



**Determinación del potencial de la tecnología blockchain, aplicada al
mejoramiento de procesos productivos en el sector agropecuario**

Modalidad: Monografía Análisis

**Camilo Andres De Hoyos Jaimes.
CC 1096062799**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e ingeniería
Tecnología en producción industrial
Bucaramanga, 01 de Septiembre del 2022**



**Determinación del potencial de la tecnología blockchain, aplicada al
mejoramiento de procesos productivos en el sector agropecuario**

Monografía Análisis

**Camilo Andres De Hoyos James
CC 109606**

**Tecnólogo en Producción Industrial
Título al que optan los autores**

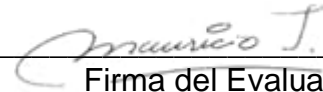
**DIRECTOR
José Alonso Caballero Márquez**

Soluciones Operativas, Logísticas y Desarrollo Organizacional - SOLYDO

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería
Tecnología en producción industrial
Bucaramanga, 25 de Noviembre del 2022**

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander, para optar al título de tecnólogo en producción industrial, según el acta de comité de trabajo de grado No. 137-02-43 del día 15 de diciembre de 2022. Evaluador:
Mauricio José Martínez Pérez.



Firma del Evaluador



Firma del Director

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS6

RESUMEN EJECUTIVO6

INTRODUCCIÓN8

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN11

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA11

1.2. JUSTIFICACIÓN12

1.3. OBJETIVOS13

1.3.1. OBJETIVO GENERAL13

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS13

2. MARCO REFERENCIAL14

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1. TECNOLOGÍA BLOCK CHAIN13

2.1.2. SECTOR AGROPECUARIO13

2.1.3. MEJORAMIENTO DE PROCESOS13

2.1.4. PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD13

2.1.5. ESTRATEGIAS13

2.2 MARCO CONCEPTUAL13

2.2.1. TECNOLOGÍA BLOCK CHAIN 13

2.2.2. SECTOR AGROPECUARIO 13

2.2.3. MEJORAMIENTO DE PROCESOS 13

2.2.4. PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD13

2.2.5. ESTRATEGIAS13

2.3. MARCO DE ANTECEDENTES13

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION33

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO34

4.1 REVISIÓN DE LITERATURA CIENTÍFICA13

4.2. ANÁLISIS DE LITERURA GRIS13

4.3 CONTRASTE DE RESULTADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES13

5. RESULTADOS³⁹

- 5.1 ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN EL SECTOR AGRÍCOLA 13
- 5.2 OPORTUNIDADES DE MEJORA¹³
- 5.3 ESTRATEGIAS BASADAS EN TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN PARA EL SECTOR
AGROPECUARIO¹³
- 5.3.1 ESTRATEGIAS ASOCIADAS AL PROCESO PRODUCTIVO¹³
- 5.3.2 LOGISTICA Y DISTRIBUCIÓN¹³
- 5.3.3 RELACIÓN FINAL CON EL CLIENTE¹³

6. CONCLUSIONES⁵³

7. RECOMENDACIONES⁵⁴

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS⁵⁵

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de estrategias propuestas	44
---	----

RESUMEN EJECUTIVO

El uso de la tecnología para el mejoramiento productivo cada vez es más común. Aún más, cuando la tecnología evoluciona a una gran velocidad, generando nuevas oportunidades de implementación y mejoramiento de procesos. Teniendo en cuenta esto, uno de los sectores más propensos para la recepción e implementación tecnológica es el sector agropecuario, principalmente en zonas de mayor vulnerabilidad, como lo es la región latinoamericana, específicamente Colombia. Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolla el presente trabajo de grado, por medio de una metodología descriptiva, acudiendo a fuentes secundarias científicas y especializadas.

A partir de ello, se logran identificar elementos de gran valor para su implementación, en el corto, mediano y largo plazo. Dentro de ello, se destaca la posibilidad de implementación de sensores, plataformas digitales, procesamiento de grandes volúmenes de información, seguridad en la misma, entre otros elementos. Tomando esto como base, se proponen ciertas estrategias, resaltando otros elementos básicos necesarios para la implementación de dichas estrategias, logrando una mayor efectividad.

PALABRAS CLAVE. Tecnología Blockchain, Sector agropecuario, Mejoramiento de Procesos, Estrategias, Productividad y competitividad.

INTRODUCCIÓN

El blockchain es una cadena de bloques en la que se almacena información diferente de acuerdo a su campo de aplicación, a nivel internacional suele relacionarse con el bitcoin (criptomoneda), este es caracterizado por ser auto protegible gracias a sus componentes: la información, el Hash (conocido como el número identificado único), a partir del tercero componente cada bloque se conecta con su predecesor y su sucesor, esta tecnología busca reducir tareas de la vida cotidiana que pueden ser realizadas por computadoras. Generando seguridad y transparencias en las transacciones realizadas, debido a que los mismos usuarios son los que validan la información a medida que se realizan contratos u otras tareas.

Para el registro de tierras en Colombia se ha lanzado un proyecto denominado “registro nacional de predios el cual ha sido idealizado por la empresa Peersyst technology la cual es una empresa española dedicado a desarrollar plataformas de la mano de BC, realizando una asociación junto con otra compañía conocida como Ripple, los cuales le han presentado a la Agencia Nacional de tierras de Colombia y el Ministerio Tic, el cual busca mediante el uso de códigos Qr será un medio de acceso para validar los datos ya almacenados en el IPFS (tecnología) permitiendo conocer a quien pertenece cada tierra, este es uno de los usos más cercanos de aplicabilidad del blockchain en Colombia.

La tecnología blockchain ha generado cambios importantes a nivel mundial. Su desarrollo y diversidad de formas de implementación la ha hecho un gran atractivo para la sociedad, alcanzando niveles de novedad no previstos. Considerando estas características, ha sido contemplada como oportunidad para la búsqueda de soluciones a problemas que aquejan a la sociedad. Dentro de ello, se encuentra el

sector agropecuario, crítico para el desarrollo de la sociedad y en deterioro constante, requiere de toda la atención y la búsqueda de soluciones para su rescate.

Dentro de estas soluciones, principalmente en regiones de bajo desarrollo, la tecnología puede generar un cambio de tendencia y apoyar su especialización, con el fin de mejorar no sólo en términos económicos, sino también en términos sociales y ambientales, debido al impacto que toda su cadena de valor genera a los stakeholders que la componen. Ante esto, en el presente trabajo se presentan estrategias que podrían ser implementadas en el corto, mediano y largo plazo, de modo que sirvan para futuras investigaciones en el área como referente o punto de partida, y puedan ser utilizados estos aportes para un adecuado desarrollo.

Para el desarrollo del trabajo de grado se han definido 7 literales: Literal 1: **“Descripción del trabajo de investigación”** se plantea el problema a desarrollar justificando el motivo de la investigación, a su vez definiendo los objetivos los cuales nos permite entender el alcance que queremos lograr y nos ayude a resolver la pregunta problema, Literal 2: **“Marco referencial”** se desarrollan las temáticas de las 5 palabras claves propuestas para el proyecto, en esta sección se expone a grandes rasgos el análisis conceptual que permiten entender el block chain, el sector agropecuario en Colombia, las ventajas y desventajas existentes, las barreras del gobierno, la situación a nivel internacional, además de las posibles estrategias para su implementación en este sector, también en el sub literal del marco de antecedentes se mencionará otros trabajos de investigación realizados en torno a este tema 3: **“Diseño de la investigación”**, se describe el tipo de metodología a emplearse para la recopilación de la información de acuerdo a los objetivos planteados además de definir el enfoque para en análisis de datos, 4: **“Desarrollo del trabajo de grado”**, en esta sección se detalle de manera puntual el desarrollo de los objetivos y se realiza una contraste para empezar a definir las estrategias que utilizaremos y se verán reflejado en el siguiente literal, 5:

“**Resultados**” aquí se han definido las 3 estrategias basadas en la tecnología block chain, las cuales afectarán de manera positiva la productividad, 6: “**Conclusiones**”, en este apartado se resumen los logros y aprendizajes alcanzados con esta investigación, además de una invitación para que se siga profundizando en la temática, 7: “**Recomendaciones**”, orienta para que futuros lectores interesados en BC, cuando realicen investigación acerca de este tema lo hagan teniendo una perspectiva amplia, teniendo en cuenta los diversos factores que pueden intervenir 8: “**Referencias bibliográficas**”, por último se anexan la bibliografía utilizada acorde a la revisión de literatura gris y científica para el correspondiente desarrollo del trabajo investigativo.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector agropecuario en Colombia juega un papel fundamental, visto desde diversos puntos de vista. Algunos de los más importantes están relacionados con la vinculación de población con un alto nivel de vulnerabilidad, la seguridad alimentaria del país y un alto aporte al Producto Interno Bruto del mismo. A pesar de lo mencionado, es un sector con una baja implementación tecnológica y con un alto nivel de producción artesanal de baja competitividad en el mercado, lo cual, ha significado un rezago respecto a competidores internacionales, generando estos una fuerte presión sobre los precios de los productos pertenecientes al sector primario, asociados a la agricultura (Vanegas & Gaitán, 2020).

En relación con lo anterior, se observa a nivel mundial un rápido desarrollo de la tecnología (Britchenko et al., 2018). Dentro de ella, se encuentra la tecnología Blockchain la cual, si bien ha tenido un fuerte impacto sobre servicios financieros, se ha logrado identificar nuevas aplicaciones en otros sectores económicos de gran importancia, entre los cuales se encuentra el agropecuario, logrando resultados interesantes que pueden darle una proyección de gran valor en términos de productividad. Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea como pregunta de investigación ¿Cuál es el potencial que posee la tecnología blockchain, para el mejoramiento de procesos productivos relacionados con el sector agropecuario colombiano, con el fin de aumentar la productividad en el mismo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Instituciones a nivel mundial como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), recomiendan y resaltan la necesidad de la implementación de tecnologías de última generación, para el apoyo del sector agropecuario, con el fin de minimizar problemas como el desperdicio de alimentos, la baja productividad y el cambio climático, los cuales han venido afectando de manera significativa la producción primaria. Esto, impactaría de manera directa iniciativas internacionales como lo son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Jiménez, 2020).

