

Modeling the Food Input Acquisition Process to Improve Traceability in *Litopenaeus Vannamei* Shrimp Production Using Blockchain

Michelle Agustina Varas Chiquito¹, Juan Carlos García Plua², Christian Adrian Burgos Pulley³

¹Universidad de Guayaquil, Ecuador, michelle.varasch@ug.edu.ec

²Universidad de Guayaquil, Ecuador, juan.garciapl@ug.edu.ec

³Universidad de Guayaquil, Ecuador, christian.burgosp@ug.edu.ec

*Abstract- This article describes the modeling of the food procurement process to improve traceability in the production of shrimp *Litopenaeus Vannamei* through the use of Blockchain. Also, we applied BPM (Business Process Management) methodology to detect redundant or repetitive steps that did not contribute to the production process. Later, the TO-BE model, where the improvements were embodied and integrated with the creation of the prototype, allows recording and managing the food procurement process, relying on distributed accounting technology, better known as Blockchain (Blockchain).*

With the development of a prototype, functional and technical requirements allow the construction of a web application, including the smart contracts (definitions of the structures to be exchanged during transactions), business logic by redefining rules for the exchange of contracts, and the definition of transactions in the Blockchain, replacing the manual registration.

Keywords- Blockchain, BPM modeling, HyperLedger Fabric, Traceability, Food supplies.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.419>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Modelamiento Del Proceso De Adquisición De Insumos Alimenticios Para Mejorar La Trazabilidad En La Producción De Camarón *Litopenaeus Vannamei* Mediante El Uso De Blockchain

Michelle Agustina Varas Chiquito¹, Juan Carlos García Plua², Christian Adrian Burgos Pulley³

¹Universidad de Guayaquil, Ecuador, michelle.varasch@ug.edu.ec

²Universidad de Guayaquil, Ecuador, juan.garciapl@ug.edu.ec

³Universidad de Guayaquil, Ecuador, christian.burgosp@ug.edu.ec

Resumen- Este artículo describe el modelamiento del proceso de adquisición de insumos alimenticios para mejorar la trazabilidad en la producción de camarón *Litopenaeus Vannamei* mediante el uso de Blockchain, y como a través del modelamiento con BPM se mejoró el proceso que desde la detección en el AS-IS de las situaciones redundantes o repetitivas no aportaban al proceso de producción, posteriormente se modeló el TO-BE donde se plasmaron las mejoras y se integró la creación del prototipo, el mismo que permite registrar y gestionar el proceso de adquisición alimenticio, apoyándose en la tecnología de contabilidad distribuida mejor conocida como Blockchain (cadena de bloques).

Con el desarrollo de un prototipo se tomarán en cuenta los requerimientos funcionales y técnicos, para la construcción de la una aplicación WEB, como de los contratos inteligentes (definiciones de las estructuras que se van a intercambiar durante las transacciones), la lógica de negocio al redefinir reglas, para el intercambio de los contratos y la definición de las transacciones en la cadena de bloques, reemplazando al registro e intercambio manual de información por la sistematización.

Palabras clave- Blockchain, modelamiento, HyperLedger Fabric, Trazabilidad, Insumos alimenticios.

Abstract- This article describes the modeling of the food procurement process to improve traceability in the production of shrimp *Litopenaeus Vannamei* through the use of Blockchain. Also, we applied BPM (Business Process Management) methodology to detect redundant or repetitive steps that did not contribute to the production process. Later, the TO-BE model, where the improvements were embodied and integrated with the creation of the prototype, allows recording and managing the food procurement process, relying on distributed accounting technology, better known as Blockchain (Blockchain).

With the development of a prototype, functional and technical requirements allow the construction of a web application, including the smart contracts (definitions of the structures to be exchanged during transactions), business logic by redefining rules for the exchange of contracts, and the definition of transactions in the Blockchain, replacing the manual registration.

Keywords- Blockchain, BPM modeling, HyperLedger Fabric, Traceability, Food supplies.

I. INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria se produce cuando las personas tienen acceso permanente a alimentos saludables libres de inocuidad que garanticen la seguridad, nutrición y en cantidad necesaria para satisfacer sus requerimientos y preferencias alimentarias. El Blockchain es una herramienta de la era actual, donde la digitalización con la que vivimos, y que, como otras nuevas tecnologías, es vista como innovadora para los modelos de negocios existentes e impacten a la sociedad de diversas formas, puede detallar los orígenes de los mariscos dando a conocer a cualquier persona como fue capturado o criado, procesado y comercializado[1]. En este escenario, la inclusión del Blockchain, los sistemas tradicionales (manuales) son cerrados y de fácil manipulación generando problemas que complican la trazabilidad de los productos pesqueros y acuícolas desde la zona de pesca o granja de cultivo hasta la mesa del consumidor[2], el planteamiento principal busca ¿cómo diseñar sistemas que promuevan la trazabilidad?. De forma que las empresas acuícolas asuman el reto de generar la confianza del consumidor final. Es por ello que el sector acuícola con la integración de las BPM proveen de gran importancia y relevancia la producción del camarón vannamei e influye de forma positiva en su calidad como producto final reduciendo las incidencias de enfermedades y sobre todo proveen al consumidor la seguridad de consumir productos de calidad[3].

Con la tecnología Blockchain se pretende proveer de seguridad alimentaria al sector acuícola y junto con la integración de las BPM lograr mejorar el proceso de producción garantizando la existencia de la trazabilidad dentro del proceso[4].

Al implementar la trazabilidad se promueve la generación de cambios en los procesos, disminuir los riesgos, automatización de sistemas de trazabilidad, reglas formales, procesos manuales; es por ello que desde el proceso de alimentación de los camarones, se busca la definición de procesos que minimicen la gestión y el riesgo de las mejoras dentro del proceso trazable, esto permite crear un compromiso de producción sustentable que circunscribe la responsabilidad

ambiental, social, seguridad alimentaria, bienestar animal y trazabilidad. Por lo tanto, es imprescindible ejecutar un control integral que permita llegar a la trazabilidad en el proceso de alimentación del camarón estos controles deben fundamentarse en una gestión del riesgo[5].

Para la mejora del proceso de adquisición de insumos alimenticios se propone la inclusión de la trazabilidad a través de la tecnología Blockchain y su automatización con el uso de una aplicación y la metodología BPM para lograr una mejora en la gestión de los procesos. Adicionalmente estas mejoras se aplican por medio de un caso de estudio a una empresa camaronera del Ecuador.

El presente artículo se encuentra estructurado inicialmente con la revisión literaria, a continuación, se expone la metodología aplicada, luego se explica en caso de estudio y finalmente se generan las conclusiones

II. REVISIÓN LITERARIA

A. Tecnología Blockchain

La tecnología Blockchain se describe como un sistema de pagos protegido a través de una criptografía asimétrica y validado mediante consenso en una base de datos descentralizada [6], eliminando por completo la necesidad de incluir un tercero de confianza que corrobore la transacción y la propiedad; con el nacimiento del bitcoin se da el auge de la aplicación de esta tecnología.

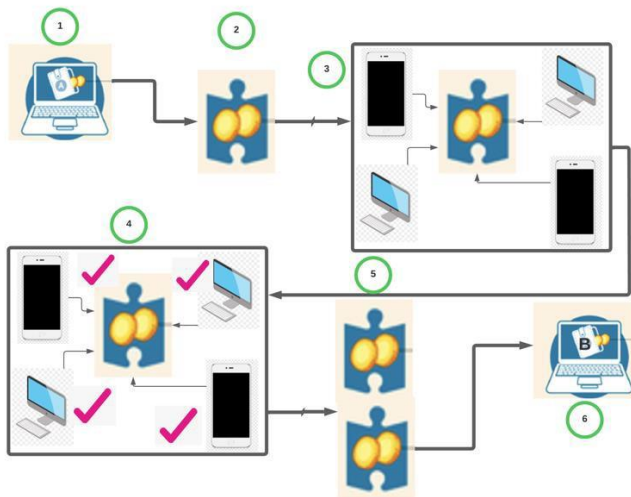


Fig 1. Ambiente de operación y desarrollo para la tecnología Blockchain

Elaboración propia; 1. A genera solicitud, 2. La transacción se representa en la "red" como un bloque, 3. El bloque se transmite a todas partes de la red, 4. Se aprueba la transacción, 5. El bloque se añade a la cadena y proporciona un registro indeleble sobre las transacciones, 6. B optiene respuesta a su consulta.

Para que una cadena de bloques funcione necesita hacer la recolección de datos, ordenarlos y luego archivarlos (cifrados mediante criptografía) figura 1, de forma sucesiva en bloques, describiendo esta tecnología simplemente como el almacenaje de transacciones de forma segura y descentralizada. De forma

que el primer paso lo constituye el registro de la transacción, posteriormente viene la creación del bloque para lo cual se hace la combinación con información de otras transacciones en un bloque ordenado de forma cronológica, se incorpora el bloque al enviarse a la red añadiéndose a la cadena para seguir con la protección de la cadena a través de la encriptación para hacer la integración de los bloques [7].

