

Gestión de información de la cadena de suministro de productos perecederos: Aplicación de BlockChain.

Alejandra Nonzoque Herrera, Laura Carolina Guzmán, José Ignacio Rodríguez

{anonzqueh, leguzmanq, jirodriguez} @correo.udistrital.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Carrera 7 # 40B – 53, Bogotá, Colombia.

Resumen: La Cadena de Suministro de productos perecederos tiene como característica su vida útil limitada, parte de la eficiencia de la misma es el manejo de información y la capacidad de generar estrategias conjuntas entre los actores para mitigar las consecuencias negativas de las situaciones emergentes que podrían afectar significativamente el producto final. Este artículo propone un sistema de mejora de gestión de la información basado en el uso de tecnología en puntos estratégicos de la cadena, por medio del análisis cualitativo de los procesos de gestión y los factores que los componen a través de la tecnología del IoT integrada con el BlockChain para el acopio, el almacenamiento y la gestión de la información a lo largo de la cadena de suministro.

Palabras clave: Internet de las cosas, BlockChain, Cadena de suministro, gestión de la información.

Information management of a perishable goods supply chain: BlockChain application

Abstract: *The supply chain of perishable products has as characteristic its limited useful life, part of its efficiency is the management of information and the ability to generate joint strategies among the actors to mitigate the negative consequences of emerging situations that could significantly affect the final product. This article proposes an information management improvement system based on the use of technology in strategic points of the chain, as a result of the qualitative analysis of the management processes and the factors that compose them through the IoT technology integrated with the BlockChain for the collection, storage and management of information along the supply chain.*

Keywords: Internet of things, BlockChain, Supply chain, management, information.

1. Introducción

El internet es un mecanismo que ha facilitado la comunicación y el intercambio de información a nivel mundial convirtiéndose en una herramienta clave en todos los ámbitos, sin embargo, una de sus principales falencias es la seguridad que este proporciona, ya que muchas veces la información que se suministra, puede ser expuesta y estar sujeta a fraudes, problemática que se evidencia con el Internet de las cosas (Internet of things – IoT).

La tecnología IoT, que consiste en la conexión digital de los objetos a través de una red, es versátil ante la satisfacción de cualquier necesidad, pero no proporciona la confianza suficiente para suministrar datos relevantes. En el 2009, BlockChain empezó a ser reconocido por la seguridad de manejo que le proporcionaba al Bitcoin, por lo que ha surgido como una opción para ser aplicada en otros campos, como es en el caso de la Cadena de Suministro, en la cual, la heterogeneidad de los actores hace un reto la trazabilidad del recurso.

Uno de los aportes del BlockChain en la cadena de suministro es la trazabilidad de activos fijos en el que cada uno de los actores de la cadena se integra a la red como iguales haciendo seguimiento en tiempo real, mecanismo que ha utilizado empresas reconocidas en la actualidad como es el caso de IBM, que para evitar fraudes emplea el BlockChain a escala con la finalidad de reducir significativamente los costos y la complejidad comercial a nivel mundial, mejorando la gestión de inventarios y minimizando los desperdicios. (H. Wang et al., 2018). Los puntos ciegos dentro de la Cadena generan como consecuencia falsificaciones de los productos que se transportan a lo largo de esta, entre otros problemas, situación que es muy común en la Cadena de Suministro de los medicamentos (Ardura, Artola, & Requena, 2008)

Cada cadena de suministro tiene comportamientos y necesidades particulares como es el caso de la cadena de suministro de productos perecederos. Esta cadena es más compleja que las demás cadenas por la cantidad de variables que hay que analizar (Sanabria Coronado et al., 2017), esto dificulta la utilización de herramientas y tecnologías para la gestión de información y aumenta la probabilidad de pérdidas.

Este artículo busca indagar y exponer cómo el BlockChain puede contribuir en la gestión de la información en la cadena de suministro de productos perecederos.

2. Metodología

Para la realización de la investigación se hizo una revisión del estado de literatura de la temática planteada, empleando palabras clave como “Supply Chain”, “Cadena de Suministro de productos perecederos”, “BlockChain”, “BlockChain en la Cadena de Suministro”, “Eficiencia en la cadena de suministro”, “Supply chain management”.

En la Figura 1, se realiza un paralelo con la cantidad de publicaciones relacionadas con la Gestión de la Cadena de Suministro (GCS) y BlockChain en los últimos 5 años, donde se establece que las publicaciones sobre BlockChain se encuentran en auge desde el año 2016, mientras que Gestión de la Cadena de Suministro mantiene la tendencia de crecimiento, sin embargo, en la Figura 2, se observó que el desarrollo alrededor de la aplicación de esta tecnología en la Cadena de Suministro (CS) es escaso en comparación con la totalidad de publicaciones de BlockChain.



