

La tecnología Blockchain como potenciador de la cadena de suministro: oportunidades desde el sector agropecuario

Blockchain technology as a supply chain enhancer: opportunities from the agricultural sector

Jose Alonso Caballero Márquez^a, Valentina Gómez Lindarte^b, Laura Sofía Ortega Arias^c

^aIngeniero Industrial, Magister en Ingeniería Industrial, Ph.D (s) en Ciencias de la Administración. Profesor e Investigador en la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. E-mail: jose.caballero@correo.uis.edu.co; ^bEstudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. E-mail: valegl.2000@gmail.com. ^cEstudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. E-mail: luraoarias@gmail.com.

How to cite: Caballero Márquez, J.A.; Gómez Lindarte, V.; Ortega Arias, L.S.; 2022. La tecnología Blockchain como potenciador de la cadena de suministro: oportunidades desde el sector agropecuario. In the proceedings book: International conference on innovation, documentation and education. INNODOCT/22. Valencia, November 2nd-7th 2022. <https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15608>

Abstract

One of the characteristics of the 2019-2020 academic year, in Higher Education, was the intensification of the use of Information and Communication Technologies as a consequence of the irruption of COVID-19. This situation was prolonged in 2020-2021, characterized by the uncertainty derived from the changing health situation and a readjustment of

Blockchain technology has attracted significant attention due to features such as security, efficiency and reliability in its operation. One of the areas that has made significant progress in terms of the use of this technology is the supply chain, which seeks to improve in terms of registration and tracking of movements, both products and processes, in real time. For this reason, this research aims to analyse the potential of blockchain technology applied to the supply chain in the agricultural sector, in order to determine the main opportunities that organisations have from its implementation. To achieve this objective, we started with a bibliometric review using specialised software for scientific mapping, followed by a web content analysis, which allowed the identification and characterisation of business cases of great relevance in the subject, to contrast them in order to determine the main opportunities for improvement. These identified and characterised opportunities have great potential in terms of the supply chain of organisations in the agricultural sector, in order to increase the effectiveness of their processes.

Keywords: *ICT, gamification, digitalization, management, teaching-learning process.*

Topic: *Innovation and new technologies.*

Resumen

La tecnología blockchain ha llamado de manera importante la atención, debido a características como la seguridad, eficacia y confiabilidad en su funcionamiento. Una de las áreas que ha logrado un importante avance en términos de uso de esta tecnología es la cadena de suministro, a partir de la cual, se busca el mejoramiento en términos de registro y seguimiento de movimientos, tanto de productos y procesos, en tiempo real. Es por ello que, la presente investigación tiene por objetivo analizar el potencial de la tecnología blockchain, aplicada a la cadena de suministro en el sector agropecuario, con el fin de determinar las principales oportunidades que tienen las organizaciones a partir de su implementación. Para alcanzar este objetivo, se partió de una revisión bibliométrica empleando software especializado para mapeo científico, seguido de un análisis de contenido web el cual, permitió la identificación y caracterización de casos empresariales de gran relevancia en el tema, para su contraste con el fin de determinar las principales oportunidades de mejora. Estas oportunidades identificadas y caracterizadas, cuentan con un gran potencial en términos de la cadena de suministro de las organizaciones del sector agropecuario, con el fin de aumentar la efectividad de sus procesos.

Palabras clave: *blockchain, supply chain, agribusiness, systematic analysis.*

Tópico: *Innovation and new technologies.*

Introducción

En los últimos años, el Blockchain ha sido un tema de gran interés por el espectro de posibilidades que ofrece a todo tipo de industrias. Tanto científicos y académicos, como empresarios y gobiernos han demostrado su interés por esta tecnología. Desde sus inicios en 2008, con su llegada junto a la criptomoneda Bitcoin, causó un gran impacto al presentar la posibilidad de realizar transacciones en una red descentralizada, en la cual por primera vez dejó de ser necesaria la confianza entre personas al realizar un acuerdo. En el presente documento se realiza una revisión sistemática y un análisis web de la tecnología blockchain aplicada a la cadena de suministro del sector agropecuario, y se destacan los beneficios que esta ofrece al sector. A partir de lo anterior, el documento a continuación se divide en: planteamiento del problema, objetivo de la investigación, metodología, revisión de literatura científica, análisis de contenido web, seguido de las conclusiones y recomendaciones finales.