Si bien, el desarrollo e implementación de este tipo de tecnologías tiene un alto nivel de complejidad, la cual es aún mayor en países como Colombia, el sector agropecuario necesita un cambio tecnológico de grandes proporciones, que le permita aprovechar todo el potencial que posee como productor, además de las características propias del territorio que le darían una ventaja comparativa. Para ello, es necesario analizar la viabilidad de este tipo de tecnologías, además de los escenarios en los cuales podría llevarse a cabo, así como de los requisitos para lograrlo (Saravia-Matus & Aguirre, 2019).

Por otra parte, el presente trabajo generaría un aporte de gran valor al grupo de investigación SOLYDO, perteneciente al programa de Tecnología en Producción Industrial de las Unidades Tecnológicas de Santander, permitiendo incursionar en nuevas líneas de trabajo, así como marcando la pauta para nuevas iniciativas en el futuro que puedan basarse en los resultados que se logren alcanzar a través de esta monografía

1.3. OBJETIVOS

A continuación, se relacionan los objetivos, tanto generales como específicos, a llevarse a cabo en el desarrollo del presente trabajo de grado.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el potencial de la tecnología blockchain, aplicada al mejoramiento de procesos en el sector agropecuario colombiano, con el fin de proponer estrategias para el aumento de la productividad.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los principales avances en términos del blockchain, aplicado al sector agropecuario, por medio de una revisión de literatura científica, para conocer el estado actual de la temática

Analizar oportunidades de mejora en el sector agropecuario en Colombia, desde el punto de vista tecnológico, por medio de una revisión de literatura gris, definiendo las de mayor impacto

Determinar estrategias, basadas en la tecnología blockchain, para el abordaje de las principales oportunidades de mejora del sector agropecuario en el país, con el fin de aumentar su productividad

2. MARCO REFERENCIAL

En el presente componente, se desarrollará el marco de referencia del trabajo de grado, el cual, estará compuesto por el Marco Teórico, el Marco Conceptual y el Marco de Antecedentes.

2.1 Marco teórico

Como marco teórico, se relacionan los siguientes elementos principales de la temática objeto de estudio:

2.1.1 Tecnología Blockchain

La tecnología Blockchain surge en el año 2008 dentro del proyecto bitcoin, cuando el japonés Satoshi Nakamoto presenta un año después la primera criptomoneda Bitcoin. Esta tecnología se identifica por manejarse como una serie de bloques de carácter práctico, tecnológico y sociocultural, puesto a disposición de la sociedad para realizar transacciones de bienes o dinero (Arteaga Mendoza et al., 2021).

Así mismo, esta tecnología se considera una estructura de datos que crea y mantiene un libro mayor abierto y distribuido en una red de usuarios (Liao y Wang, 2018), los cuales están conectados de forma peer-to-peer; en palabras más simples, es una base de datos digital que contiene información que se puede utilizar y compartir simultáneamente dentro de una gran red descentralizada y de acceso público. Los principales beneficios de esta tecnología incluyen la realización de transacciones seguras, su transparencia, inmutabilidad y trazabilidad de la información, entre otros; esto gracias a componentes como los códigos hash, llaves

privadas y marcas temporales, que hacen a los bloques inmutables, irreversibles y verificables por medio de códigos hash, marcas de tiempo, y otros algoritmos de encriptación utilizados para mantener la seguridad de los bloques.

El funcionamiento de la red Blockchain, se basa en la cadena de bloques que almacenan la información, que están vinculados criptográficamente y son potencialmente infinitos (Öztürk & Yildizbaşı, 2020). Al ingresar nueva información a la red, ésta se distribuirá en todos los nodos (usuarios) y, solo será añadida a la cadena de bloques si existe un acuerdo entre la mayoría de estos (Dolader et al., s.f.). Ahora bien, si existe un acuerdo, esta información es verificada y autenticada por unos nodos de la red llamados “Mineros”, quienes son los encargados de crear los bloques de la cadena (Banerjee, 2018). Adicionalmente, existen dos estructuras de la red Blockchain: privada y pública. La mayoría de las criptomonedas en circulación hoy en día, se basan en la estructura pública por su modelo de fuente abierta; por otra parte, la estructura privada es desarrollada para adaptarse a las organizaciones (Alkhudary et. al, 2020).

Los principales beneficios de esta tecnología se dan en temas como seguridad, confiabilidad, rapidez, en términos del flujo de información, costos y competitividad. 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 (Trucker & Catalini, 2018).

El BC, por su estructura descentralizada, permite la participación de todas las partes de la cadena de suministro, con lo cual asegura no solo soluciones de principio a fin, también una comunicación eficiente y en tiempo real; por lo que entre más partes se involucren al sistema hay una mayor oportunidad de simplificar los procesos tradicionales y el flujo de trabajo (Tan & Sundarakani, 2020). Su

naturaleza inmutable, sus algoritmos de encriptación, así como sus marcas de tiempo, consenso públicos y el uso de mineros hacen a esta tecnología más robusta contra problemas de privacidad, siendo sus bloques altamente resistentes a la manipulación, ciberataques y fraudes; puesto que sería necesario revertir toda la historia de bloques al mismo tiempo bajo la mirada de los usuarios (Tapscott & Tapscott, 2016), reduciendo así el riesgo de falla en un solo punto, y asegurando información verídica y precisa.

Por otro lado, al brindar visibilidad de principio a fin en la cadena de suministro, permite un registro permanente de transacciones que facilitan procesos de auditoría, asegurar procesos transparentes, así como mejora la visión de datos haciendo a la cadena más sensible a tendencias y resiliente a disrupciones en el mercado (Calatayud, 2017). Su marca de tiempo, incrementa la confianza en los datos y la calidad de estos, además, al considerar todas las partes de la cadena reduce el riesgo de asimetría o información incompleta, lo que permite cumplir con los requerimientos de información de todos los participantes, brindando la posibilidad de compartir datos y diseños confidenciales rápidamente (Sheel & Nath, 2018). Y como toda transformación tecnológica, no solo aumenta la rapidez de transacciones y búsqueda de información, también se reduce la probabilidad de errores o fraudes en dichos procesos que, por lo general, se llevan a cabo de forma manual; además, al requerir un consenso entre las partes para la creación de bloques, agiliza la resolución de disputa y verificación de transacciones, logrando un mejor flujo de bienes e información.

De cara a los clientes, al hacer el proceso más transparente, tiene la capacidad de brindarles una mejor experiencia al proveer de información precisa sobre su producto y su proceso de entrega, permitiendo al usuario tomar decisiones responsables (Usta & Dogantekin, 2017). De igual manera, gracias a la confianza que brinda esta tecnología, puede actuar como un agente de interacción entre las

partes sin depender de un intermediario u organización central como un banco (Tan & Sundarakani, 2020) eliminando brechas de información. Por ende, se reducen costos al eliminar procesos manuales, intermediarios, comisiones, fraudes, etc.; lo que conduce a mayores ganancias y una posible disminución en el precio de los productos.

Sin embargo, 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, entre otros; que se deben tener en cuenta para su integración. Al tratarse de una tecnología que se encuentra en una etapa temprana de investigación en las áreas de logística y cadena de suministro (Yli-Huumo et al., 2016), inconvenientes como la falta de un diseño estándar de esta tecnología es un obstáculo para lograr su interoperabilidad, así mismo, la infraestructura tecnológica actual es una de las principales razones que afecta la propagación de esta tecnología (Bohme et al., 2015) al requerir cierto poder computacional y capacidad de almacenamiento en sus nodos, pues el crecimiento del tamaño de estos sistemas lo vuelve cada vez más robusto, dificultando su escalabilidad.

Paralelamente, una de sus ventajas como lo es su seguridad, es considerada un posible reto debido a que esta clase de sistemas requiere de mayor protección de datos a medida que crece. Además, al ser un sistema compartido, abre la puerta a filtros en la información de usuarios (Kshetri, 2018), dadas tecnologías como las computadoras cuánticas con habilidades para operar millones de veces más rápido que los computadores convencionales (Öztürk y Yildizbaşı, 2020); por lo que, algunos estudios sugieren ahondar más en este aspecto. Así mismo, al ser un sistema inmutable, se habla de posible introducción de datos erróneos que le puedan generar costos a las organizaciones, y que siguen teniendo una posibilidad de suceder a pesar de las verificaciones que realiza el sistema por otras partes.

En cuanto a la integración de todas las partes de la cadena, se contempla como un reto convencer a los diferentes actores del negocio a involucrarse en un modelo de BC, e incluso trabajar con competidores (Saberri et al., 2019). Debido a esto, se habla de la necesidad de un cambio de mentalidad, para reducir la reticencia de compartir datos y brindar una mayor eficiencia y transparencia al usar el BC, sobretodo en organizaciones con estructuras rígidas cerradas a procesos de innovación; por esto, es fundamental que las empresas estén convencidas de los beneficios que esta tecnología puede traerle para poder afrontar el proceso de transformación, debido a que se requiere tener en cuenta las utilidades que esta tecnología les trae, así como el cambio de mentalidad y cultura en los empleados, fundamental para llevar un proceso satisfactorio.