Figura 1. Paralelo entre la literatura publicada sobre BlockChain y GCS. Fuente: Scopus

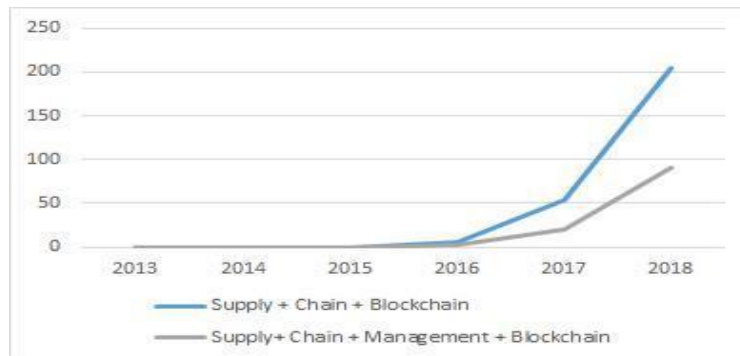


Figura 2. Paralelo entre la literatura publicada sobre BlockChain y su aplicación en CS y GCS. Fuente: Scopus

Este artículo propone un sistema de mejora en la gestión de la información; objetivo que nace a partir de las falencias identificadas en la cadena de suministro de productos perecederos, por lo que se propone el uso de la tecnología en puntos estratégicos de la cadena donde se genera información relevante que afecta la calidad del producto. Esto mediante el análisis cualitativo de los procesos de gestión y los

factores que lo componen se determinó que la tecnología del IoT integrada con el BlockChain es la indicada para el acopio, el almacenamiento y la gestión de la información a lo largo de la cadena.

3. Internet de las cosas (IoT) y BlockChain

El Internet de las cosas, permite observar y comprender el entorno a través de dispositivos que se conectan por medio de una red, brindando formas de comunicación entre máquinas y personas (Banerjee, Lee, & Choo, 2018). El inconveniente con esta tecnología es la falta de seguridad y privacidad debido a que los datos acopiados fluyen a través de un servidor central usando el internet como medio (Kumar & Mallick, 2018), generando así desconfianza en los usuarios (Longo et al., 2019). El BlockChain podría ser una solución ya que es una opción tecnológica que permite un uso descentralizado (Fernández et al., 2017), de esta forma los usuarios partícipes de la cadena podrán vigilar los movimientos que ejecuten los individuos, esta acción es la que garantiza la seguridad del sistema.

El BlockChain funciona como un registro distribuido en el que cada bloque tiene un récord histórico de los anteriores garantizando así la confiabilidad no solo en la información sino en su origen. Una gran cantidad de individuos pueden observar todos los movimientos que se realizan, asumiendo así el cargo de entidad reguladora ante una posible corrupción en la red, lo que implica que cada transacción es previamente aprobada por todas las partes antes de ser incluida en la cadena.

Se destaca el “ potencial de BlockChain para actuar como depósito de datos para el IoT para mejorar y compartir la visibilidad entre las partes interesadas de la cadena de suministro” (Y. Wang et al., 2019). Por ejemplo en (Banerjee et al., 2018) se postula el uso integrado del IOT y BlockChain en bases de datos compartidas en un grupo de investigación, en donde se descarga un conjunto de datos donde se puede verificar su integridad usando la cadena de bloques para administrar información de la membresía como la dirección, el propietario y la política de uso compartido y así evitar la violación de políticas de privacidad de datos.

Se han creado plataformas que facilitan el uso de esta tecnología, proporcionando soporte para el desarrollo de aplicaciones y herramientas, algunas de las más relevantes son:

Tabla 1. - Plataformas BlockChain

| Plataforma | Ethereum | Hyperledger fabric | Quorum |
|------------|----------|--------------------|--------|
|------------|----------|--------------------|--------|

