

# Mejora del Proceso de Trazabilidad del café utilizando tecnología blockchain

Luis Alberto<sup>1</sup>

Gianella Basilio<sup>2</sup>

Jhonny Cabellos<sup>3</sup>

---

## RESUMEN

El café constituye un producto importante en el mercado peruano sin embargo su producción y comercialización enfrenta un conjunto de problemas relacionados a garantizar la calidad del producto y proceso. Las principales empresas acopiadoras compran en base a relaciones de confianza con sus proveedores y esta condición no es garantía que no existan posibilidades de engaño, mezclas y cambios en el beneficio y el transporte del café. Asimismo, la falta de transparencia en el comercio, justifica que todavía existan empresas acopiadoras que no demuestran suficiente transparencia en sus sistemas y compran café de algunos productores, haciéndolo pasar por café de otros orígenes. En este contexto el presente artículo presenta una solución informática que facilite la trazabilidad utilizando los beneficios de la tecnología blockchain para garantizar la integridad y veracidad de la información, garantizando que el cliente final reciba un producto de calidad y facilitando la comunicación entre los diversos actores del proceso.

**Palabras clave: blockchain, café, trazabilidad**

---

## Improvement of the Coffee Traceability Process using blockchain technology

### ABSTRACT

Coffee is an important product in the Peruvian market, however its production and marketing face a set of problems related to guaranteeing the quality of the product and process. The main collection companies buy based on relationships of trust with their suppliers and this condition is not a guarantee that there are no possibilities of deception, mixtures and changes in the benefit and transport of coffee. Likewise, the lack of transparency in trade justifies that there are still collection companies that do not demonstrate sufficient transparency in their systems and buy coffee from some producers, passing it off as coffee from other origins. In this context, this article presents a computer solution that facilitates traceability using the benefits of blockchain technology to guarantee the integrity and veracity of the information, guaranteeing that the end customer receives a quality product and facilitating communication between the various actors in the sector. process.

Keywords: blockchain, coffee, traceability

Aprobado por:



---

Ingeniero Jorge Carrillo  
Coordinador General del Proyecto

Fecha Hito No.3: 19 de noviembre 2022

---

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú

<sup>2</sup> Agro Negocios

<sup>3</sup> Agro Negocios

## INTRODUCCIÓN

El presente artículo busca presentar una mejora al proceso de trazabilidad del café que garantice al comprador la calidad del mismo. Para ello se propone utilizar la tecnología blockchain en base a los beneficios que posee.

En la primera parte del artículo se presenta una descripción general del contexto y el problema que se plantea resolver. A continuación, se realiza una revisión del estado del arte de soluciones existentes que soportan la hipótesis de que un Sistema de trazabilidad constituiría una mejora para los procesos de comercialización y exportación del café. Posteriormente se describe la solución propuesta y los resultados obtenidos. Finalmente se presentan las conclusiones del proyecto de investigación.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema nace del análisis de la industria del café en Perú. El café peruano se exporta en cerca del 99% del total de la producción, confirmando así el bajo nivel de consumo per cápita nacional (con aproximadamente 650gr, seguidos por Colombia con 2kg y Brasil con 4kg). ( **Global Agricultural Information Network - USDA, 2017**)

Esto confirma la condición de commodity, esencial para la economía peruana y afecta directamente a la volatilidad del mercado internacional. Se estima que existen unas 81 organizaciones de café en Perú (entre asociaciones y cooperativas de productores), las cuales representan aproximadamente al 30% del

total de los productores que están agrupados. Asimismo, el 61% (50 organizaciones) de ellas exporta de manera directa, mientras que el resto (31 organizaciones) lo hace a través de alguna empresa exportadora. (**Díaz Vargas & Carmen Willems, 2017**)