B. Trazabilidad con Blockchain.

Blockchain es una herramienta donde su utilidad tiene un alcance mayor que las bases de datos centralizadas, en las cuales los datos se almacenan en un único lugar físico. En la actualidad el mundo necesita producir, gestionar, almacenar y compartir información certificada continuamente. Blockchain surge como una alternativa para el registro de información distribuida, y opera de forma que cada uno de los ordenadores o servidores conectados tienen un duplicado de este. Esta tecnología, que hace no muchos años se la veía pasajera se ha unido a la creación de monedas criptográficas, lo que genera un papel de guardián en la emergente de la economía [8].

La arquitectura de Blockchain es una tecnología que comprende elementos primarios como son los nodos que son los equipos de cómputo que albergan su estructura y almacenar el libro de cuentas.

Una de las acciones en el sector camaronero ecuatoriano para ganar mayor eficiencia ha sido la implementación de la tecnología Blockchain, con el objetivo de incrementar los niveles de calidad, con dicha tecnología se logra mejorar en la trazabilidad del camarón.

La inclusión del Blockchain en la industria alimentaria provee, trazabilidad, seguridad, sostenibilidad y descentralización en información relacionada directamente en la producción de los alimentos; para el sector alimentario el blockchain tiene una característica importante y beneficiosa la inmutabilidad.

Con la tecnología Blockchain, por medio de la plataforma Hyperledger, se ha logrado gestionar la cadena de suministros agroalimentarios y de acuicultura, el cual reúne y organiza la información de cada bloque que forma parte del mismo, los datos una vez validados no pueden modificarse, y se cierra el registro conocido como Closed Ledger (Libro Mayor Cerrado), por lo que servirá como un gran almacenamiento al ser completamente distribuido, cada computador tendrá una copia completa de la Blockchain, que tiene un Ledger completo(cerrado)[9], al ser un distribuido histórico, del cual pueden obtenerse otra información tales como: el origen del producto, lugar, fecha de compra, fecha de elaboración, estado del producto en cada etapa, verificación por auditores, hasta el uso del producto al incluir esta información en la nube.

Dentro de la tecnología Blockchain Hyperledger Composer es una herramienta de código abierto, donde su objetivo primordial es acrecentar el desarrollo de las aplicaciones

Al integrar la tecnología Blockchain en el sector alimentario se crea un compromiso donde las redes blockchain permiten comprobar que los objetivos de compromiso social y

corporativo se cumplan, al permitir la trazabilidad infalible de los registros desde el origen hasta el consumidor, lo que permite conocer información acerca de los procesos involucrados en la producción alimentaria y en el sector acuícola particularmente es el punto de partida donde las granjas camaroneras deben incluir certificación ambiental y social, lo que significa que no se aplican antibióticos dentro de los procesos productivos, además del uso razonable de agua y estándares de trazabilidad en el proceso [10].

La red blockchain y sus características, permiten el desarrollo de plataformas descentralizadas las cuales brindan la oportunidad de realizar la trazabilidad de un producto y su historia, del proceso de fabricación e incluso de la cadena logística, del mismo, reafirmando así la confianza y colaboración entre todos los miembros sin que exista un ente central que controle el proceso, además que el consumidor del producto conoce la historia del mismo.

Es así que todos los componentes que intervienen en el proceso como son proveedores, productores, operadores de logística, minoristas, etc., generan una huella digital que se actualiza cada vez que exista interacción con alguno de los elementos intervinientes en el proceso hasta llegar al consumidor final, si nos enfocamos en la industria alimentaria, la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) señala varias de las aplicaciones de utilidad del blockchain para resolver entre otros los problemas relacionados con la trazabilidad, transparencia y confianza de las cadenas de suministro. Así, los distintos actores de la cadena pueden identificar y analizar el movimiento del producto, de los insumos agrícolas y ganaderos y de las distintas prácticas de producción (forrajes, riesgo, fertilizantes) a lo largo de cada paso en la cadena de suministro. También se podrá registrar las condiciones de transporte y almacenamiento a medida que el producto pasa al minorista y consumidor [11].

La plataforma blockchain funciona en conjunción con elementos IoT (Internet of Things – Internet de las Cosas) y aplica contratos inteligentes como fundamento entre las diversas partes que intervienen en el negocio garantizando el cumplimiento de las regulaciones pertinentes.