Sumado a esto, se presenta la falta de recursos humanos con conocimientos y experiencia en BC, que limitan la preparación de las organizaciones para implementar dicha tecnología; no obstante, es importante mencionar que del 80% del esfuerzo de implementación relacionados con cambios en los procesos comerciales, solo el 20% del esfuerzo es la implementación de la tecnología (Mougayar, 2015)

Finalmente el gasto de energía, sobretodo en el proceso de minado, la falta de regulaciones de esta tecnología, la carente motivación de los gobiernos para promover dicha tecnología, así como la falta de investigación y casos públicos de éxito, ocasionan que la gran inversión que se requiere para esta tecnología aumente su riesgo de pérdida, por lo que las empresas pequeñas podrán quedar rezagadas frente a las grandes industrias, las cuales podrán ganar ventaja competitiva con el BC, y sectores que presentan estructuras más complejas lo manifiestan como una adopción compleja. Debido a esto, se considera fundamental un análisis de

necesidades y objetivos de los diferentes actores involucrados (Bodkhe et al., 2020), para ahondar, no solo en los retos, sino también en los beneficios en cada sector.

2.1.2 Sector agropecuario

El sector agropecuario se compone por actividades agrícolas, pecuarias, forestales, pesqueras y acuícolas; todas de producción primaria. Por esto, este sector está directamente relacionado con la seguridad de la comida, la creación de trabajo y en general para la sostenibilidad (González et al., 2020). En consecuencia, se presenta como un sector primordial no solo para la subsistencia humana que consume dichos productos a diario, también para diferentes organizaciones que los comercializan y sobre todo para las personas que se dedican a estas labores; teniendo en cuenta que, el espacio rural cada vez se concibe más como un lugar de oportunidades para transformar los sistemas alimentarios, promover servicios ecosistémicos, la conservación de la diversidad, el combate contra el cambio climático y el manejo sostenible de recursos naturales como la tierra y el agua (Saravia-Matus y Aguirre, 2019). Ahora bien, dada su importancia, se prosigue no sólo a profundizar en el sector y sus problemáticas en Latinoamérica y Colombia, sino también en la aplicación de tecnologías que le otorguen un mayor poder competitivo y un ejemplo del potencial que tiene la tecnología Blockchain en el sector.

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 (Looks & Arathoon, 2021). En Colombia la situación no es diferente, ya que para 2020, el 32% de la población habitaba el campo, siendo la mayor parte de estos campesinos (Guerrero

y Pardo, 2020). La llegada de la pandemia por Covid-19, puso en una compleja situación la comercialización de dichas actividades económicas, dados los diferentes protocolos y restricciones que surgieron a raíz de esta, provocando un estado de incertidumbre y una caída general de consumo. Aun así, la industria de la agricultura fue la menos afectada para 2020 con un valor de -4.2% en las exportaciones de bienes (CEPAL,2020).

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). Además, a pesar de las fluctuaciones en exportaciones e importaciones debido a la situación que se presentó en todo el mundo, si bien Colombia sigue un país que importa en mayor parte, para mayo del presente año se presentó un aumento de 39,4% con respecto al 2020, con una participación del 22,2% de productos agropecuarios, alimentos y bebidas (DANE, 2021a); por otro lado, las importaciones presentaron un aumento de 52%, y tan solo el 14,9% fueron de productos agropecuarios, alimentos y bebidas (DANE, 2021b). Con esto, se puede evidenciar que, si bien del sector agropecuario se importan ciertos productos, se exporta en mayor cantidad y su gran mayoría van dirigidos al consumo local, con \$12.917 miles de millones de pesos de valor agregado de los sectores de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca al PIB nacional (Agronet, 2021).

Si bien, en el cono sur la agricultura se caracteriza por su alta mecanización y uso intensivo de capital para fines de exportación, los países centroamericanos y andinos, entre los que se encuentra Colombia, dependen de la agricultura en pequeña escala; representando estos pequeños agricultores el 81,3 % de todas las granjas de la región (Loukos & 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.

Dichas condiciones, dificultan la productividad del sector por factores tecnológicos, educativos, técnicos, entre otros; por lo que es necesaria la implementación de metodologías que aumenten el valor agregado de la cadena de suministro en la agricultura, lo cual permitiría no solo aumentar los precios de venta, sino también lograr una mayor eficiencia en la producción y un mayor contacto con los consumidores de los cuales dependen, a un costo menor y razonable.

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 mercados (Loukos & 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.

Dadas las crecientes tendencias tecnológicas, muchos sectores productivos han implementado muchas de ellas en sus procesos y actividades diarias, con el fin no solo de conseguir una mayor eficiencia, sino también para satisfacer cada vez más a un gran número de consumidores en todo el mundo. En el agro, la situación no es indiferente, muchas de las tecnologías que se han desarrollado tienen el potencial no sólo de innovar, sino de transformar la forma como se produce hoy en día, mejorar la competitividad, facilitar la cooperación en las cadenas de suministro del sector agropecuario, permitir una conexión más directa con todas las partes, desde proveedores a consumidores finales, y generar un impacto positivo en el ambiente, la sociedad y la economía tanto local como global. Así lo afirman la CEPAL, FAO e IICA (2019): "...las tecnologías de la información y comunicación, que abren un

abanico de oportunidades para mejorar los procesos productivos y promover la transición agroecológica”.

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 & Arathoon, 2021). Además, se debe tener en cuenta, que la Covid-19, con la llegada de los nuevos modelos de trabajo virtual en los diferentes sectores, hace más urgente la transformación tecnológica de estos, de forma que los mismos se vuelvan más ágiles y resiliente a los inesperados cambios del entorno.

Una de las mayores fuentes de innovación en el agro latinoamericano han sido las comúnmente llamadas start-ups. Según cifras de IDB|LAB, en 2018 habían más de 450 start-ups en Latinoamérica y el Caribe enfocadas a la innovación tecnológica en el agro; el 51% de ellas estaban concentradas en Brasil, el 23% en Argentina, y 24 de ellos en Colombia. Para mediados de 2020 en América Latina, AgriTech identificó más de 2 docenas de herramientas digitales, las start-up en Brasil aumentaron a 350, y Colombia se convirtió en un líder de comercio electrónico agrícola con más de una docena de plataformas disponibles en el país (Loukos y Arathoon, 2021).

Muchas de las start-ups de la región utilizan tecnologías como; sensores remotos, geolocalización, tecnología celular, el internet de las cosas, big data, inteligencia artificial, robótica, plataformas digitales, drones, cloud computing e incluso tecnología blockchain; brindando servicios como registros digitales,

información meteorológica hiperlocal, seguros de transporte, transacciones digitales y enlaces con proveedores, compradores y demás stakeholders

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. Otras de las dificultades que se han debido afrontar son: la falta de conocimiento digital y competencias técnicas de los productores, dependencia de las relaciones personales, conectividad limitada en áreas rurales, insuficiencia de usuarios para el sostenimiento a largo plazo de las aplicaciones tecnológicas.

No obstante, han mostrado resultados prometedores, con aumentos de producción de hasta 50-80% y reducciones de costos de 20-40% (Loukos & 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. Sin embargo, organizaciones como el IICA, la SAFE, el CGIAR, el CIAT y el SENA, han tomado la iniciativa para apoyar las innovaciones dirigidas a los pequeños productores (Loukos & Arathoon, 2021).

Empero, el internet es una de las fuentes principales para el funcionamiento de estas tecnologías, y se conocen todavía dificultades con respecto a la conectividad, no solo en áreas rurales, sino en todo el país. Se espera que, con las nuevas modalidades de trabajo, este llegue a todos los rincones de forma rápida y abra nuevas posibilidades de transformación en la producción, distribución, comercialización y consumo de productos agropecuarios. Así mismo, dado el crecimiento en proyectos rurales de sectores públicos y privados, así como de

investigación y desarrollo de proyectos académicos orientados al agro; se tiene una alta expectativa para el crecimiento de inversiones en el sector.

2.1.3 Mejoramiento de procesos

El análisis de procesos para su posterior mejoramiento se ha convertido en un reto que adquiere cada vez mayor complejidad, requiriendo de una visión clara y objetiva la cual, permita generar cambios positivos sobre las dinámicas de la empresa, impulsando su eficiencia y eficacia. Lo anterior, se puede lograr desde un aspecto básico como lo es el área técnica de los procesos, con el fin de lograr minimizar o eliminar aquellos elementos que no aportan valor, permitiendo enfocar los esfuerzos hacia aquellos que si lo hacen y maximizar el aprovechamiento de su capacidad (Cabrera, León, Nogueira & Chaviano, 2015).

Para alcanzar este punto de mejoramiento, se requiere llevar a cabo un diagnóstico a profundidad, el cual permita conocer claramente el estado actual de la situación, identificando aquellas áreas o elementos que generan ineficiencia, problemáticas e incluso, riesgos potenciales que puedan atenderse, no sólo desde lo correctivo sino también desde lo preventivo. Una vez identificados los elementos anteriores, se procede a la estructuración de propuestas de mejora, las cuales deben detallar de la mejor manera cada actividad a realizar, con el fin de que el posterior proceso de ejecución sea el más adecuado según la planeación previa. Para ello, se cuentan con numerosas herramientas y estrategias tales como el ciclo PHVA, herramientas para la planeación de la producción, el control y aseguramiento de la calidad, entre otros (Serrano & Ortiz, 2012).

Finalmente, es importante que, desde la etapa de planeación y su posterior ejecución, se lleve a cabo un riguroso control de los procesos, empleando indicadores adecuados que permitan analizar el contraste, entre el estado inicial y

final del proceso, lo cual permitirá evidenciar si realmente se presentó un mejoramiento en los procesos. Esta mejora, seguramente puede reflejarse en unos resultados más favorables, sin embargo, no hay que esperar a que los procesos finalicen para analizarlos con detalle, cada etapa que compone dicho proceso (o proyecto – por su composición por procesos) debe ser asegurada y controlada, evitando los excesos que puedan afectar igualmente su normal flujo (Álvarez Reyes & de La Jara Gonzales, 2012).