En Perú existe la Junta Nacional de Café (JNC) como principal gremio nacional cafetalero reconocido. Asimismo, existe la Cámara Peruana del Café y Cacao (CPC), que representa a las empresas exportadoras en su conjunto. Ambas instituciones tienen una fuerte presencia en el sector y son presididas por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (**Díaz Vargas & Carmen Willems, 2017**)

El Perú no es un exponente en la exportación de café convencional como Brasil, Vietnam o Colombia. Sin embargo, es un actor principal en el mundo del café orgánico, siendo el segundo productor y exportador de café orgánico a nivel mundial. (**Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, MINAGRI, 2015**)

El problema es que a lo largo de los años el precio del café FTO exportado por Perú ha caído considerablemente. Este debería ser un mínimo de US \$ 1,90 / lb FOB hoy; sin embargo, desde 2014 se ha producido una caída sostenida en la misma (con una ligera recuperación en 2019) para más del 96% de la demanda. (**Veritrade Business, 2019**)

Asimismo, la proporción de cooperativas o asociaciones de productores que exportan directamente su producto a un precio superior al mínimo ha ido disminuyendo a lo largo del período 2014-2018, con una recuperación en 2019. Esto no significa que la situación general haya mejorado, por el contrario, el precio promedio de estos grupos ha ido disminuyendo

con el tiempo, con una caída de casi \$ 70 entre 2014 y 2019. **(Díaz Vargas & Carmen Willems, 2017)**

Para el año 2019, las exportaciones del grano verde fueron de 222,952 TM siendo realizadas la mayoría por intermediarios y organizaciones de productores. **(Veritrade Business, 2019)**

Por otro lado, si bien en los últimos años, las ventas de café han ido en aumento, la calidad ha venido siendo un factor diferenciador entre los diferentes productores de café *(Entrevista Con Jorge Carrillo Enriquez - Especialista Del Rubro, 2022)*

Las principales empresas acopiadoras compran en base a relaciones de confianza con sus proveedores, esta condición no es garantía que no existan posibilidades de engaño, mezclas y cambios en el beneficio y el transporte del café. *(Entrevista Con Jorge Carrillo Enriquez - Especialista Del Rubro, 2022)*

Asimismo, la falta de transparencia en el comercio, justifica que todavía existan empresas acopiadoras que no demuestran suficiente transparencia en sus sistemas y compran café de algunos productores, haciéndolo pasar por café de otros orígenes. Las empresas grandes realizan exhaustivos seguimientos a sus producciones para garantizar el origen y calidad del café que luego venderán, pero en ese sentido siempre está pendiente el tema de mejorar la confiabilidad a través de sistemas de seguridad que aún no se tienen implementados *(Entrevista Con Jorge Carrillo Enriquez - Especialista Del Rubro, 2022)*

Así mismo, para los productores de café es muy difícil encontrar una herramienta que les permita dar un salto tecnológico y de información para

implementar un sistema de trazabilidad eficiente porque presenta la dificultad de controlar los diferentes procesos en el campo. Esto hace difícil garantizar al 100% la procedencia y las condiciones de producción del café.

Con base en lo anterior, la solución propuesta está dirigida a importadores extranjeros de café, quienes buscan un producto que tenga trazabilidad mediante un proceso seguro y confiable de información.

## **ESTADO DEL ARTE**

La trazabilidad en la industria alimentaria es un tema que ha cobrado fuerza en las últimas décadas. Para 1998 (Moe, 1998) estimó que la demanda de información a lo largo de la cadena alimentaria aumentaría y establecería requisitos más altos para sistemas de trazabilidad bien estructurados.