| | | | |
|--|--|--|---|
| <i>Descripción</i> | Plataforma pública diseñada para Consumo masivo, programable para la creación de nuevas aplicaciones. | Plataforma que busca Desarrollar soluciones Para problemas empresariales complejos. Dispone de un portafolio con desarrolladores y vendedores. | Versión De Ethereum centrada en la empresa. Se diferencia de este: Gestión de permisos de red y pares Transacciones mejoradas y privacidad del contrato. Mecanismos de consenso basados en la votación. Mejor presentación. |
| <i>Aplicación</i> | Desarrollo de aplicaciones descentralizadas: Aplicaciones financieras y mercado de activos. | Aplicaciones bancarias, IoT, Cadena de Suministro, Fabricación y tecnología. | Transacciones En la industria, instituciones bancarias y financieras. |
| <i>Gobernanza</i> | Desarrolladores | Fundación Linux | Desarrolladores en JC. Solo personas autorizadas pueden ser parte de esta red |
| <i>Criptomoneda</i> | Ether | Ninguna | Ninguna |
| <i>Algoritmo de consenso</i> | Proof of work | Plugable framework | Mayoría de votos |
| <i>Algoritmo de consenso (descripción)</i> | Confirma las transacciones mediante la minería de datos, cada usuario usa un token digital, los mineros compiten entre sí en la creación de bloques. | Marco de referencia conectable, es decir, hace posible agregar o "conectar" otras aplicaciones. | Delega los derechos de voto a otros usando el Smart Contract, al mismo tiempo, también rastrea el estado de todos los nodos de votación. Esto implica mayor velocidad en las tracciones en comparación con Ethereum. |

Fuente: Autoría propia basada en (Azzi, Chamoun, & Sokhn, 2019; Navarro, 2017; H. Wang et al., 2018)

3.1. La información en la Cadena de Suministro con BlockChain

Las relaciones de confianza dentro y fuera de la cadena de suministro son la base para la sistematización de la gestión y la mejora de la eficiencia de la cadena (Castillo Mateo, Tamayo Torres, Cabeza Pullés, Roldán Bravo, & Ruiz Moreno, 2016). Una plataforma con tecnología BlockChain provee herramientas como: módulos de consenso, módulo de certificación y almacenamiento de datos distribuidos, lo que permite establecer mecanismos apropiados para compartir información, generar canales de comunicación fluidos, perseguir el balance entre suministro y demanda entre empresas aguas arriba y aguas abajo. En un modelo de gestión sistemático de información basado en BlockChain cada nodo de la red realiza la carga y descarga de

sus datos de acuerdo con el intervalo de tiempo y volumen acordado, así mismo en la plataforma de información debe tener la capacidad de actualizar y reorganizar los datos en intervalos regulares para garantizar la precisión y la disponibilidad oportuna de los mismos, siempre en un marco de seguridad de la información (Zhao & Zhao, 2018).

Una de las características de esta plataforma consiste en que, si uno de los nodos se ve comprometido en su seguridad, las redes no se verán afectadas, además que tiene un bajo costo de divulgación de datos y admite cifrado jerárquico.

4. Cadena De Suministro

La Cadena de suministro es el flujo de información y de materiales a lo largo de un conjunto de actores con el fin de ofrecer un bien al consumidor que lo demanda (Castillo Mateo et al., 2016).

Los actores notables en la cadena de suministro son: los proveedores, productores, distribuidores, comercializadores mayoristas y minoristas, entidades de regulación y consumidores (Li & Womer, 2008). Estos actores corresponden a tres eslabones en específico: aprovisionamiento, producción y distribución (Vianchá Sánchez, 2014).

Durante la revisión se encontró que la gestión de la cadena de suministro se puede caracterizar en áreas relacionadas como (Fernández et al., 2017; Wilson & Ortega, 2016): planeación, aprovisionamiento, distribución, transporte, marketing, almacenamiento, manejo de inventarios, embalaje, mantenimiento y servicio al cliente.

Para este artículo las áreas clave que se desarrollan a lo largo de toda la cadena, están definidas así (Saveen A. Abeyratne, 2016; Wilson & Ortega, 2016):

Planeación: Se refiere a las funciones estratégicas relacionadas con la coordinación de los procesos, la planeación de los recursos y la toma de decisiones para el mejoramiento de la cadena. La planeación implica la integración con áreas de mercadeo, ventas, contabilidad y tecnología.

Aprovisionamiento: El aprovisionamiento desde la perspectiva de la gestión de la cadena de suministro es definido como el manejo oportuno y eficiente de factores logísticos como: suministro para el proceso operativo, control de inventario de suministros, cantidad y frecuencias de aprovisionamiento, selección de proveedores (obtener información sobre proveedores potenciales, establecer criterios de selección, determinar número de proveedores), tiempos de entrega, formas de embalaje, funciones de control y evaluación de las actividades desde la elaboración de órdenes de pedido, desde la solicitud hasta el cobro del mismo.

Gestión de almacenes: La gestión de almacenes comprende el control de entradas, salidas y movimientos en los almacenes, así como el tratamiento de la información generada para la consolidación de estrategias de gestión.