Blockchain brinda la capacidad de mejorar la eficiencia más la reducción de costos en los distintos ambientes de operación; el uso de una huella digital u operación criptográfica garantiza la responsabilidad sobre la transacción en cada momento.

C. Modelamiento de los procesos con BPM y la integración con Blockchain

El sector alimentario particularmente posee una cantidad de retos que enfrentar, ya que son productos perecederos y de salud pública, que generan que el hecho de tener que optimizar la transparencia y trazabilidad en la cadena de suministros y que resulte una tarea prioritaria para las empresas.

Al realizar un modelamiento de los procesos se busca modificar los procesos manuales empleados actualmente al modificar la forma de trabajar de la empresa con el objetivo

de mejorar los procesos y facilitar la colaboración al realizar un modelo con BPM y utilizando un sistema basado en Blockchain [12], se busca mejorar los procesos de trazabilidad dentro del sector acuícola específicamente camarón Vannemei, con un enfoque hacia el cliente, y es así que un Blockchain se ejecuta de forma automática, las acciones a realizar y sus cláusulas de aplicación se enfocarán en el proceso de producción específicamente y las tareas inherentes al mismo.

Al establecer sistemas de trazabilidad desde el proceso de alimentación de los camarones permite crear un compromiso con una producción sustentable que incluye responsabilidad ambiental y social, seguridad alimentaria, bienestar animal y trazabilidad. Por lo tanto, es imprescindible aplicar un control integral para garantizar la trazabilidad en el proceso de alimentación del camarón. Estos controles han de basarse en una gestión del riesgo.

D. BPM en la industria acuícola

Las BPM en la industria acuícola busca la integración de procedimientos que están diseñados para mantener parámetros óptimos durante todo el período de cultivo para garantizar la maximización de estos y mejorar el rendimiento de la producción.

Dentro del sector acuícola existen Organismos de certificación de productos acreditados por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano) [13], para el alcance de buenas prácticas dentro de la acuicultura, implementan una serie de procedimientos, consideraciones y protocolos diseñados para generar y certificar una acuicultura eficiente con responsabilidad, que garantice la calidad del producto final, la seguridad y la sostenibilidad ambiental.

Las buenas prácticas de acuicultura incluyen muchas variables en torno a esta industria tales como el diseño y ubicación de los sistemas de producción; bioseguridad en las instalaciones; manejo de la alimentación, proceso y almacenamiento como las técnicas necesarias para la producción y maximizar la salud de los camarones; de toda la cosecha; la limpieza y el saneamiento que tienen una gran importancia.

Al realizar el mapeo de los procesos AS-IS / TO-BE, los que se constituyen en una herramienta de gestión que permiten la descripción y la mejora de los procesos internos de las organizaciones. Los cuales se enfocan en la exploración y estudio de una empresa aplicando metodologías y prácticas en las actividades ejecutadas día a día.

En el caso de las granjas camaroneras deben seguir las prácticas BPM para la producción del camarón Vannemei, en su proceso de cultivo se deben seguir los principios de buenas prácticas apropiadas para esta especie. Con el manejo de las BPM El medio ambiente deberá ser monitoreado con respecto a los niveles de temperatura, corriente y profundidad, porque los camarones demandan diferentes requerimientos ambientales.

El AS-IS representa a la situación actual de un proceso, para

ello es necesario definir los usuarios involucrados en el proceso analizado, bajo este escenario, una buena práctica es solicitar al usuario que ejecuta el proceso que relate cómo lo realiza a través de un cuestionario que permita levantar la información.

De la misma forma, el TO-BE define el futuro de los procesos mapeados, es decir a donde se desea llegar, en esta etapa se realiza la documentación de lo que previamente en el AS-IS y es en este momento que se añade valor al proceso con la ayuda de herramientas como las tecnologías BPM (Business Process Management) que permiten optimizar el proceso.

Dentro de las BPM aplicables al sector de la acuicultura es necesario el desarrollo de un plan de bioseguridad es de vital importancia para el sistema de producción, con ello se busca minimizar cualquier riesgo que podría generarse por algún tipo de contaminación entre piscinas o estanques [14].

Las BPM aplicadas en la acuicultura son relativamente sencillas, pero de gran importancia y muy significativos ya que benefician de forma positiva la producción del Vannamei e influye de forma efectiva en su calidad como producto final reduciendo las incidencias de enfermedades y sobre todo proveen al consumidor la seguridad de comprar camarones de calidad [15].