1.Planteamiento del problema

La tecnología Blockchain se define como una base de datos que provee operaciones seguras y consistentes mediante un grupo de nodos en la red (Beck, 2018), los cuales están compuestos por una cadena de bloques digitales con información encriptada, verificada, y utilizada de forma simultánea. Esta tecnología fue introducida por primera vez por Haber y Stornetta en 1991, y desarrollada por Satoshi Nakamoto, el pseudónimo que utilizaron el o los creadores de la moneda digital Bitcoin, en 2008 (Hooper y Holtbrügge, 2020), la cual tiene características de descentralización, así como su base se encuentra en un sistema abierto de redes informáticas y protocolos de comunicación en línea.

En la actualidad, el Blockchain asegura altos niveles de escalabilidad, incursionando en nuevas áreas de aplicación como los contratos inteligentes, al brindar fiabilidad y accesibilidad a la información, logrando la automatización de los acuerdos, así como la eliminación en exceso de papeleo y la reducción de costos (Trucker y Catalini, 2018). Respecto a lo anterior, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) destaca la importancia de la implementación de este tipo de tecnologías en el sector agroalimentario, con el fin de reducir el desperdicio de alimentos, vitales para la lucha contra el hambre y la pobreza (Jimenez, 2020) contribuyendo así a dos Objetivos de Desarrollo Sostenible determinados por la ONU: Fin de la pobreza y hambre cero.

2.Objetivo de la investigación

Analizar el potencial de la tecnología blockchain, aplicada a la cadena de suministro en el sector agropecuario, con el fin de determinar las principales oportunidades que tienen las organizaciones a partir de su implementación.

3.Metodología

A continuación se detalla el proceso de investigación llevado a cabo:

Revisión sistemática de literatura: La revisión sistemática es una metodología que explora una pregunta específica de investigación y por medio de la ubicación, selección y evaluación de estudios existentes permite realizar un análisis y síntesis de datos en forma de informe con el fin de realizar conclusiones claras sobre el problema estudiado. Este método posibilita la obtención de evidencia sólida y confiable por su robustez y potencial de transferencia a otros contextos.

Análisis de contenido web: El análisis de contenido es un método de investigación ampliamente utilizado para el examen objetivo, sistemático y cuantitativo del contenido de la comunicación, de comportamiento y valores culturales. De modo que, puede ser útil no solo para obtener información sobre los usuarios, también sobre tendencias y patrones sociales.

4.Resultados

A continuación, se dan a conocer los principales resultados obtenidos a partir del desarrollo de la metodología mencionada.

Revisión bibliométrica y análisis sistemático de literatura

Con el fin de valorar la actividad científica sobre la aplicación e investigación de la tecnología blockchain en las organizaciones y en las cadenas de suministro se realizó una búsqueda en dos bases de datos (Scopus y Web of Science - WOS). Para esto se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda, utilizando términos clave en inglés como: blockchain, business, application, supply chain & logistics.

Ecuación de búsqueda: = (blockchain AND (business OR company) AND application AND ((supply AND chain) AND (logistics OR operations)).

De los artículos obtenidos en Scopus el 74.4% se encuentran en categorías de ciencias de la computación, negocios y administración e ingeniería; además de presentar artículos relacionados con la toma de decisiones (15.6%). Por otro lado, en WOS el 88% se concentra también en administración, ciencias de la computación, investigación de operaciones y negocios, añadiendo un 12% en ingeniería industrial. Lo anterior evidencia la afinidad de la tecnología blockchain con su investigación en la administración y las operaciones de los negocios u organizaciones; además de evidenciar la relevancia del tema. De igual manera, en términos de productividad a nivel territorial, países como Alemania (DE), China (CN) y Estados Unidos (US) son los que presentan la mayor cantidad de publicación con 9, 6 y 6 artículos correspondientemente (Figura 1); la relevancia de estos dos últimos en las investigaciones corroboran la presencia de aplicaciones de la tecnología BCa gran escala con casos como el de Walmart en las cadenas de suministro del sector agrícola.