2.1.4 Productividad y competitividad

La productividad y competitividad se definen como la capacidad que posee una organización, para desarrollar, producir, vender y realimentar su proceso, con el fin de obtener y aprovechar ventajas que los destacan respecto al mercado, de modo que pueda aumentar su rentabilidad, continuar con su crecimiento y perdurar en el tiempo. Dicha productividad y competitividad puede analizarse desde el punto de vista interno y externo, que se complementan de manera adecuada para lograr el posicionamiento y reconocimiento en el mercado. A nivel interno, la competitividad y productividad se enfocan en la optimización (mencionada previamente), el aumento en la capacidad instalada, el mejoramiento continuo y todas las estrategias que le permita a la organización llevar a cabo sus actividades de la mejor manera posible. Por su parte, el análisis externo se enfoca en contrastar las características propias de la organización respecto a su competencia, con el fin de destacar por su ventaja comparativa, ofreciendo valor agregado a los clientes y captando el de los mismos (DÁlessio & Del Carpio, 2013).

Ante un mercado en continuo cambio, esta productividad y competitividad ha aumentado su complejidad, requiriendo de la consideración de nuevas variables y áreas del conocimiento que tradicionalmente no estaban en este tipo de análisis. Ante esto, la innovación juega un papel fundamental para potenciar dichos

elementos, de modo que se pueda sacar ventaja respecto a los demás competidores, brindando mayores beneficios a los stakeholders de la organización. Otro elemento de gran valor es la adopción e implementación tecnológica, la cual, puede apoyar enormemente el mejoramiento interno, así como la conectividad a nivel externo, creando lazos más fuertes con los grupos de interesados y evidenciando las cualidades de la empresa, para hacerla así más atractiva. Lo anterior, hace que las capacidades y atributos se especialicen, integren e interactúen de manera cercana, garantizando los mejores resultados (Gómez, 2011).

2.1.5 Estrategias

Este concepto está basado en la optimización de procesos, el cual puede abordarse desde diferentes ángulos, refiriéndose a la intención de potenciar cualquier parte concebible del trabajo, desde operaciones simples que forman parte de una sola actividad de proceso, hasta la coordinación automatizada de procesos completos y complejos (Marshall & Brady, 2018).

En este sentido, el campo de la optimización de procesos se ocupa del análisis del comportamiento dinámico de los procesos operacionales, de manufactura, o desde la perspectiva de otras áreas productivas en términos de reacciones químicas, así como los procesos de gestión, de compra y venta, de relación con los proveedores y demás. Por lo cual, los procesos se enfocan en el diseño de controladores automáticos y la instrumentación asociada a los sistemas industriales y en brindar un soporte técnico y tecnológico para la integración de la compañía (Dumas et al., 2013).

Por lo tanto, la optimización de procesos busca maximizar la producción manteniendo el nivel deseado de calidad y seguridad del producto, haciendo que el

proceso sea más económico por medio de la implementación de sistemas de control de procesos y funciones organizadas en forma jerárquica, con funciones requeridas en los niveles inferiores y funciones deseables en los niveles superiores (Edgar & Hahn, 2009).

2.2 Marco conceptual

Para el desarrollo del presente trabajo de grado, teniendo en cuenta la definición teórica relacionada previamente, a continuación, se dará a conocer el uso de cada una de las temáticas mencionadas

2.2.1 Tecnología Blockchain

Debido a la importancia de dicha tecnología en la actualidad, la cual fue descrita con detalle previamente, para el desarrollo del presente trabajo se tomará como base de tecnología, con el fin de indagar acerca de los principales desarrollos que se han alcanzado hasta el momento en relación con el sector primario, específicamente en sector agropecuario.

Si bien, es un tema reciente, el cual probablemente no cuente con gran cantidad de aplicaciones en el sector, se buscar aprovechar al máximo el material que se encuentre disponible, tanto a nivel científico como a nivel aplicado o especializado, de modo que se logre un aporte teórico valioso en el área de conocimiento.

2.2.2 Sector agropecuario

Teniendo en cuenta la amplitud del sector agropecuario a nivel general, el presente trabajo se centrará en aquellos aspectos que presentan oportunidades de mejora, las cuales se puedan abordar desde la tecnología, principalmente susceptible de intervención de Blockchain. Por ello, la temática de análisis del sector se encuentra en segundo momento, con el fin de tener en cuenta previamente las situaciones en las cuales puede intervenir dicha tecnología.

De igual manera, se pretende atender situaciones propias de la región latinoamericana, especialmente las ubicadas en el territorio nacional, con el fin de tener un marco geográfico de referencia, así como considerando las particularidades del sector en el territorio nacional el cual, se caracteriza por diversas problemáticas relacionadas con factores como el recurso humano, el nivel de automatización de sus procesos, el acceso a recursos básicos, entre otros.

2.2.3 Mejoramiento de procesos

A partir de los elementos anteriores, el mejoramiento de procesos estará enfocado específicamente en los procesos productivos que componen el sector agropecuario. Parcialmente, estará vinculado con el análisis de dicho sector, teniendo en cuenta que los procesos hacen parte del mismo, con el fin de contrastar el cómo se realiza en la actualidad cada uno de ellos, versus las oportunidades de mejora que se puedan brindar desde la implementación de la tecnología Blockchain.

2.4 Productividad y competitividad

Considerando la definición de estos dos conceptos, los cambios propuestos y originados desde la implementación tecnológica para el mejoramiento de procesos, pueden dar como resultado un aumento en la productividad y una diferenciación en términos de competitividad respecto al mercado, tanto a nivel local, como regional, nacional e internacional. Por ello, se consideran como elementos de gran valor, por los resultados que este trabajo puede brindar, ante una futura implementación.

2.2.5 Estrategias

La estrategia principal de esta investigación esta orientada en la optimización, la cual es considerada uno de los elementos del mejoramiento de procesos, enfocada específicamente en el máximo aprovechamiento de los recursos empleados en un proceso productivo. Para este caso particular, teniendo en cuenta las bondades del desarrollo tecnológico, se buscará identificar aquellos ahorros en términos de recursos que esta implementación podría traer al sector agropecuario, más específicamente en el territorio nacional. Lo anterior, puede repercutir en los elementos anteriormente mencionados: productividad y competitividad, aportando al mejoramiento de procesos.

2.3 Marco de antecedentes

A continuación, se relacionarán trabajos realizados por diversos autores, los cuales se encuentran estrechamente vinculados con el trabajo consignado en el presente documento, lo cual permite reafirmar su importancia y aportar al área de conocimiento, a manera de guía.

Inicialmente, se encuentra el trabajo titulado “Blockchain como tecnología para la agricultura”, el cual fue realizado por Javier Ortizá Palomares (2022). En este, se logra identificar de manera clara en qué consiste la tecnología Blockchain por medio de fuentes secundarias científicas, además de su posible relación con el sector agropecuario, identificando oportunidades de trabajo en el área de la trazabilidad para la cadena de suministro. Igualmente, se destaca el potencial como motor económico y social a nivel global, con la posibilidad de ser un motor de cambio para la sociedad, el cual requiere de un amplio y extenso trabajo para lograr aprovechar todas sus propiedades.

Este trabajo, como se puede observar, cuenta con gran cercanía al presente trabajo de grado, por lo cual, se destaca la importancia de la temática en la actualidad, el potencial que posee no sólo en términos de aplicación directa sino también de cambio en términos económicos, sociales y ambientales, así como la posibilidad de un aporte significativo a la sociedad (Ortizá, 2022).

En segundo lugar, se encuentra el trabajo titulado “Aplicaciones tecnológicas para la agricultura sostenible: un trinomio”. Este trabajo, realizado por María Eugenia Pérez-Pons, Javier Parra Domínguez, Juan Manuel Corchado, Jonas Queiroz & Paulo Leitao (2022), hace referencia a la necesidad de identificar sistemas que permitan satisfacer las demandas de la sociedad. Para ello, se toma como elemento fundamental la transferencia tecnológica relacionada con el Internet de las Cosas o la Inteligencia Artificial.

Por ello, buscar resaltar los hallazgos de diversas investigaciones, a partir de la revisión de fuentes secundarias, con el fin de dar a conocer sus cualidades y oportunidades de mejora. Dentro de los elementos resaltados, se encuentran las aplicaciones de la tecnología Cripto (Basada en la tecnología Blockchain) y su posible relación con el transporte de última milla, el cual es fundamental para la

disposición final de los productos básicos (Pérez-Pons, Parra, Corchado, Queiroz & Leitao, 2022).

En el anterior documento, se puede resaltar nuevamente la importancia de la tecnología, en esta ocasión a nivel general, y sus diversas aplicaciones en sectores económicos, destacando nuevamente su posible vinculación de manera más estrecha con el sector agropecuario. Esto, corrobora la importancia del tema del presente trabajo de grado, fortaleciendo la necesidad de indagar más al respecto, con el fin de aportar al desarrollo de futuras nuevas investigaciones

Finalmente, se relaciona el trabajo titulado “Análisis de la tecnología blockchain aplicada a la logística de agro cadenas caso de estudio del café en Colombia. Una revisión sistemática de literatura”, el cual fue realizado por Karol Julieth Velasco Torres y Laura Michelle Pomárico Ortiz (2022). En dicha investigación, se destaca la tecnología Blockchain como optimizador de procesos, capaz de agilizar el intercambio de recursos de manera electrónica, ágilmente y a nivel internacional. Por ello, lo ven como oportunidad de implementación, específicamente para el sector del café, más específicamente lo referente a la cadena de suministro (Velasco & Pomárico, 2022).