Gestión de existencias: Se encarga del control de existencias a lo largo de cada una de las etapas dentro y fuera del proceso productivo, teniendo en cuenta las necesidades y el valor de oportunidad, incluye la programación de suministros para producción y operaciones, lo que genera flexibilidad a los procesos de producción y distribución.

Servicio al cliente: Es el conjunto de estrategias que una compañía diseña para dar mejor satisfacción a las necesidades y expectativas del cliente interno y externo, teniendo en cuenta el momento y lugar adecuado para cada uno de los productos que fluye a través de la CS, afectando directamente la confianza entre los integrantes de la cadena de valor extendida y el consumidor final (Rivera, Llanes, & Pérez, 2016).

Gestión de transporte y distribución: La gestión en el transporte tiene como objetivo la reducción de impacto ambiental, la reducción de costos operativos, rutas transversales optimizadas, y la promoción de relaciones de colaboración con parámetros de seguridad, regularidad y oportunidad. El transporte como factor integrador en los procesos de abastecimiento y distribución tiene importancia estratégica para la mejora en el servicio al cliente y expansión de la red (Sánchez, 2016).

Adicionalmente, en este artículo la trazabilidad se comprenderá como la vía de conexión a través del flujo de información entre las áreas de gestión en donde cualquier agente de la cadena tiene acceso. Existen tres niveles de trazabilidad: Hacia atrás, interna y hacia adelante. La trazabilidad hacia atrás comprende el origen de las materias primas, la cantidad, la fecha de entrega y la calidad de las mismas, es decir, proveedores y sus productos. La trazabilidad hacia adelante por otra parte hace seguimiento al destino del producto, la información pertinente del número de lote, cantidad de producto entregado, fecha de despacho, naturaleza y localización del cliente (Fernández et al., 2017) ; Así mismo la trazabilidad interna revela el recorrido del producto dentro la empresa, desde la recepción de materias primas hasta el despacho de producto terminado (Calvo-Dopico, 2015).

4.1. Importancia de la Gestión de la Información en la Cadena de Suministro

La Cadena de Suministro está conformada por el flujo de capital, el flujo de información y su respectiva logística. El conocimiento de la demanda y las necesidades de los clientes hace parte del aprendizaje organizacional, la información y su correcta gestión resulta relevante para suplir satisfactoriamente esa demanda (Salas, Maiguel, & Acevedo, 2017). Sin embargo, es difícil conocer el estado de la

producción y ejecución de los pedidos ascendentes, por lo que las organizaciones deben asumir las pérdidas por incumplimiento y situaciones inesperadas.

En el caso de las Cadenas de Suministro de Productos Perecederos, es vital la buena gestión de la información, ya que este tipo de cadenas es una de las más complejas por la cantidad de variables que se consideran (Sanabria Coronado et al., 2017), como temperatura, propiedades físicas, organolépticas y demás. Una de las características principales de este tipo de cadena es su vida útil tan reducida, por eso es importante la eficiencia en su flujo para no perder las propiedades del producto, es decir, tener un constante mantenimiento de calidad para que llegue en las mejores condiciones al consumidor. Para que esto sea posible se requiere de un adecuado flujo de información para saber a qué clase de factores, tanto externos como internos se está sometiendo el producto y de esta forma tomar las medidas necesarias para su adecuado manejo. Además, que este tipo de cadena tiene una considerable variabilidad en su demanda y sus precios (Pérez Mantilla et al., 2014).

Las pérdidas que se generan en la cadena se dan en su mayoría en los procesos de almacenamiento, empaquetamiento y distribución, esto puede deberse a varios factores como la mala coordinación entre los agentes, la escasa información o el erróneo empleo de la misma, además que no se han utilizado tecnologías necesarias que adapten los lugares o el transporte para mantener las características organolépticas de los productos, sino que se ha realizado el enfoque en reducir los costos con base en la demanda (Sanabria Coronado et al., 2017).

Otra problemática es la localización de las instalaciones, ya que afectan el desempeño de la cadena de productos perecederos, pues la distancia representa una debilidad con respecto a la calidad, costo y tiempo del producto (Validi et al., 2014).

Este artículo tiene como objetivo darle solución a esa problemática por medio de la gestión de la información a través de la implementación de tecnologías que brinden seguridad y facilidad de manejo de la información, teniendo en cuenta que la meta de la gestión de la Cadena de Suministro es maximizar la satisfacción del cliente y establecer relaciones de cooperación a largo plazo y eso se logra por medio de una buena gestión de la información.