En cuanto a palabras claves (Figura 2), si bien es de esperarse que la principal sea “blockchain” pues es el tema principal buscado y tratado, otras como “supply chain management” demuestran la relación estrecha de esta tecnología con las cadenas de suministro siendo propicia su investigación. Por otro lado, se encuentran también otros temas a tratar en el estudio como “food safety”(Seguridad alimentaria), “smart contract” (Contrato inteligente) y “traceability” (Trazabilidad). Así mismo palabras clave como “challenges” (retos) corroboran la necesidad y la evidencia en cuanto a la proyección de trabajos futuros.

Consejo de Estado emitió el "13° Plan Nacional de Informatización Quinquenal", que incluyó la tecnología blockchain en las tecnologías de frontera estratégica (Fu y Zhu, 2019). Esta tecnología fue introducida en 2008 por Nakamoto, quien conceptualizó por primera vez las redes de igual a igual como la base de la arquitectura Blockchain (Filimonau y Naumova, 2019), para ser implementadas en las transacciones de la criptomoneda Bitcoin. Como consecuencia, gracias a la relación del mercado de las criptomonedas con el sector financiero, las primeras aplicaciones de esta tecnología se relacionaron con el aprovechamiento de las facilidades para realizar transacciones de forma segura.

La siguiente aplicación que se dio a conocer se denomina "Smart Contracts", que son protocolos informáticos que facilitan, verifican y hacen cumplir la ejecución o negociación de un contrato (Buterin, 2014). Esta, tiene potencial para empresas y gobiernos ya que ofrece la posibilidad de comprobar la veracidad de documentos, eliminar papeleo innecesario, aumentar la eficiencia de diversos procesos, etc. Los contratos inteligentes, se pueden definir como un protocolo transaccional que se ejecuta sobre el código establecido en el BC donde, este cumple de forma automática los términos acordados entre las diferentes partes que interactúan entre sí (Buterin, 2014). Estos contratos facilitan, verifican y refuerzan la negociación ya que, al requerir autorización de ambas partes, cualquier discrepancia ocasiona una notificación de rechazo.

Finalmente, entre las demás aplicaciones de la cadena de bloques, se destaca la trazabilidad de productos y servicios; esta es posible gracias a que cada nodo que participa en una plataforma blockchain mantiene y valida de manera colaborativa los registros de transacciones en el libro mayor común (Chang y Chen, 2020). Esta última aplicación, puede contribuir al mejoramiento de la cadena de suministro de un gran número de compañías a nivel mundial, así como al crecimiento de muchas industrias. De igual manera, dicha aplicación brinda seguimiento de bienes y servicios desde su lugar de origen hasta el consumidor final, permitiendo conocer la historia de un producto con mayor detalle, además de almacenar y definir la propiedad de bienes tangibles e intangibles a lo largo de la cadena de suministro, permitiendo verificar su ubicación e integridad.

Por consiguiente, permite determinar si los componentes vienen de áreas ambiental y socialmente responsables, haciendo más realista el concepto de sostenibilidad (Saber et al., 2019), si los productos cumplen con las regulaciones exigidas al verificar su calidad y seguridad, brinda transparencia a los clientes quienes pueden hacer seguimiento en tiempo real de sus compras, permite identificar y eliminar rápidamente productos en mal estado, así como evitar prácticas ilegales y mejorar la coordinación de la cadena de suministro; lo cual incrementa el valor para los clientes, stakeholders y para la organización.

Posteriormente, Bodkhe et al. (2020) expone 4 generaciones de la aplicación de la tecnología BC: la primera generación o BC 1.0, se refiere a las aplicaciones de esta tecnología concernientes a monedas digitales (criptomonedas); el BC 2.0, se habla de su aplicación en contratos inteligentes y servicios financieros con plataformas como Ethereum y Hyper Ledger; BC 3.0, se basa en aplicaciones descentralizadas en áreas como ciudades inteligentes, cadena de suministro, negocios y el internet de las cosas; BC 4.0, focalizadas en su servicios como libros públicos y bases de datos distribuidas en tiempo real, integrándose perfectamente con la industria 4.0.