Lo anterior, con el fin de evitar elementos que no agregan valor como lo son los intermediarios, con el fin de facilitar el acceso de los clientes a la información de la empresa, realizando la trazabilidad al proceso, con el apoyo de Smart Contracts y el Internet de las Cosas. Para ello, destacan como principal hallazgo la necesidad de los productores del sector, se aumentar su nivel de automatización, con el fin de mejorar su nivel de producción y ser más competitivos, en la misma medida que se invita a los gobiernos a mejorar las condiciones del sector rural, para facilitar esta reconversión.

Esto, evidencia las oportunidades de mejora, entre la vinculación de la tecnología, junto con el sector agropecuario, en esta ocasión, con un subsector en particular como lo es el cultivo de café, lo cual podría replicarse con los demás productores que componen el sector productivo agropecuario. Por ello, se refuerza la importancia del tema, así como la necesidad de realizar este tipo de trabajos, que logren indagar teóricamente en los hallazgos hasta el momento obtenido, para su futura profundización, pruebas piloto o diferentes grados de implementación.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La metodología a emplearse en el presente trabajo de grado es de tipo descriptivo. Lo anterior, debido al paso a paso que se desea llevar a cabo, el cual, puede evidenciarse en los objetivos planteados, tanto general como específicos. Por ello, se desea emplear fuentes secundarias, científicas y especializadas para indagar acerca de la temática objeto de estudio, con el fin de destacar los principales hallazgos que se logren identificar.

Lo anterior, coincide con las principales características de este tipo de metodología, las cuales están relacionadas con el registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos que conforman los fenómenos, empleando diferentes fuentes de información y contrastando las mismas (Guevara, Verdesoto & Castro, 2020). Para el caso particular, enfocado hacia el uso de la tecnología Blockchain en el sector agropecuario, identificando los principales aspectos que permitan abordar las oportunidades de mejora.

Por otra parte, el enfoque que se empleará es cualitativo, de la mano del trabajo descriptivo. Lo anterior, tiene por objetivo el poder analizar los datos cualitativos recopilados por medio de una inmersión profunda, que permita determinar los principales elementos del área de estudio, realizar propuestas al respecto y dar paso a nuevas oportunidades de investigación, que empleen como base el conocimiento que se generará. De igual manera, teniendo en cuenta las bondades de la investigación cualitativa, esto permitirá que el autor pueda realimentar el proceso, fortaleciendo su conocimiento en la medida que asocia la información obtenida y la procesa para la adecuada descripción (Hernández, 2019)

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

En el presente apartado, se detallará el desarrollo de cada uno de los objetivos propuestos, con el fin de relacionar, posteriormente, los resultados obtenidos que detallar el aporte generado.

4.1 Revisión de literatura científica

Para la realización de una adecuada revisión de literatura, se requiere de una búsqueda inicial a manera bibliométrica, con el fin de lograr unos resultados que aporten valor y contengan la temática objeto de estudio. Para ello, se definieron como palabras clave: blockchain, agricultura, Sector agropecuario, Mejoramiento de Procesos, estrategias, (para la búsqueda de todas las palabras que tengan como base esta parte), process y business, considerando tanto lo planteado previamente en la propuesta, como lo desarrollado en el marco de referencia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a utilizar conectores booleanos, con el fin de conformar ecuaciones de búsqueda, a partir de la combinación de palabras claves conectadas con los booleanos. Los conectores empleados principalmente fueron AND, OR y NOT. No fue necesario incluir más conectores o palabras claves ya que, ante la novedad de la búsqueda, la cantidad de resultados no fue muy alta, permitiendo un filtro de mayor calidad. De igual manera, se empleó la herramienta de búsqueda Google Académico, la cual cuenta con acceso a una gran cantidad y calidad de bases de datos, permitiendo abordar un amplio universo de conocimiento. Así mismo, al emplear palabras clave en inglés, se logró el acceso a resultados tanto en español y en inglés que tuvieran dichos elementos, garantizando buenos resultados.

Al trabajar con Google Académico, se pudo realizar ciertos filtros, con el fin de direccionar más adecuadamente la búsqueda de información. Los filtros empleados fueron el tiempo de la ventana de búsqueda, definido entre 2015 y 2022, debido a la novedad en la misma, ordenando los resultados por mayor relevancia, sin distinguir por idioma debido a lo mencionado previamente que permite mejorar este componente y cualquier tipo de documento.

Lo anterior, inicialmente permitió llegar a 15.200 resultados en total. Una vez aplicados los filtros, se llegó a un total de 3.440 resultados. Obtenidos estos resultados, se procedió a realizar un primer filtro manual, comprendido por la lectura de tres elementos cruciales en las revisiones de literatura, como lo son el título, las palabras claves y los resúmenes o abstracts; lo anterior se recomienda como primer filtro sobre el contenido de cada documento, ya que en su interior deberían estar relacionados claramente los elementos de la búsqueda, permitiendo corroborar que realmente el documento trata acerca del objeto de estudio.

Una vez realizado el análisis mencionado, se logró identificar un total de 53 documentos, los cuales abordan la temática según el enfoque establecido. Con estos tres documentos, se procede a la realización de la revisión de literatura planteada en el objetivo específico número 1, y así determinar las estrategias y/o avances recomendados por parte de investigadores a nivel internacional al respecto. Dichos resultados, será detallado en el siguiente numeral del presente trabajo de grado.

4.2 Análisis de literatura gris

En este segundo componente del área de desarrollo del trabajo de grado, se procedió a la revisión de literatura gris relacionada con la tecnología blockchain, su potencial de aplicación en el sector agropecuario y la posibilidad de apoyar el mejoramiento de sus procesos. Es importante resaltar que, la literatura gris, hace referencia a todas aquellas publicaciones que no cuentan con un proceso de evaluación con el nivel de rigurosidad de las publicaciones científicas; sin embargo, son realizadas por exponentes y concedores del tema, como empresas de gran reconocimiento en el área de conocimiento, entidades u organizaciones a nivel internacional, agremiaciones, entre otros, los cuales, desde su experticia, han logrado importantes desarrollos que aportan valor al área de conocimiento.

Para esta búsqueda, teniendo en cuenta las palabras clave definidas previamente, se procedió a utilizar las mismas (blockchain, agriculture, process y business) de modo que, pueda mantenerse una misma base en los dos tipos de análisis. Posteriormente, teniendo en cuenta las posibilidades de filtro del buscador de Google a nivel general, se procedió a la aplicación de filtros similares a los del objetivo específico número 1, en términos de ventana de tiempo (desde el 2015 a la actualidad) y en idioma inglés preferiblemente.

Al realizarse la búsqueda en el espacio general, la cantidad de resultados encontrados es bastante amplia y considerarlos todos puede ser errado o sesgado, ya que mucha de la información allí mostrada no está relacionada con el área de estudio. En esta ocasión, se procedió a realizar un análisis a conveniencia el cual, permitiera revisar los resultados más destacados, que se presentan al inicio de la búsqueda, con el fin de corroborar su contenido y valor. Una vez revisados los mismos, se procede a una metodología por bola de nieve ya que, a partir de los

documentos consultados inicialmente, se puede obtener información a manera de recomendación, que permita realizar nuevas búsquedas direccionadas a estos componentes.

La anterior búsqueda, al ser a conveniencia y por bola de nieve, requiere de gran compromiso por parte de quien realiza el presente trabajo, de modo que su elemento crítico permita identificar la mejor literatura gris de las fuentes consultadas. Una vez llevado a cabo este proceso, se logró un total de 37 documentos válidos, los cuales, pasarán a la etapa de lectura total y crítica, con el fin de extraer los principales hallazgos, en términos del sector agropecuario y los avances que haya al respecto a nivel tecnológico en general y en relación con la tecnología blockchain de manera puntual.

Los resultados provenientes del análisis anterior podrán evidenciarse en el siguiente numeral del trabajo

4.3 Contraste de resultados para determinación de oportunidades

Una vez finalizadas las dos revisiones, tanto desde el punto de vista científico como especializado, se procede a la definición de factores comunes. Lo anterior, se podrá alcanzar a partir del contraste entre los resultados alcanzados, con el fin de empalmar aquellas temáticas y/o hallazgos desde cada frente, que puedan tratarse entre sí, tanto de manera directa e indirecta. Este elemento es fundamental ya que, inicialmente, de encontrar puntos en común, se identificará que los dos frentes van por caminos que poseen coincidencias, permitiendo la posibilidad de apoyarse entre ellos. Por otra parte, aunque no haya puntos en común directos, el desarrollo de cada uno de los hallazgos podría presentar oportunidades de coincidencia entre estos, de modo que se puedan proponer elementos o espacios de acción.

Identificados los elementos, se procederá a desarrollar aquellos de mayor importancia, de modo que pueda ser difundido y comprendido, tanto por parte de

población con conocimiento especializado como por aquella que desees incursionar en el área de conocimiento. Al tener una alta dependencia sobre los resultados anteriores, el presente componente podrá comprenderse de manera más adecuada en su desarrollo en el numeral de resultados

5. RESULTADOS

A continuación, se darán a conocer los resultados obtenidos, producto del desarrollo de cada uno de los objetivos específicos del trabajo de grado.

5.1 Estado actual de la tecnología blockchain en el sector agrícola

El componente tecnológico en las organizaciones se considera de gran importancia. Debido a ello, continuamente se busca mejorar la tecnología asociada a cada proceso, con el fin de lograr cambios graduales, que conlleven a cambios estructurales y mejoramiento continuo. Este cambio, no sólo se evidencia al interior de las organizaciones y con sus clientes internos, finalmente, esto se termina exteriorizando en buenos indicadores de satisfacción al cliente, así como la captación de su valor, para el estrechamiento de relaciones y el posicionamiento en el mercado (Christopher, 2011).