III. METODOLOGÍA

Al recoger la situación actual de una camaronera del sector costero del Ecuador donde el proceso de adquisición de insumos alimenticios se manejaba de forma manual por ellos al mejorar el proceso con BPM se tomó como marco de referencia para la definición de la situación actual con un levantamiento del proceso AS-IS que incluye, la visión, las actividades, los objetos, fuentes de datos, la infraestructura con la que se cuenta en la actualidad, los criterios de aceptación, se realizó una definición de los datos que conforman el proceso, el alcance, fuentes de datos, métricas actuales, métricas objetivo, la visión general del proceso de adquisición de insumos, los actores del proceso, los roles, las actividades, eventos y excepciones que conducen al diseño táctico analítico del AS-IS, a continuación la mejora a través de la aplicación Web y del Blockchain; con esta arquitectura se permiten mejorar los proceso con planteamiento del modelo tipo TO-BE que recoge las mejoras planteadas y se integró la creación del prototipo, el mismo que permite el registro y la gestión del proceso de adquisición alimenticio, apoyándose en la tecnología de Blockchain (cadena de bloques) figura 2.

El desarrollo del prototipo tomó en cuenta los requerimientos funcionales y técnicos, para la construcción del aplicativo WEB, como de los contratos inteligentes (definiciones de las estructuras que se van a intercambiar en el desarrollo de las transacciones), la lógica comercial al redefinir reglas, para el intercambio de los contratos y la definición de las transacciones en la cadena de bloques, reemplazando al registro e intercambio manual de información con la

sistematización. Al integrar en el TO-BE a los terceros el aplicativo Web permitió integrar a terceros o foráneos involucrados en el proceso consulta acerca del proceso de alimentación acuícola como un proceso que permite la trazabilidad apoyada en la tecnología Blockchain garantizó la misma, la confidencialidad y confiabilidad de la información, así como también la seguridad al acceso y la integridad de la información almacenada.; y finalmente se obtiene el proceso mejorado con la aplicación Web figura 3, lo que se detalla en el caso de estudio.

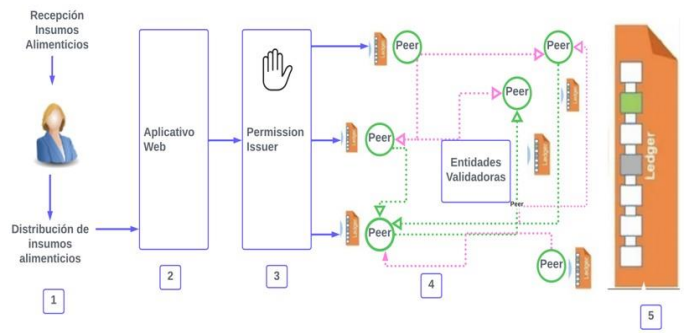


Fig 2. Propuesta de aplicación de Blockchain al proceso de producción de camarón - Elaboración propia; 1. Manejo de identidades, 2. Distintos roles de usuarios, 3. Usuarios invocan la transacción con el aplicativo web, 4. Entidades validadoras llegan a consensuar el nuevo Ledger, 5. Transacciones + hash

Cada vez que se utiliza una interfaz para la adquisición de insumos alimenticios, registro de órdenes de compra, certificaciones y aprobaciones de comprar, se dispara un evento automático en el cual se envía un archivo XML por medio de un web services, y se registra la transacción en el hyperledger, tal como se muestra en la figura 3.

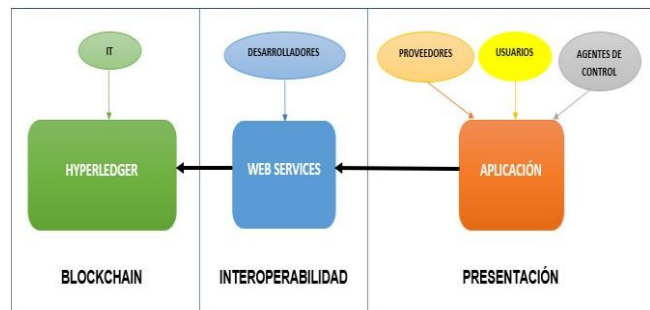


Fig 3. Ambiente de operación y desarrollo para la tecnología Blockchain usando HyperLedger Fabric- Elaboración propia