Lo anterior, ha permitido que el BC sea propuesto para resolver problemas de última milla al eliminar la necesidad de intermediarios y comunicar beneficios que incrementan valor en las relaciones con clientes y demás stakeholders. En contraste con lo anterior, se identifican como retos u oportunidades de mejora la adopción de esta tecnología depende de factores como el nivel de conocimiento, la actitud frente al sistema, dificultades burocráticas, estructuras rígidas, reticencia a compartir información, el enorme gasto energético, entre otros (Bodkhe et al., 2020).

Análisis de contenido web

Respecto al presente análisis, se direccionó hacia el sector agropecuario y su estado actual, de cara a la posibilidad de aprovechamiento de la tecnología Blockchain al interior de sus procesos. Latinoamérica está conformado por países en vía de desarrollo, por lo cual, no es de extrañarse que los principales medios de empleo provengan de actividades de sectores primarios; particularmente en áreas rurales de Latinoamérica y el caribe el 54,6% de la fuerza laboral se dedica a la producción agrícola (Loukos y Arathoon, 2021).

Dada la cantidad de materias primas que se producen en Latinoamérica, la región es una importante fuente de alimentos a nivel global, generando el 13,6% de las exportaciones agrícolas totales (Loukos y Arathoon, 2021). Por lo general, esta población vive en áreas de difícil acceso, tienen escasos recursos económicos, acceso limitado a la tecnología, son vulnerables a los cambios climáticos, sistemas poco eficientes, menor acceso a los mercados y presentan poco entrenamiento/conocimiento técnico a comparación de los grandes y medianos productores. Por estas razones, los pequeños agricultores en Latinoamérica buscan cada vez más soluciones holísticas que aborden la variedad de desafíos que enfrentan, desde la falta de conocimiento y baja productividad, hasta la exclusión financiera y el escaso acceso a los mercado (Loukos y Arathoon, 2021); siendo conveniente explorar problemáticas como el gran número de intermediarios que disminuyen el valor de los productos en las cadenas del sector agropecuario, así como las iniciativas tecnológicas presentes y futuras en el sector.

En América Latina, se han implementado herramientas destinadas a aliviar los puntos débiles en el agro, y beneficiar a quienes se encuentran en esta cadena de valor. Si bien, Colombia ha sido uno de los países centro de innovación agrícola para pequeños

agricultores, gracias a una cultura de puesta en marcha e inversión; los países de América Central y Bolivia, a pesar de contar con la oportunidad de innovación digital, se encuentran en una situación menos favorable (Loukos y Arathoon, 2021). Si bien, en los últimos 2 años se han implementado proyectos piloto de agricultura inteligente en Latinoamérica, los costos de implementación, de los equipos y de la conectividad continúan siendo un obstáculo para su viabilidad comercial. No obstante, han mostrado resultados prometedores, con aumentos de producción de hasta 50-80% y reducciones de costos de 20-40% (Loukos y Arathoon, 2021). Por esta razón, muchas de las innovaciones se centran en la agricultura a gran escala, ya que los pequeños productores deben afrontar mayores obstáculos cuando se trata del acceso a financiación.

Dadas las distintas preocupaciones del sector agropecuario se contempla la tecnología blockchain como una solución para estas y muchas más problemáticas. Sus aplicaciones incluyen áreas como la seguridad alimentaria, seguimiento y control de calidad, trazabilidad para la reducción de residuos, análisis de datos operativos fiables, intercambios y transacciones de contratos eficientes, para reducir los costos económicos, apoyando así a los pequeños agricultores (Lin et al., 2020). Lara (2020) brinda un ejemplo del uso del BC para garantizar la seguridad alimentaria, por medio de una plataforma que, gracias a esta tecnología, rastrea las materias primas, verifica registros, hace controles preventivos, rastrea lotes, verifica empaques, realiza controles de calidad, transporte, etc. Otros ejemplos de la aplicación de esta tecnología son: el rastreo del origen de los alimentos desde la producción hasta los estantes por cadenas como Carrefour; rastreo en la producción, venta y distribución de cereales por GEBN (Kamilaris, 2019); construcción de sistemas que faciliten el costo y el comercio de productos agrícolas en China por parte de FTSCON; sistemas para facilitar las reclamaciones y reducir el riesgo de fraude de los agricultores por State Farm y USAA; y tokens para fomentar la recolección y reciclaje de desechos plásticos para la limpieza de tierras agrícolas por Plastic Bank (Lin et al., 2020).