Dentro de dichas tecnologías recientes y de gran impacto se encuentra la tecnología Blockchain, definida como una estructura de datos de alta complejidad, verificación y seguridad, validada y compartida de manera simultánea en una gran red descentralizada y de acceso público. Al contar con estas características, dicha tecnología puede brindar mayor seguridad en las transacciones, transparencia, seguimiento casi en tiempo real a la información, permitiendo ir más allá en términos de gestión de esta, lo cual, en términos empresariales, cuenta con un gran potencial de uso y aplicación (Mišćević et al., 2018).

De manera más detallada, la tecnología blockchain distribuye toda la información en sus nodos o usuarios, adhiriéndose a la red sólo si hay aprobación por parte de los mismos (Liao y Wang, 2018). Al darle la aprobación o verificación por parte de los nodos o “mineros”, se da paso a la creación de bloques para su inclusión. Este

tipo de estructuras se presenta de dos tipos, una pública y una privada, donde la primera es la de mayor difusión, sin embargo, la segunda es empleada para las organizaciones, con el fin de buscar soluciones a sus procesos por medio de su aplicación (Legris et al., 2003).

Teniendo en cuenta las ventajas que posee la tecnología y enfocándose específicamente en la parte empresarial del sector agropecuario, una de sus aplicaciones con mayor potencial es la de abordar problemas de última milla, es decir, la distribución final de los productos y la conexión entre los actores que allí se vinculan. La solución a las problemáticas de última milla, podrían evitar el uso de intermediarios, aumentando los beneficios tanto para productores como para consumidores finales, impactando directamente no solo en términos de costos sino también en el fortalecimiento de la calidad de los productos y el servicio al cliente, logrando una mejor experiencia (Liao y Wang, 2018).

Tomando como base la tecnología en su componente público, la descentralización podría permitir la participación de todas las partes de la cadena de suministro, asegurando cada función a lo largo del proceso, favoreciendo la comunicación y actualización en tiempo real, dando paso a la posibilidad de eliminar procesos innecesarios, aumentando la efectividad total. Debido a sus características de robustez y seguridad, entre otros, se evitarían al máximo los problemas de privacidad, protegiendo la información de las organizaciones con el fin de evitar manipulaciones, ciberataques y fraude (Öztürk y Yildizbaşı, 2020).

Para el caso de la transparencia de los procesos y su información, al poder hacer seguimiento al proceso, de principio a fin, las inspecciones y auditorías se podrían realizar mas eficazmente, teniendo la posibilidad de hacer seguimiento al proceso en tiempo real, contando con tiempos de respuesta mucho menores ante la ocurrencia de imprevistos en cualquier sección de la cadena. Al contar con una

mayor confianza y calidad de datos e información, los sesgos y asimetría se minimizan, logrando atender los requerimientos de los diferentes actores del sistema y recibir sus realimentaciones de la forma más clara posible, manifestándolos de la misma manera en el avance de la cadena (Banerjee, 2018).

En términos del cliente, la transparencia, la mejora en la experiencia, la disminución en los tiempos de acción, la información acertada acerca del estado de los productos, la estimación adecuada de la entrega, entre otros aspectos, hacen llamativa la implementación de esta tecnología de cara al servicio al cliente final. La comunicación directa con el mismo hará que la confianza aumente sin la necesidad de intermediarios, evitando problemas relacionados con pagos excesivos, fraude, problemas de calidad, entre otros, que se evidencian en la actualidad (Alkhudary et. al, 2020).

Considerando lo descrito previamente, aunque su potencial es bastante amplio, así mismo lo son las barreras que hay que trabajar para lograr ese nivel de implementación. Estas barreras, se relacionan con los componentes de conocimiento, actitud y aceptación del sistema, problemas burocráticos, estructuras rígidas, falta de legislación al respecto, desconfianza en la circulación de la información, entre otros (Trucker y Catalini, 2018). Aunque el desarrollo de la tecnología ha sido importante en los últimos años, no ha sido igual en todos los países y regiones, necesitándose aún importantes avances al respecto (Tapscott y Tapscott, 2016).

La falta de estandarización de la tecnología y su diseño para su implementación, falta de infraestructura tecnológica adecuada, la gran cantidad de energía consumida para su funcionamiento, falta de formación de personas para el desarrollo y manejo de esta tecnología, son los principales aspectos por considerar al momento de avanzar en su desarrollo. Si bien, la robustez en el manejo de la

información es una de las grandes ventajas de la tecnología, la capacidad para que esto funcione adecuadamente es muy escasa, requiriéndose entonces un poder de procesamiento mucho mayor, el cual se espera alcanzar en los próximos años (Calatayud, 2017).

Ahora bien, fuera del software y el hardware, otro elemento fundamental son los actores del sistema, todos los stakeholders que necesitan comprometerse por esta causa. Convencerlos del potencial, de la capacidad que tiene la tecnología y confiar en la misma es un trabajo arduo. Para ello, es necesario un cambio de mentalidad, que permita un proceso fluido y de gran confianza, de modo que se pueda aprovechar las bondades de los desarrollos y lograr así la transformación necesaria, dura y blanda, que requiere su implementación y puesta en marcha. Para ello, no sólo es la disposición para su uso, sino también la formación y el conocimiento para comprender lo que sucede y atender las situaciones que se lleguen a presentar (Sheel y Nath, 2018).

La falta de talento humano capacitado para atender esta transformación es un componente crítico; lo es, aún más, la falta de oportunidades de formación dirigidas y autodidactas que logren la preparación de este talento humano, con el fin de alcanzar los niveles de implementación necesarios. Como se mencionó anteriormente, otro elemento crítico es el consumo energético, con el fin de realizar todas las funciones descritas que posee esta tecnología. La falta de investigación e innovación al respecto, hacen que el proceso genere alta contaminación, requiriendo de una importante inversión con el fin de lograr atender esta problemática ya que, considerando el estado actual de la generación y consumo de energía, se entraría en una brecha respecto a aquellas empresas que no puedan cubrir este tipo de situaciones respecto a aquellas que sí (Usta y Dogantekin, 2017).

Aplicaciones de la tecnología

Aunque se considera el enfoque hacia el sector agropecuario, es importante resaltar otros avances que se han tenido y se proyectan con la implementación de dicha tecnología y que pueden posteriormente vincularse a la cadena de valor del sector. Inicialmente, los principales desarrollos están en el sector financiero donde, el intercambio de dinero y la equivalencia del mismo ha sido la constante en los últimos años (Yli-Huumo et al., 2016). Esta, fue la primera generación de la tecnología Blockchain, denominado criptomonedas. Posteriormente, aparecieron los contratos inteligentes y servicios especializados de plataformas en términos financieros y de procesamiento de información. Una generación posterior, se ha vinculado a la cadena de suministro y a las ciudades inteligentes, negocios en internet, entre otras aplicaciones descentralizadas. Finalmente, la cuarta generación busca crear libros públicos de información para el acceso y conexión de la sociedad, en la búsqueda de soluciones a problemáticas de la misma, por medio de la colaboración comunitaria (Bohme et al., 2015).

Resumiendo todos los hallazgos relacionados, y enfocándolos hacia el sector agropecuario, se destacan finalmente funciones muy puntuales que pueden generar un impacto importante al sector, como lo es la trazabilidad a la cadena de suministro, la relación directa con los consumidores finales, por parte de los productores, las mejoras en términos de calidad de los productos, el fortalecimiento de la relación entre los actores del sistema y la vinculación de las formas de pago, que permitan la circulación de los recursos en el proceso (Kshetri, 2018). Considerando esto, se procede al desarrollo del siguiente objetivo, relacionado con el sector agropecuario colombiano.

5.2 Oportunidades del sector agropecuario

El sector agropecuario está compuesto por actividades de tipo agrícola, pecuarias, forestales, pesqueras y de acuicultura. En términos de sectores generales se encuentra en el primario, al generar productos básicos para su transformación. Su importancia radica en su aportación a la canasta básica de consumo familiar, necesaria para suplir las principales necesidades de las personas. De igual manera, el procesamiento de sus productos puede dar paso a una gran cantidad de nuevos productos, con valor agregado, disponibles en el mercado (González et al., 2020).

A pesar de su importancia, en algunas regiones del mundo su desarrollo no ha sido el mejor. Enfocándose en zonas como América Latina, el sector rural presenta condiciones de desigualdad social y falta de inversión, lo cual ha generado el deterioro de su productividad y de las condiciones necesarias para lograrlo. Esto, de cara a aspectos críticos como lo es la transformación de sistemas alimentarios, el manejo de servicios ecosistémicos, la conservación de la fauna y flora, así como su diversidad, el aporte para combatir el cambio climático y el manejo sostenible de los recursos naturales, los cuales están asociados a estas actividades económicas y pueden ser considerados y abordados desde los elementos que componen a este sector (Saravia-Matus y Aguirre, 2019).

Desafortunadamente, situaciones sociales como las descritas anteriormente, generan problemáticas que comprometen en el corto, mediano y largo plazo el funcionamiento del sector. Ante la falta de oportunidades, la migración de zonas rurales a zonas urbanas, con el objetivo de obtener un mejor sustento y mayor calidad de vida, cada vez es mayor. Esto, ha sido agravado por eventos como la pandemia producto del Covid-19, los cambios en términos políticos y administrativos públicos, las barreras físicas como las vías de acceso y la geografía en la cual llevan

a cabo sus labores, son algunos de los elementos a considerar (Loukos y Arathoon, 2021).

