain management system. In *Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security: Volume 1 (Vol. 1, pp. 786-790)*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003393580-116>
  - Rai B.K., Singh D., Sharma N. (2024). Blockchain based supply chain management system. In A. Dagur, K. Singh, P. S. Mehra, & D. K. Shukla (Eds.), *Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security - Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security, ICABCS 2023 (Vol. 1, pp. 786-790)*. CRC Press/Balkema. <https://doi.org/10.1201/9781003393580-116>
  - Saputra I., Arkeman Y., Jaya I., Hermadi I., Akbar N.A., Sutedja I. (2023). AniraBlock: A leap towards dynamic smart contracts in agriculture using blockchain based key-value format framework. *Communications in Science and Technology*, 8(2): 154-163. <https://doi.org/10.21924/cst.8.2.2023.1240>
  - Saputra I., Arkeman Y., Jaya I., Hermadi I., Sutedja I. (2024). Blockchain-based key-value store to support dynamic smart contract interaction in the agricultural sector. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 33(1): 622-633. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v33.i1.pp622-633>
  - Sharma M.G. (2021). Supply chain, geographical indicator and blockchain: provenance model for commodity. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2021-0288>
  - Shavazipour B., López-Ibáñez M., Miettinen K. (2021). Visualizations for decision support in scenario-based multiobjective optimization. *Information Sciences*, 578: 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.07.025>
  - Silva M.E., Pereira M.M.O., Boffelli A. (2023). Bridging sustainability knowledge management and supply chain learning: evidence through buyer selection. *International Journal of Operations and Production Management*, 43(6): 947-983. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2022-0047>
  - Sporchia F., Caro D., Bruno M., Patrizi N., Marchettini N., Pulselli F.M. (2023). Estimating the impact on water scarcity due to coffee production, trade, and consumption worldwide and a focus on EU. *Journal of Environmental Management*, 327: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116881>

- Tharatipyakul A., Pongnumkul S., Riansumrit N., Kingchan S., Pongnumkul S. (2022). Blockchain-Based Traceability System From the Users' Perspective: A Case Study of Thai Coffee Supply Chain. IEEE Access, 10: 98783-98802. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3206860>

### Sobre los autores

- **Alexandra Duarte Castillo:** Ingeniera química, Magister en Ingeniería-química, PhD en Ingeniería \_ Industria y Organizaciones. Docente de planta Universidad de Caldas – Facultad de Ingeniería. [alexandra.duarte@ucaldas.edu.co](mailto:alexandra.duarte@ucaldas.edu.co)
- **Diego Alberto Marín Idárraga:** Ingeniero agroindustrial, Especialista en evaluación y desarrollo de proyectos, Máster of arts in education, estudiante de Doctorado en Ingeniería de la Universidad de Caldas. [diego.marin@unad.edu.co](mailto:diego.marin@unad.edu.co) – [diego.marin33993@ucaldas.edu.co](mailto:diego.marin33993@ucaldas.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2024 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)