5. Aplicación

La gestión de la información es vital en la cadena de suministro ya que permite establecer objetivos claros para todos los actores de la cadena. Por esa razón, es relevante que todos los actores dentro de la cadena se puedan comunicar sin necesidad de terceros y en la actualidad existen tecnologías que podrían ayudar con ese fin.

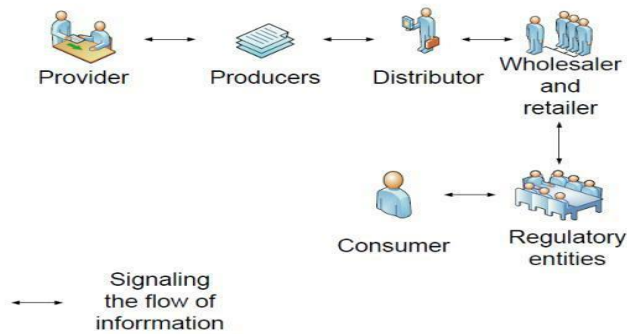


Figura 3: Comunicación de los actores sin la aplicación de Iota y BlockChain.
Fuente: Autoría propia

Como se puede observar en la figura 3, la información dentro de la cadena de suministro puede tergiversarse entre los actores, ya que la información que llega al final no será una comunicación directa del emisor, sino que tendrá que pasar por un conjunto de actores, lo que permitirá interpretaciones subjetivas afectando así el objetivo de la cadena.

Para evitar la tergiversación de la información es necesario el empleo de las tecnologías adecuadas en zonas o puntos estratégicos, en este caso se establecieron las áreas de gestión junto con la trazabilidad como los puntos claves para el empleo de la tecnología IoT. Adicionalmente, el BlockChain es una herramienta clave que garantiza la seguridad de la información suministrada generando así confianza entre los actores.

Trazabilidad: La ausencia de tecnologías que permitan conocer en tiempo real las variables que afectan el producto, generan incertidumbre en los agentes de la cadena, debido a que el tiempo de actuación ante imprevistos que afecten la calidad del producto es corto o nulo. El IoT en este caso pasa a ser una herramienta fundamental para la adquisición de la información de los factores físicos, pues proporciona información en tiempo real y todos esos datos son almacenados en el BlockChain con el fin de proporcionar seguridad a la información adquirida y garantizar la veracidad.

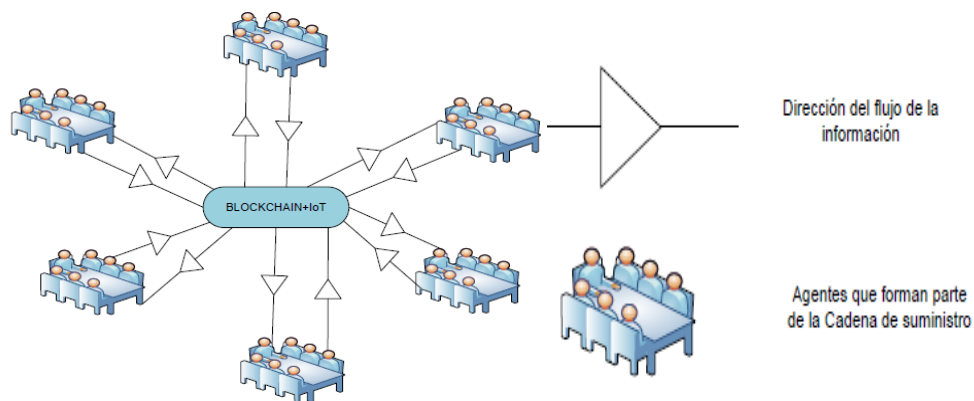


Figura 4: Flujo de la información en la Cadena de Suministro con IoT y BlockChain.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 4, se puede observar como el IoT facilita la comunicación entre las partes permitiendo que se conozcan entre sí, generando confianza entre los agentes por medio del BlockChain, lo que permite que la información sea completa y verídica, facilitando así el planteamiento de estrategias que estén relacionadas con el objetivo de la cadena.

Planeación: La información proporcionada por la trazabilidad da a los actores de la cadena de suministro una comprensión profunda de lo que quieren los consumidores. Estas habilidades pueden ayudar a las organizaciones a planificar pronósticos de demanda más precisos (Y. Wang et al., 2019).

Una vez obtenidos los históricos proporcionados por la información recogida en la trazabilidad de información, facilitará la visualización de patrones de las variables. Así se podría generar mecanismos preventivos para las diferentes adversidades, tanto internas como externas, por ejemplo, en el caso que existan retrasos, comprender en el momento exacto qué sucedió y su origen, implementando así alternativas de mejora en el futuro para prevenir este tipo de acontecimientos. De esta forma se podría entregar los productos incluso con un tiempo menor en comparación con las entregas anteriores.