A pesar de ello, el avance del sector, tanto a nivel regional como nacional ha sido evidente. Proporciona más del 13% de las exportaciones agrícolas totales del mundo, siendo más del 20% de las exportaciones colombianas relacionadas con productos agropecuarios, alimentarios y de bebidas. Estos resultados, han sido logrados principalmente por la agricultura a pequeña escala, siendo los pequeños agricultores el 81% del total de productores de la región latinoamericana (Agronet, 2021). Estos productores, son los más expuestos a las problemáticas mencionadas, lo que puede afectar su productividad. Se han logrado identificar factores de tipo tecnológico, educativo, técnico, entre otros, los cuales cuentan con grandes oportunidades de mejora (Loukos y Arathoon, 2021).

La posibilidad de abordar estos factores y mejorar de manera holística la producción, permitirá no sólo generar un impacto en términos económicos y financieros, sino también de tipo social y ambiental, atendiendo así los grandes retos que proponen iniciativas como los Objetivos de Desarrollo Sostenible. De manera más puntual, hay problemáticas que generan un impacto negativo múltiple, como lo es la existencia de intermediarios. Su posición, genera dependencia del proceso y aumento de los costos, compromiso en la calidad de los productos, manipulación de la información, deterioro en la relación con los productores y consumidores finales, entre otras situaciones negativas para el sector (Gaudin y Padilla, 2020).

Su existencia, de igual manera, ha surgido debido a diversas situaciones. Ante las problemáticas de transporte, almacenamiento, distribución, transformación, promoción y comercialización de los productos, los intermediarios han ganado un espacio en la cadena de valor, al cubrir estas necesidades y conectar a los diferentes actores, aprovechando las deficiencias en estos elementos, llegando a

considerarse un componente obligatorio dentro de todo el proceso (Cortes, 2021). Por ello, se puede presentar un papel positivo y negativo por parte de los intermediarios: positivo desde el punto de vista de la conexión entre actores y la cobertura de las necesidades de estos, negativo desde el aspecto de aprovechamiento de dicha posición para la distorsión de variables asociadas como lo es el costo, los tiempos, la calidad y la capacidad de negociación (Loukos y Arathoon, 2021).

Para el caso específico de Colombia, su efecto se ha tornado de manera negativa, debido al aprovechamiento de su capacidad de negociación, principalmente en épocas de incertidumbre y temporadas, variando el precio de los productos de manera sesgada, a su conveniencia. Por otra parte, las condiciones de distancia geográfica que presenta la población campesina hacen que tengan que acudir a dichos actores, aprovechándose estos últimos de la situación que viven, generando que en ocasiones los ingresos sean más bajos de los costos de producción, optando por desechar las cosechas debido a las pérdidas que se pueden generar (Cortes, 2021).

Considerando estas problemáticas, la tecnología se presenta como una gran oportunidad para atender las situaciones, eliminando intermediarios, acercando y fortaleciendo la relación entre consumidores finales y productores. Dentro de dichas tecnologías se destacan las relacionadas con la innovación digital. La posibilidad de conectar a los stakeholder por medio de redes, evitando así la necesidad del contacto físico, acerca la relación y elimina pasos innecesarios en el proceso. De igual manera, la existencia de sensores remotos, herramientas de geolocalización, tecnología celular, internet de las cosas, big data, inteligencia artificial, robótica, plataformas digitales, drones, computación en la nube y el mismo blockchain, se presentan como potenciales mejoras a lo largo del proceso, desde la producción

hasta la distribución final y realimentación, permitiendo medir y controlar cada etapa de manera más precisa (Loukos y Arathoon, 2021).

Estos desarrollos, ya se han venido implementando en diversas iniciativas a lo largo de la región, en países como México, Perú, Brasil, Chile, Argentina y Colombia, esperando poder pasar exitosamente de las pruebas piloto a la masificación, buscando la financiación necesaria, ya sea por medio de entidades públicas como de organizaciones internacionales que apoyen este tipo de iniciativas (Loukos y Arathoon, 2021). Para ello, igualmente se identifican barreras en términos de formación de personal, de disponibilidad de tecnología y su respectiva implementación, conectividad y viabilidad comercial, que permitan hacer funcional todo el proceso (Lin et al., 2020).

La existencia de estas y otras barreras mencionadas anteriormente, hacen de este reto aún más complejo, esperando poder superar cada situación de la mejor manera posible y proseguir con su mejora. De manera más puntual, el blockchain presenta como oportunidad al sector agrícola, la posibilidad de disminuir problemas en términos de calidad de alimentación, fraude, seguridad en los datos, problemas de confianza y eficiencia, transparencia e integridad en su cadena de suministro. Lo anterior, puede abordar grandes áreas del conocimiento de importancia mundial, como lo es la seguridad alimentaria: mientras los productores, en algunas ocasiones, deben desechar sus cosechas debido a los bajos precios, el nivel de desnutrición y la disminución de las comidas en algunas zonas del planeta van en aumento, lo cual, podría atenderse al lograr una cadena de abastecimiento más eficiente que permita llegar los productos a las zonas de mayor necesidad (IDB|LAB, 2018).

Por otro lado, al mejorar la confianza y calidad en los productos, en la misma medida en que disminuyen las ineficiencias producto de intermediarios y

desconocimiento de procesos productivos, los campesinos y familias productoras podrán percibir mayores ganancias, que valoricen su trabajo y les permita acceder a un mayor bienestar y calidad de vida, mientras los consumidores acceden a productos de calidad, amigables con el medio ambiente y que generan impacto social. A nivel más técnico y operativo, diversas tecnologías mencionadas permitirán tener mayor precisión en el seguimiento a los cultivos, lo cual facilite la adecuada toma de decisiones para aumentar la efectividad de estos, minimizando el desperdicio y mejorando la calidad del producto final (Kamilaris, 2019).

Algunos ejemplos de esto ya se encuentran en desarrollo a mayor escala donde, empresas como Walmart emplean el blockchain para hacer el seguimiento a algunos de los productos que compran en diferentes partes del mundo, permitiendo que tengan información sobre su estado y ubicación casi en tiempo real, lo cual favorece los tiempos de procesamiento y venta, así como sus condiciones, de cara a su venta al consumidor final. Lo anterior, se ha logrado por medio del compromiso de todos los actores, superando las barreras mencionadas y beneficiando a todos los stakeholder del negocio (Kamath, 2018).

5.3 Estrategias basadas en tecnología Blockchain para el sector agropecuario

Considerando la información previamente relacionada, a continuación, se proponen estrategias específicas para el sector agropecuario, basadas en la tecnología blockchain, su desarrollo y proyección. Estas estrategias, se encuentran organizadas en tres etapas:

Figura 1.

Esquema de estrategias propuestas



Estas estrategias, buscan apoyar los procesos productivos del sector agropecuario en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de evolucionar a unas mejores condiciones, tanto en su interior como en toda su cadena de abastecimiento y valor.

5.3.1 Estrategias asociadas al proceso productivo

En este primer componente, se busca fortalecer la producción como tal, por medio del complemento de la tecnología, para la obtención de datos, procesamiento de información y generación de conocimiento, para la toma de decisiones. Esto, busca enfrentar las altas tasas de variación en los cultivos, los cual compromete el

producto final y su cantidad. Ante ello, la posibilidad de instalar diversos sensores, a lo largo del proceso, permitiendo así medir y controlar variables en cada una de sus etapas, puede jugar un papel fundamental al respecto. En esta ocasión, la tecnología Blockchain entraría como una posible plataforma para el análisis, procesamiento y almacenamiento de la información, en grandes cantidades y de manera segura, con el fin de no comprometer su confianza.

Teniendo en cuenta lo anterior, dicha estrategia no debe realizarse de forma aislada. Para su desarrollo, es necesario contar con otros elementos que permitan aprovechar su capacidad instalada. Entre otros, es necesario contar con un sistema de almacenamiento de información, con capacidad amplia para su posterior análisis y procesamiento. De igual manera, se requiere de la formación de personas tanto en la instalación y manejo de los equipos, como en el procesamiento de los datos para la toma de decisiones. Estos elementos, realizados de manera recurrente y con un registro riguroso de los diversos cambios que se presentan, pueden ayudar a que los procesos productivos y las cosechas puedan tener un mayor nivel de certeza al respecto, lo cual repercutiría en la posibilidad de comprometerse con una cantidad y calidad específica de productos, respondiendo así a las demandas de los clientes.

5.3.2 Logística y distribución

Una vez mejorado el proceso productivo, la logística y distribución es el segundo componente crítico por abordar desde la tecnología blockchain. Su importancia radica en la existencia de intermediarios que manipulan la información relacionada con costos y precios, lo cual hace que se perciba una menor ganancia por parte de los productores, así como un mayor costo por parte de los consumidores.

Inicialmente, el riguroso registro de cantidades y condiciones de los productos a despachar es fundamental para el seguimiento y entrega final. Este registro, facilita la coherencia a lo largo del proceso, garantizando que lo que sale de las zonas de producción sea lo mismo que llega al consumidor final. Posteriormente, el seguimiento a lo largo del trayecto, en tiempo real, puede ser logrado por medio de la implementación de la tecnología, garantizando los tiempos de respuesta y registrando nueva información para futuros procesos y su mejoramiento. Las buenas condiciones en el desplazamiento son igualmente importantes, con el fin de no afectar los productos que serán distribuidos. Esto, permitirá de igual manera mantener informado a los consumidores finales acerca de la llegada y disponibilidad de productos para su compra y posterior consumo, en las mejores condiciones.

Lo anterior, requiere igualmente considerar otros elementos que interactúan en cada una de las etapas de logística y distribución de los productores, principalmente asociado a las particularidades y naturaleza de la región y el país. Inicialmente, la ubicación geográfica y la disponibilidad de transporte en estas zonas cuenta con grandes limitaciones, lo que impactará en los tiempos y probablemente en la calidad de los productos transportados. Así mismo, elementos como los fletes y peajes, deben ser considerados dentro de los costos asociados a estas etapas de la cadena, con el fin de tener datos actualizados. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante el apoyo por parte de las entidades nacionales y territoriales, con el fin de mejorar estos elementos.