Una de las empresas que no solo ha implementado el BC en sus cadenas de suministro, sino que también ha visto resultados y ha escalado su aplicación a diferentes productos gracias a la trazabilidad que este ofrece, ha sido Walmart. Debido a la situación de contaminación de comida a nivel global, en países como China, donde se implementó uno de los primeros proyectos pilotos de BC por Walmart, enfrentaba tasas de pérdida agroalimentaria del 25 al 30% anual (Kamath, 2018); debido al panorama mundial, Walmart decidió emplear el seguimiento de alimentos en su cadena de suministro usando las características y funciones innovadoras que ofrece la tecnología blockchain. Kamath (2018) y Hyper Ledger (s.f.) describen a detalle este caso de aplicación, la cual estuvo basada en la tecnología de IBM.

Gracias a esto, la empresa completó 2 proyectos pilotos exitosos, el primero concerniente a la trazabilidad de cerdo en China, y el segundo del mango de sur y

Centroamérica a Norte América. Gracias a su éxito, Walmart actualmente rastrea otros productos como fresas y verduras de hoja verde, pollo, yogurt y leche de almendras, ensaladas envasadas y alimentos para bebés; adicional al rastreo de mangos y cerdo. En temas de distribución, Walmart involucra libros de contabilidad distribuidos, robótica y sensores que permiten rastrear de forma remota toda la información, capturar datos de embarque, facturas, resolución de disputas y seguimiento de cargas; además, se presenta la posibilidad de vincular al paquete del producto información concerniente a la calidad, certificados, envíos, temperatura, fechas de vencimiento, etc. por medio de códigos QR. En términos de la compra de productos, se tiene una relación que no solo beneficia a los consumidores, los cuales pueden disfrutar de productos más frescos, al saber cuándo llegarán sus comestibles y poder rastrear digitalmente el movimiento de sus alimentos, además de contar con una garantía de calidad instantánea, al poder rastrear su procedencia y visualizar comentarios específicos sobre la calidad; estos, son beneficios que Walmart también recibe en la compra a sus proveedores si se asume una integración completa de la cadena de suministro.

Estas aplicaciones le han permitido a Walmart reducir costos, así como minimizar el tiempo de rastreo; por lo menos, en la cadena de mangos, redujo el rastreo de su origen de 7 días a 2.2 segundos, promoviendo la transparencia en su cadena de suministro de alimentos (Yiannas, 2017). Como resultado, para 2018 la empresa había podido rastrear el origen de más de 25 productos de 5 proveedores diferentes, y planeaba ir escalando en esta aplicación de BC en más alimentos.

Conclusiones

La tecnología Blockchain es una base de datos distribuida de gran potencial de aplicación debido a su versatilidad, abarcando elementos clave como el almacenamiento de la información, la trazabilidad y los Smart Contracts. De igual manera, sus características en términos de seguridad son muy atractivas, las cuales se espera puedan ser empleadas por gran cantidad de empresas de diferentes sectores, con el fin de aprovechar al máximo su potencial.

Para el caso particular de las empresas del sector agropecuario de la región, podrían beneficiarse significativamente con la implementación de esta tecnología. En primer lugar, teniendo en cuenta la problemática que existe actualmente por la participación de un gran número de intermediarios en diferentes industrias de este sector. Por otro lado, teniendo en cuenta la dependencia de este sector de factores no controlables como las condiciones climáticas o la variabilidad de la oferta y demanda, resulta de gran utilidad la información en tiempo real en todos los componentes de la cadena de suministro, que permita identificar cambios o situaciones que puedan afectar la producción o comercialización; esto con el fin de tomar acciones preventivas o correctivas de manera oportuna.

Finalmente, es importante tener en cuenta que se requiere una inversión alta, proveniente de empresas o gobernaciones, para implementar esta tecnología en las zonas productivas de este

sector en Colombia. Asimismo, sería necesaria la participación de personas especializadas en el manejo de esta y la capacitación de quienes actualmente se encuentran trabajando en este sector y estarían utilizándola en sus labores cotidianas. Con todo esto, además de aumentar las utilidades de empresas productoras, se busca mejorar el nivel de vida de campesinos y agricultores, y aumentar la inversión en innovación y desarrollo en las zonas rurales de Colombia.