Aprovisionamiento: La relación con los proveedores y su gestión permite asegurar que los recursos necesarios estén disponibles oportunamente para cada uno de los procesos de producción, transporte o distribución en la cadena de suministro.

Los contratos inteligentes son protocolos de transacción computarizados que ejecutan los términos de un contrato (Casado-Vara et al., 2018), permiten una ejecución más eficiente estableciendo términos y condiciones de almacenamiento, modificación o entrega para las partes involucradas (Montecchi et al., 2019). La eficiencia puede lograrse a través de la digitalización de documentos, transferencias y la aceleración del flujo de datos, particularmente en el contexto de las actividades transfronterizas (Y. Wang et al., 2019).

Para la gestión de órdenes de pedido se plantea una plataforma que integre sistemas de información, reduciendo así los procedimientos manuales, acelerando así la ejecución del próximo proceso. (Chang, Chen, & Lu, 2019).

Gestión de almacenes: Teniendo en cuenta que los datos depositados en BlockChain son el insumo de la planeación de la cadena de suministro, deben ser de la mejor calidad posible, las condiciones de almacenamiento, las entradas y salidas de materia prima, así como el movimiento dentro de cada almacén pueden ser de interés para la toma de decisiones.

Para los productos perecederos la gestión de almacenes abarca variables prioritarias como la fecha de llegada de materia prima, la procedencia exacta de los lotes, el lugar de almacenamiento y las condiciones ambientales.

El uso de tecnología IoT (internet of things) integrada con BlockChain, proporciona una solución en la cual usando sensores que registren de forma permanente cada característica del proceso, se construye una huella digital para cada producto, lote, caja, etcétera. De esta forma, se realiza control de estas variables a lo largo de la cadena de suministro, generando información para la trazabilidad dentro y fuera del almacén. También permite controlar el stock de materia prima y evitar de esta manera rupturas de stock debido a incongruencias entre el stock real y el stock del que se tiene constancia (Fernández et al., 2017).

También se plantea la automatización de funciones de almacenamiento y preparación de pedido. El sistema contempla la rotación de inventarios, la ubicación en el espacio y movimiento en el almacén agilizando los procesos logísticos, suministrando los datos adquiridos vía BlockChain y asegurando la reducción del Lead Time al cliente final.

Servicio al cliente: El cliente es cada vez es más exigente con la proveniencia de los productos, por esta razón, es importante generar un certificado de origen de productos que se van a ofertar, para esto se requiere que cada agente de la cadena de suministro administre los diferentes datos sobre las acciones que se ejercieron sobre el producto, de esta forma se le proporciona información que le generará confiabilidad al consumidor. Para lograr que toda esta información llegue al cliente se podría colocar en el producto un código QR, dicho código estará ligado a un bloque del BlockChain.

Gestión de pedidos y distribución: Al tener la información del manejo de cada una de las partes, permitirá que haya mejor comunicación entre los agentes, de esta forma se aumentará la confianza y se proporcionará información para que se puedan generar estrategias relacionadas con la de la cadena de suministro de productos perecederos.

Gestión de existencias: Al proporcionar la información cada uno de los agentes y ser específicos en el tratamiento que se les ha hecho a los productos se podría hacer una diferenciación de los lotes y de esta forma se tendría conocimiento del estado en el que se encuentra cada uno. Si llega haber una eventualidad se sabría con exactitud al lote que hace referencia y de esta forma tomar medidas sin incurrir a muchos costos o generar desconfianza por parte del cliente.

La identificación previamente descrita posibilita la localización de materias primas, insumos, productos intermedios y productos terminados al largo de la cadena de suministro y dentro del sistema productivo proporciona la información necesaria para administrar los recursos para dar cumplimiento en la cantidad y el momento requerido.