Por su parte Aung & Chang mencionan que el uso de teléfonos móviles acelera la era de la ubicuidad. La capacidad de comprobar la seguridad alimentaria en manos del consumidor se ha convertido en una realidad mediante el etiquetado de productos con RFID o códigos de barras que se pueden leer con un teléfono móvil. Los teléfonos inteligentes facilitan trazabilidad debido a su portabilidad, movilidad, accesibilidad a Internet y soporte de software de aplicaciones. Los consumidores pueden escanear el código en la tienda usando la cámara de un teléfono móvil o un lector RFID móvil incorporado para que puedan conocer el historial del producto al alcance de la mano y realizar compras de

alimentos seguros y de calidad. Incluso pueden ofrecer comentarios al agricultor. (2014)

Por su parte el uso de blockchain provee muchos beneficios a las empresas. Miatton & Amado (2020) señala los siguientes beneficios para la industria del café:

- 1) Ofrecer total transparencia en la cadena de valor del café para que todos puedan saber exactamente de dónde vino el café, así como las condiciones en que fue enviado. Al mismo tiempo permite la transparencia total de los precios para garantizar que a los productores se les paguen precios justos por sus cultivos.
- 2) Permitir la optimización de procesos y la gestión de demanda colaborativa entre agricultores y compradores, lo que permite construir mejores modelos de pronóstico, identificar cuellos de botella y, a su vez, desbloquear la eficiencia de la cadena de suministro.
- 3) Entregar trazabilidad de extremo a extremo y verificación de procedencia a lo largo de toda la cadena de suministro, con el fin de certificar el origen del café así como su calidad y frescura.
- 4) Permitir la visibilidad de los agricultores y soportar la implementación de posibles modelos de negocio inclusivos. Esto, a su vez, creará un círculo virtuoso positivo en el que los productores que produzcan un excelente café serán recompensados en consecuencia, lo que los motivará aún más a producir un café aún mejor.
- 5) Empoderar a los productores para compartir de forma segura auditorías y certificados, con el fin de demostrar que

utilizan y promueven prácticas sostenibles en su finca.

- 6) Digitalizar el complejo y laborioso rastreo en papel requerido a medida que los bienes se mueven a lo largo de la cadena de suministro desde la finca hasta el consumidor final.
- 7) Asegurar la confidencialidad de los datos, evitando que cualquier persona en la cadena acceda a información comercial que debe mantenerse privada.

Con base en lo anterior, en el ámbito de la trazabilidad, mediante el uso de blockchain, cuando el producto pasa del fabricante al cliente, se pueden registrar datos importantes en la cadena de bloques. Las empresas y consumidores pueden así rastrear productos y materias primas para monitorear efectivamente la calidad del producto. (Xu et al., 2019)

Un dato interesante sobre la predisposición del público para utilizar herramientas basadas en blockchain para la trazabilidad del café se encuentra en el estudio de Dionysis y otros (2022). En este estudio se observa una disposición de los participantes a pagar un precio más alto por café trazable con blockchain. Aunque creían que este tipo de café sería más caro, el 75,6 % de los participantes indicaron que estaban dispuestos a pagar al menos un 5 % más por el café trazable a través de la cadena de bloques, con un aumento de precio que oscilaba entre el 5 % y el 30 %.

Con base en los beneficios anteriores una revisión de la literatura evidencia el interés por implementar sistemas de información para la trazabilidad en la industria del café. En (Pradana et al., 2020) se presenta un modelo para la

implementación de un sistema de información en que se identifican como actores principales a los agricultores, las cooperativas, cafeterías y el consumidor final. La propuesta desarrollada en el presente proyecto extiende este modelo identificando actores adicionales para el proceso de exportación.

Así mismo es posible identificar propuestas de sistemas desarrollados en diferentes contextos, cada uno de los cuales presenta sus propias características y cuya implementación responde a contextos diferentes (Castillo Landínez et al., 2019; Tharatipyakul et al., 2022; Thiruchelvam et al., 2018)

## **METODOLOGÍA**

Dado que la solución planteada se apoya en una solución tecnológica basada en blockchain el proyecto se desarrolló con base en un enfoque de desarrollo ágil dividido en ciclos cortos de desarrollo y retroalimentación en el que participaron representantes de la empresa que propone el proyecto, una empresa desarrolladora de software y un investigador por parte de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Previo a esto se requirió modelar el proceso de producción, procesamiento y exportación del café a fin de identificar a los diferentes actores que forman parte de la cadena de suministro.