De igual manera, es necesario considerar los factores mencionados en el numeral anterior, asociados con la disponibilidad tecnológica, la conectividad y la formación de talento humano, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de la estrategia, el aprovechamiento de los registros, su interpretación y realimentación, en pro de la mejora continua.

5.3.3 Relación con el cliente final

En este tercer componente, el factor comunicación es clave para conectar las estrategias anteriores. Para ello, puede emplearse las principales aplicaciones del Blockchain, en términos de conectividad y plataformas financieras. Uno de los mayores inconvenientes para las personas de las zonas rurales es el poco uso que pueden darle al dinero en efectivo y la necesidad de desplazarse a la ciudad para realizar sus compras, así como negociar sus productos. Ante esta situación, las plataformas digitales pueden jugar un importante papel para la solución de esto.

Inicialmente, una vez terminado exitosamente el proceso logístico y de distribución, viene el pago por la adquisición de los productos. Para ello, se propone el uso de dinero digital, que permita a los productores obtener sus ganancias, reinvertir en las futuras cosechas y realizar las compras necesarias para cubrir sus necesidades básicas. Ante esto, es importante que los comercios asociados puedan participar de esta transformación, con el fin de realizar todas las transacciones financieras de manera digital, mientras que los productos y servicios puedan llegar a su destino final.

Es importante resaltar que, los elementos de tecnología, análisis de datos y formación del talento humano son igualmente necesarios y valiosos en esta etapa, con el fin de que puedan darse las transacciones, tanto digitales como físicas de manera exitosa, y permitir que el proceso se lleve a cabo nuevamente.

6. CONCLUSIONES

De esta manera, considerando la información obtenida en las fuentes secundarias, tanto científicas como especializadas, se logra analizar el estado actual, tanto de la tecnología como del sector agropecuario, estableciendo los puntos en común, así como las potencialidades de ambos aspectos. De lo anterior, se logra identificar numerosas oportunidades de mejora, en las cuales se pueden complementar los elementos anteriormente mencionados.

Ante ello, se destaca el avance y la proyección de la tecnología, con el fin de lograr un mayor grado de implementación y aprovechamiento de sus cualidades, con el fin de hacerla cada vez más amigable para la sociedad. Por otra parte, las necesidades del sector agropecuario son complejas, requiriendo una atención pronta debido a su importancia para cuestiones como la seguridad alimentaria, el sostenimiento de las familias campesinas y el aporte a los otros sectores económicos, necesarios para el cierre de la brecha de desigualdad a nivel internacional y nacional.

7. RECOMENDACIONES

Es importante considerar los elementos mencionados, externos a la tecnología en propiedad y al sector agropecuario, con el fin de que las soluciones puedan llegar a feliz término. De igual manera, considerando el estado actual de implementación de la tecnología, así como del sector económico, es probable que el tiempo de implementación pueda ser amplio, lo que requiere de constancia y perseverancia por parte de los actores, con el fin de llevar a cabo un adecuado proceso.

Por otra parte, es necesario tener la visión completa de la situación y del impacto real de este tipo de iniciativas, ya que los logros no serán sólo en términos económicos y financieros, sino también se lograría un impacto social y ambiental, aportando a desafíos de nivel internacional como lo son los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Para ello, se invita a futuros investigadores a que puedan tomar como referencia los resultados obtenidos y generar nuevos esfuerzos en pro de lograr materializar estas acciones.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agronet (2021). PIB Agropecuario Nacional. MinAgricultura. Tomado de:
<https://www.agronet.gov.co/produccion-y-agronegocios/Paginas/ProduccionNacional.aspx>.
- Alkhudary R., Brusset X. y Fenies P. (2020). Blockchain in general management and economics: a systematic literature review. ResearchGate. [PDF]. Tomado de:
https://www.researchgate.net/publication/342743182_Blockchain_in_general_management_and_economics_a_systematic_literature_review.
- Banerjee A. (2018). Blockchain technology: Supply chain insights from ERP. Advances in computers. Elsevier. Vol. 111, pp. 69–98,
<https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2018.03.007>.
- Böhme R., Christin N., Edelman B. y Moore T. (2015). Bitcoin: economics, technology, and governance. Journal of Economic Perspective. Vol.29, No. 2, pp. 213-238. [PDF]. Tomado de:
<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.29.2.213>.
- Britchenko I., Cherniavska T. y Cherniavskyi B. (2018) Blockchain technology into the logistics supply chain implementation effectiveness. Development of small and medium enterprises: the Eu and east-partnership countries experience. pp 161–173. [PDF]. Tomado de: <https://philpapers.org/archive/BRIBTI-2.pdf>.
- Calatayud A. (2017). The connected supply chain: Enhancing risk management in a changing world. Inter-American Development Bank, No.IDB-DP-508.

CEPAL (2020). Los efectos del COVID-19 en el comercio internacional y la logística.

[PDF]. Tomado de
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45877/1/S2000497_es.pdf

Christopher M. (2011). Logistics and Supply Chain Management. Financial Times
Prentice Hall, Harlow, 4ta edición.

Cortés L. (2021). Aplicación móvil enfocada en la comercialización directa sin
intermediarios de productos agrícolas entre el consumidor y el agricultor para
el sector agropecuario del municipio del Espinal. (Tesis de pregrado).
Tomado de:
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/40139/Lcortes.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

DANE (2021a). DANE Información para todos. Exportaciones. Información
Septiembre 2021. Tomado de:
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>.

Dolader C., Bel J. y Muñoz J. (s.f.). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y
relación con otras tecnologías disruptivas. Universitat Politècnica de
Catalunya. Tomado de:
<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/DOLADER,%20BEL%20Y%20MU%C3%91OZ.pdf>.

Gaudin y Padilla (2020). Los intermediarios en cadenas de valor agropecuarias: un
análisis de la apropiación y generación de valor agregado. Serie Estudios y
Perspectivas-Sede Subregional de la CEPAL en México, N° 186
(LC/TS.2020/77; LC/MEX/TS.2020/15), Ciudad de México, Comisión

Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020. Tomado de:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45796/1/S2000468_es.pdf

González et al. (2020). From internationalization to local markets poverty alleviation and competitiveness in the agro-industrial sector of Latin America. Harvard Deusto Business Research. Tomado de:
<https://hdbresearch.com/hdbr/article/view/303/192>

Guerrero y Pardo (2020). Las TICS y el proceso de innovación en el agro. SENA. pp. 66. Tomado de:
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7074/experimentando_con_ciencia.pdf?sequence=1#page=67

Hernández et al. (2014). Metodología de la investigación. 6th ed. México, D.F.: McGraw-Hill Education.

IDB|LAB (2018). The Agtech innovation wave in Latin America and the Caribbean. Agtech Innovation Map in Latin America and the Caribbean. Tomado de:
https://publications.iadb.org/publications/english/document/AGTECH_Agtech_Innovation_Map_in_Latin_America_and_the_Caribbean_en.pdf

Jiménez (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-mangoes-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.
- Kshetri (2018). Blockchain's roles in meeting jey supply chain management objectives. International Journal of Information Management. (Vol.39, pp.80-89).
- Legris et al. (2003). Why Do People Use Information Technology? A Critical Review of the Technology Acceptance Model. Information & Management, Vol.40, No.3, pp. 191-204.
- Liao y Wang (2018). Applications of Blockchain Technology to Logistics Management in Integrated Casinos and Entertainment. MDPI. [PDF].
- Liao y Wang (2018). 5G Wireless microoperators for integrated casinos and entertainment in smart cities. In Smart Cities; Springer: New York, NY, USA. (in press)
- 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>
- Mougayar (2015). A decision tree for blockchain applications: Problems, opportunities or capabilities?. Startup Management. [Online]. Tomado de <http://startupmanagement.org/2015/11/30/a-decision-tree-for-blockchain->

applications-problems-opportunities-or-capabilities/ [Accessed Julio 29, 2021].

Miščević et al. (2018). Emerging trends in e-logistics. MIPRO 2018 41st International Convention (DEGLGPS), Opatija, Croacia.

Öztürk y Yildizbaşı (2020). Barriers to implementation of blockchain into supply chain management using an integrated multi-criteria decision-making method: a numerical example. Springer. [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.

Saravia–Matus y Aguirre (2019). Lo rural y el desarrollo sostenible en ALC (Online). Santiago, Chile, FAO. Tomado de <http://www.fao.org/3/ca4704es/ca4704es.pdf>.

Sheel y Nath (2019). Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance. Emerald. Tomado de: www.emeraldinsight.com/2040-8269.htm

Tan y Sundarakani (2020). Assessing Blockchain Technology application for freight booking business: a case study from Technology Acceptance Model perspective. Emerald Insight. [PDF].

Tapscott y Tapscott (2016). Blockchain Revolution: How the Technology behind Bitcoin Is Changing Money, Business and the World. Blockchain Revolution. 1ra edición. New York: Penguin Random House LLC.

Tucker y Catalini (2018). What blockchain can't do. Harvard Business Review. (Vol 1).

Usta y Dogantekin (2017). Blockchain 101. Kapital Medya Hizmetleri A.S. ISBN:978-605-4584-97-0, Istanbul.

Vanegas y Gaitan (2020). Los problemas del sector agrícola colombiano. Razón pública. Tomado de: <https://razonpublica.com/los-problemas-del-sector-agricola-colombiano/>

Yli-Huumo et al. (2016). Where is current research on blockchain technology? a systematic review. PLoS ONE 11(10):1–27