5.1. Estructura de la aplicación

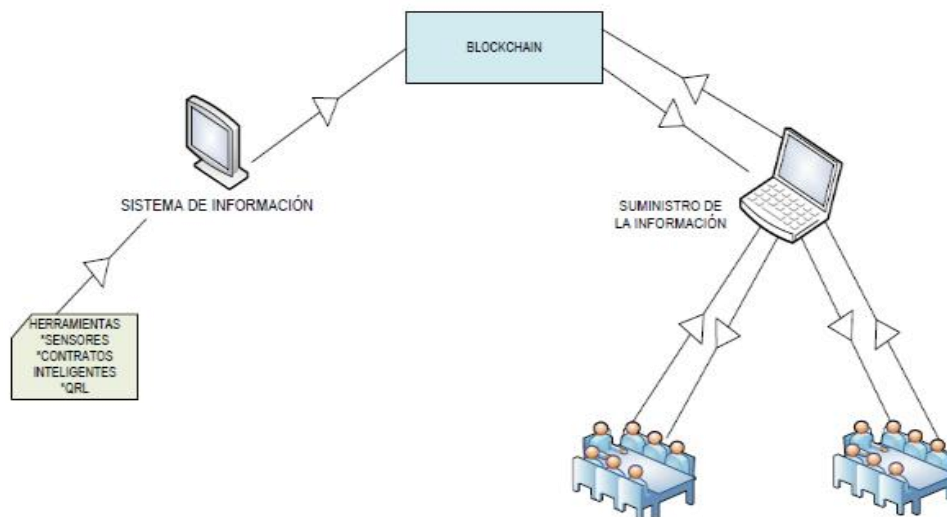


Figura 5: Estructura del manejo de información. Fuente: Autoría propia

Se plantea implementar herramientas tecnológicas como dispositivos con sensores, códigos de identificación por radiofrecuencia (RFID), Código Quick Response (QR), dispositivos GPS y sistemas de monitoreo según la Figura 5.

Los dispositivos con sensores permiten el control de las condiciones ambientales, la identificación QR en productos empacados o en unidades de carga (caja, pallet y demás) que permite la ubicación dentro de la cadena y el GPS la ubicación en tiempo real de unidades de transporte.

Los datos recogidos en estos dispositivos deben ser monitoreados y tratados por sistemas de información que permitan al agente reconocer los datos de interés para que sean almacenados en el BlockChain. Como valor agregado es posible adoptar, plataformas web o aplicativos webs que presenten esta información a cada una de las partes y le permitan calificarla evaluarla o complementar sin alterar el almacenamiento original.

6. Conclusiones

Las cadenas de suministro de productos perecederos son especialmente vulnerables a incurrir en pérdidas por una inadecuada gestión de información. Uno de los factores más relevantes dentro de este tipo de cadenas es el tiempo, debido a la vida útil limitada del producto, si no hay una coordinación eficiente entre los actores se pueden presentar retrasos que ocasionan desperdicios.

Herramientas como el IoT y el BlockChain facilita que los agentes se comuniquen en tiempo real y que los datos administrados estén protegidos sin posibilidad de fraude, permitiendo la fluidez, la eficiencia y la confiabilidad de la información que transita a lo largo de la cadena.

Las soluciones de trazabilidad que ofrece BlockChain fomentan el desarrollo de prácticas comerciales basadas en responsabilidad social y ambiental, proporciona transparencia en el recorrido del producto generando valor agregado gracias a la confiabilidad, no solo para el cliente que lo demanda sino para todos los agentes que participan dentro de la cadena.

La implementación de estas tecnologías permite generar acciones preventivas, por medio de históricos estableciendo pronósticos que dan herramientas para crear estrategias de contingencia y acciones correctivas, disminuyendo el impacto de situaciones emergentes.

Para la aplicación de BlockChain se están desarrollando productos de software a nivel mundial y se evidencia la rapidez con la que avanza gracias a la inversión que se realiza en algunas organizaciones, sin embargo, para su aplicación masiva, hace falta que estos desarrollos estén al alcance de más empresas que aún no lo consideran una opción por el desconocimiento que se tiene de la tecnología y debido a la

desconfianza que representa compartir información relevante para una organización.

Para futuras investigaciones, se propone generar parámetros específicos de aplicación para las condiciones de seguridad, transparencia y trazabilidad en la cadena de suministro de un producto perecedero específico, evaluando la viabilidad económica de la implementación de estas herramientas.