Con respecto a la tecnología blockchain, existen varias implementaciones de redes blockchain públicas, como Ethereum o privadas. En este caso se optó por utilizar la red hyperledger. A

diferencia de otras tecnologías de registros distribuidos que fueron diseñados originalmente para uso público, donde no hay privacidad ni gobernanza; Hyperledger Fabric fue diseñado con estas características como base. (HyperLedger Fabric, 2018) , lo que se considera como requisito para garantizar la administración adecuada de la información.

Durante la fase de comprensión del problema y construcción de la arquitectura del software se establece un flujo de proceso de trazabilidad, que abarca todo el proceso de producción y comercialización del café orgánico, esta fue validada con información brindada por la empresa ejecutora del proyecto a través de contratos, archivos y facturas enviadas por Mundo Verde. En este flujo se consideró los registros mínimos de trazabilidad requeridos en la cadena de suministros del café verde especial, para ello se estableció 8 nodos productivos que inicia en el campo con los agricultores, las cooperativas, plantas de proceso, exportadores, importadores, tostadores, distribuidores y consumidor final.

Para la construcción de este flujo se contactó a representantes de cada nodo para una mejor comprensión de su participación específica en el proceso productivo; de estas se obtuvo variables obligatorias y/o opcionales que fueron consideradas en el diseño y arquitectura del blockchain.

Con el diseño aprobado tanto por los representantes de cada nodo, como por la empresa ejecutora, se comenzó con la fase de desarrollo del software.

Para poder realizar las pruebas y validar que toda la cadena funcione de manera correcta, Mundo Verde en conjunto con la cooperativa Cedros Café, realizaron la producción de un lote de café especial denominado “Esmilda”, sembrado en el caserío Sport Piura, ubicado em el distrito de Huabal, Jaén, Cajamarca.

## PRODUCTOS

Con base en la revisión del estado del arte y las necesidades identificadas como producto de esta investigación se desarrollo una plataforma de comercio electrónico soportada en una red blockchain para garantizar la trazabilidad.

Como parte del producto se identificaron los siguientes actores divididos en 3 bloques

Tabla 1: Listado de actores

Bloque	Actor
Acopio y Producción	Agricultor
	Cooperativa
Procesamiento	Planta de Procesamiento / Molino
	Exportador
Comercio Internacional	Importador
	Tostador
	Distribuidor / Cafeterías
	Consumidor Final

Con estos actores se implementaron dos aplicaciones:

- 1) Aplicación web utilizada para administrar la información y generar reportes del sistema.

- 2) Aplicación móvil, la cual incluye funcionalidades específicas para cada uno de los actores mostrados en la tabla 1

La trazabilidad se implementó a través de Smart Contracts a los que se accedía desde la aplicación para almacenar y recuperar información de la red blockchain.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de las pruebas de uso en la plataforma se pudo observar que:

Tanto el aplicativo móvil como el e-commerce, representan una ventana de oportunidad de acercamiento de los productores hacia los consumidores finales, y viceversa, con ello los consumidores tienen la certeza del origen del café que están consumiendo y su historia.

Todos los que intervienen en la cadena de suministro juegan un rol importante en la recolección de datos, su participación garantiza que estos datos ingresados sean óptimos y de calidad.

Con los productos resultantes (aplicativo y e-commerce) se obtienen datos importantes que tendrán que ser analizados para la toma de decisiones tanto en el ámbito comercial, para hacer pronósticos de ventas y proyecciones de demanda; como en el productivo, para hacer un uso eficiente de los recursos en cada uno de los nodos de producción y comercialización.

Al realizar pruebas en el e-commerce, se identificó una interdependencia entre la adquisición de nuevos compradores (importadores o demandantes de nuestro producto) y las cooperativas activas en la

plataforma, los cuales representan a nuestros ofertantes.