Recomendaciones

La tecnología Blockchain se encuentra en una etapa muy temprana de investigación e implementación. Esto se debe a que aún son muy pocas las investigaciones existentes en el tema y los casos reales de implementación diferentes al de Bitcoin. Si bien es un tema que está despertando interés por sus diversas aplicaciones actualmente, son pocos los modelos de aplicación o simulaciones que evidencian con mayor certeza la utilidad de esta. Actualmente, se tienen muchas suposiciones alrededor de este recurso, se habla de sus ventajas y desventajas en base a los pocos casos de aplicación reales que existen, siendo su aproximación más teórica que práctica. Sin embargo, se trata de una tecnología versátil, adaptable y con un alto potencial de desarrollo. De ahí, la necesidad de incentivar el estudio, la implementación a gran o pequeña escala en diferentes industrias y sectores, además de la difusión de información sobre dicha tecnología.

Por otra parte, es importante seguir indagando y buscando soluciones sobre sus principales retos. Esto, ya que actualmente aspectos como los costos de inversión si bien se consideran altos, no se tiene información detallada al respecto que permita medir fácilmente su magnitud, como varían, ni de qué factores depende; esto dificulta la captación de inversionistas para la investigación y desarrollo de dicha tecnología, por lo que se propone como área para futuras investigaciones y/o difusiones de casos de estudio.

Referencias

- BECK R. (2018). Beyond bitcoin: the rise of blockchain world. ResearchGate. [PDF]. Tomado de: https://www.researchgate.net/publication/323371689_Beyond_Bitcoin_The_Rise_of_Blockchain_World.
- BODKHE U., TANWAR S., PAREKH K., KHANPARA P., TYAGI S., KUMAR N. Y ALAZAB M. (2020). Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review. IEEE Access. [PDF]. Tomado de: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9069885>.
- BUTERIN V. (2014). Ethereum white paper: A next-generation smart contract and decentralized application platform. [PDF] Tomado de: <https://translatewhitepaper.com/wp-content/uploads/2021/04/EthereumOriginal-ETH-English.pdf>.
- CHANG S. Y CHEN Y. (2020). When Blockchain Meets Supply Chain: A Systematic Literature Review on Current Development and Potential Applications. IEEE Access. Tomado de: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9047881>.
- FILIMONAU Y NAUMOVA (2019). The blockchain technology and the scope of its application in hospitality operations. ELSEVIER. Tomado de: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102383>

- FU Y ZHU (2019). Big Production Enterprise Supply Chain Endogenous Risk Management Based on Blockchain. [PDF]. IEEE Access.
- HOOOPER Y HOLTBRÜGGE (2020). Blockchain technology in international business: changing the agenda for global governance. Emerald. Tomado de: <https://www.emerald.com/insight/2059-6014.htm>
- HYPER LEDGER (s.f.). How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric. Hyperledger: Blockchain technologies for business. Tomado de: <https://www.hyperledger.org/learn/publications/walmart-case-study>
- JIMENEZ (2020). Walmart pone a prueba las bondades de la tecnología blockchain en mangos de México. Cointelegraph. [Online]. Tomado de <https://es.cointelegraph.com/news/walmart-tests-the-benefits-of-blockchain-technology-in-mangos-from-mexico>
- KAMILARIS (2019). The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains. Trends in Food Sci & Tech. 91 640-652.
- KAMATH (2018). Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM [PDF] Vol 1, Issue 1, (pp1 –12). The Journal of The British Blockchain Association.
- LARA (2020). Blockchain Technology Applied to Food and Feed Safety Recalls. [PDF]. Proceedings of The 24th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI 2020).
- LIN ET AL. (2020). Blockchain Technology in Current Agricultural Systems: From Techniques to Applications [PDF]. IEEE ACCESS.
- LOUKOS Y ARATHOON (2021). Landscaping the agritech ecosystem for smallholder farmers in Latin America and the Caribbean. IDB LAB. Tomado de: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Landscaping-the-Agritech-Ecosystem-for-Smallholder-Farmers-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>
- SABERI ET AL. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. International Journal of Production Research, Vol.57, No. 7, pp. 2117-2135, DOI: 10.1080/00207543.2018.1533261.
- YIANNAS (2017). Walmart's vice president of food safety. Interviewed by R. Kamath.