7. Referencias

- Ardura, R., Artola, M., & Requena, V. I. (2008). *EL COMERCIO ELECTRÓNICO EN PERSPECTIVA: DINÁMICA Y DESENCADENANTES ELECTRONIC COMMERCE IN PERSPECTIVE: DYNAMICS AND DRIVERS* (Vol. 14).
- Azzi, R., Chamoun, R. K., & Sokhn, M. (2019). The power of a blockchain-based supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 135(May), 582–592. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.042>
- Banerjee, M., Lee, J., & Choo, K. K. R. (2018). A blockchain future for internet of things security: a position paper. *Digital Communications and Networks*, 4(3), 149–160. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2017.10.006>
- Calvo-Dopico, D. (2015). Implantación de la trazabilidad y su relación con la calidad: marco conceptual y retos estratégicos. Aplicación al sector pesquero. *Economía Agraria y Recursos Naturales*. <https://doi.org/10.7201/earn.2015.01.05>
- Casado-Vara, R., Prieto, J., La Prieta, F. De, & Corchado, J. M. (2018). How blockchain improves the supply chain: Case study alimentary supply chain. *Procedia Computer Science*. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.193>
- Castillo Mateo, B., Tamayo Torres, J., Cabeza Pullés, D., Roldán Bravo, M. I., & Ruiz Moreno, A. (2016). FACTORES CLAVE PARA LA BÚSQUEDA DEL APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL EN LA CADENA DE SUMINISTRO: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA. *Revista de Estudios Empresariales. Segunda Época*, (1). <https://doi.org/10.17561/ree.v0i1.2952>
- Chang, S. E., Chen, Y. C., & Lu, M. F. (2019). Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process. *Technological Forecasting and Social Change*, 144(March), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.03.015>
- Fernández, D., Ángel, H., & Muncio, G. (2017). *Aplicación de la tecnología BlockChain en el Supply Chain en los Sectores Industriales*.
- Kumar, N. M., & Mallick, P. K. (2018). Blockchain technology for security issues and challenges in IoT. *Procedia Computer Science*, 132, 1815–1823. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.140>
- Li, H., & Womer, K. (2008). Modeling the supply chain configuration problem with resource

- constraints. *International Journal of Project Management*, 26(6), 646–654.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.08.004>
- Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A., d'Atri, G., & Forte, M. (2019). Blockchain-enabled supply chain: An experimental study. *Computers and Industrial Engineering*, 136(July), 57–69.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.026>
- Montecchi, M., Plangger, K., & Etter, M. (2019). It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain. *Business Horizons*, 62(3), 283–293.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.008>
- Navarro, B. Y. (2017). Blockchain y sus aplicaciones. *Universidad Católica Nuestra Señora de La Asunción*. Retrieved from <http://www.universidadcatolica.edu.py/>
- Pérez Mantilla, Freddy Andrés; Torres, F. (2014). Inventory models with deteriorating items: A literature review. *Ingeniería*, 19(2), 9–40. Retrieved from
<https://www.redalyc.org/pdf/4988/498850179002.pdf>
- Rivera, E., Llanes, A., & Pérez, L. (2016). Aportes Sobre El Control De Gestión De La Cadena De Suministro a La Asignatura Logística Contributions on Management Control of Supply Chain To the Logistics Subject. *Cuba*, 19(47), 1608–3784. Retrieved from
<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/pedagogia-y-sociedad/article/viewFile/503/404>
- Salas, K., Miguél, H., & Acevedo, J. (2017). Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro Inventory Management Methodology to determine the levels of integration and collaboration in supply chain. *Revista Chilena de Ingeniería*, 25(2), 326–337. Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v25n2/0718-3305-ingeniare-25-01-00326.pdf>
- Sanabria Coronado, L. A., Peralta Lozano, A. M., & Orjuela, J. A. (2017). Modelos de Localización para Cadenas Agroalimentarias Perecederas: una Revisión al Estado del Arte. *Ingeniería*, 22(1), 65. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2017.1.a04>
- Sánchez, A. M. (2016). *Suministro Y La Capacidad*.
- Saveen A. Abeyratne, R. P. M. (2016). Blockchain Ready Manufacturing Supply Chain Using Distributed Ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 05(09), 1–10. <https://doi.org/10.15623/ijret.2016.0509001>
- Validi, S., Bhattacharya, A., & Byrne, P. (2014). A case analysis of a sustainable food supply chain distribution system—A multi-objective approach A case analysis of a sustainable food supply chain distribution system—A multi-objective approach Author's Accepted Manuscript A Case Analysis of a Sustainab. In *International Journal of Production Economics* (Vol. 152). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.003>
- Vianchá Sánchez, Z. H. (2014). Models and configurations of supply chains in perishable goods. *Ingeniería y Desarrollo*, 32(1), 138–154. <https://doi.org/10.14482/inde.32.1.4577>
- Wang, H., Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., & Chen, X. (2018). Blockchain challenges and opportunities: a survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352.
<https://doi.org/10.1504/ijwgs.2018.10016848>
- Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., & Rit, M. (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? *International Journal of Production Economics*, 211, 221–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.002>
- Wilson, M., & Ortega, P. (2016). *GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Y LOGÍSTICA EN COLOMBIA*.
- Zhao, J., & Zhao, H. (2018). Design of prototype system for multi-agent supply chain information sharing benefit distribution management. *Information Systems and E-Business Management*. <https://doi.org/10.1007/s10257-018-0386-y>