Para un uso eficiente de ambos productos, es necesario educar e incentivar a los productores, a través de las cooperativas, a utilizar el aplicativo móvil, ya que es su herramienta de acercamiento al consumidor final.

Dar a conocer la historia del café verde especial peruano y de sus productores, es nuestro objetivo final, que el cliente final tenga la certeza del origen de su café y la certeza de que al consumirlo el productor esta recibiendo un precio justo por su trabajo.

## CONCLUSIONES

El uso de la tecnología blockchain garantiza la inmutabilidad de la información en cada paso del proceso productivo.

La solución propuesta ofrece una alternativa que soporta la transparencia en el proceso de comercialización y exportación de café brindando mayor seguridad al cliente final acerca de su procedencia y proceso productivo.

Al tener una plataforma en donde toda la cadena puede interactuar permite afianzar los lazos entre cada uno de los nodos productivos.

El aplicativo móvil y el e-commerce son herramientas importantes de recolección de datos los cuales deben ser analizados para proponer soluciones a diversas áreas involucradas en la producción del café verde especial.

La educación a los productores en el uso de herramientas tecnológicas como un smartphone o tablet recae en un alto porcentaje sobre las cooperativas, estas cumplen un rol de mediador entre los productores y los compradores del café por lo que su constante comunicación con ellos es una ventana de oportunidad para concientizar en diversos aspectos.

## AGRADECIMIENTOS

El siguiente proyecto fue desarrollado con apoyo de la Pontificia Universidad Católica del Perú y parcialmente financiado por Innovate Perú con base en el contrato N° 271-INNOVATEPERU-PIEC1-2021.

## REFERENCIAS

- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39(1), 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>
- Castillo Landínez, S. P., Caicedo Rodríguez, P. E., & Sánchez Gómez, D. F. (2019). Design and implementation of a software for the traceability of coffee processing. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 523–536.
- Dionysis, S., Chesney, T., & McAuley, D. (2022). Examining the influential factors of consumer purchase intentions for blockchain traceable coffee using the theory of planned behaviour. *British Food Journal*, 124(12), 4304–4322. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2021-0541>
- Entrevista con Jorge Carrillo Enriquez - especialista del rubro. (2022).
- HyperLedger Fabric. (2018). *HyperLedger Fabric*

- whitepaper*. 2. <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-1.3/chaincode4ade.html>
- Miatton, F., & Amado, L. (2020). Fairness, transparency and traceability in the coffee value chain through blockchain innovation. *2020 International Conference on Technology and Entrepreneurship - Virtual, ICTE-V 2020, 2020-April*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICTE-V50708.2020.9113785>
- Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science & Technology*, 9(5), 211–214. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)00037-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00037-5)
- Pradana, I. G. M. T., Djatna, T., & Hermadi, I. (2020). Blockchain modeling for traceability information system in supply chain of coffee agroindustry. *2020 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACIS 2020*, 217–224. <https://doi.org/10.1109/ICACIS51025.2020.9263214>
- 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.
- Thiruchelvam, V., Mughisha, A. S., Shahpasand, M., & Bamiah, M. (2018). Blockchain-based technology in the coffee supply chain trade: Case of Burundi coffee. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 10(3–2), 121–125.
- Xu, M., Chen, X., & Kou, G. (2019). A systematic review of blockchain. *Financial Innovation*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0147-z>
- Global Agricultural Information Network - USDA. (2017). *Global Agriculture Information Network (GAIN) database*. Obtenido de <https://gain.fas.usda.gov/>
- Díaz Vargas, C., & Carmen Willems, M. (2017). *LÍNEA DE BASE DEL SECTOR CAFÉ EN EL PERÚ*. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, MINAGRI. (2015). *Situación actual del café en el país*. Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano>
- Veritrade Business. (2019). *Veritrade Business*. Obtenido de <https://business2.veritradecorp.com/en/mis-busquedas>