IV. CASO DE ESTUDIO

La solución se enfocó plenamente en el control de los datos, organización y control de los tiempos, así como también el fortalecimiento de la comunicación entre los actores del proceso en una camaronera. Con el mapeo de los procesos con el AS IS se definieron las tareas que generaban conflicto, por tal motivo con el proceso TO BE se crearon nuevas reglas de

negocio en las que se configuraron, tiempos límites de ingreso de las solicitudes al aplicativo web, fechas de inicio, notificaciones vía correo electrónico, de esta forma se convierte al proceso en un flujo de trabajo mayormente controlado, simple y confiable, al agregar al proceso a entes externos se aporta e integra a la trazabilidad del producto de acuicultura, de tal manera se puede seguir el rastro de cualquier transacción realizada, ya que las transacciones son públicas. Esto permite auditar y seguir cualquier transacción, se provee una mayor facilidad para hacer el control de la información relevante para las organizaciones camaroneras y entes de control, con la garantía de que la información que se maneje a través de la cadena de bloques es inmutable al no poder ser manipulada por cualquiera.

Fundamentado en las deficiencias detectadas con el AS-IS en el proceso de adquisición de insumos alimenticios figura 5, se planteó la inclusión de la aplicación web donde los actores interactúan de manera mucho más eficiente además de incluir a la tecnología de bloques para proveer un mayor grado de eficiencia, seguridad e inmutabilidad al ejecutar las actividades incluidas en el proceso de adquisición de insumos alimenticios.

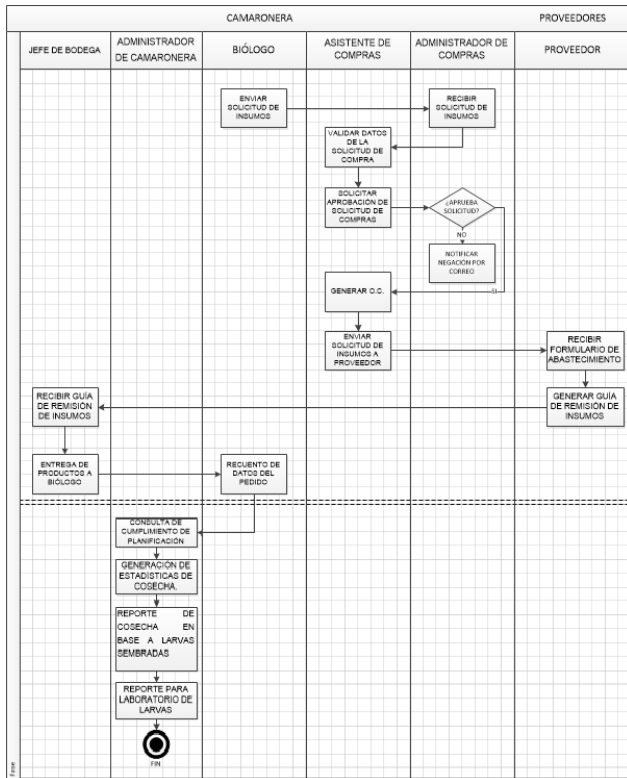


Fig. 5. Diseño Táctico AS-IS-Elaboración Propia, definición de la situación actual.

Como se muestra en la tabla 1, las actividades pueden ser ejecutadas por personas o pueden ser actividades sistematizadas y dentro del proceso de adquisición existen actividades manuales realizadas por los diferentes usuarios. Las Excepciones se definen como alteraciones que se da en una actividad, en caso de que una actividad se vea afectada no

TABLA 1
ACTIVIDADES DEL NEGOCIO AS IS- Elaboración propia
: Definición e identificación de las actividades, actores, tipo, descripción de la situación actual.

ID	ACTIVIDAD	USUARIO	TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A1	Generar solicitud	Biólogo	Genera solicitud de compra de insumos alimenticios.	Generación de solicitud para que se realice la adquisición de compra de balanceado dependiendo del estadio de producción de las piscinas.
A2	Registrar orden de compra	Administrador De Compras	Ingresa la solicitud de adquisición.	Ingresa la orden de adquisición de insumos de alimento solicitada por el Biólogo.
A3	Seleccionar proveedor	Asistente de compras	Selección de proveedores.	Seleccionar el proveedor acorde a las necesidades descritas en la solicitud de compra.
A4	Generar orden de compra	Administrador De Compras	Emitir orden de compra de insumos.	Emisión de la orden de adquisición de los insumos alimenticios en base a necesidades de la camaronera.
A5	Registro compra insumos	Proveedor	Validar datos	Luego de la compra de los insumos se registra en el pedido, los productos e insumos que se acordó entregar.
A6	Registro entrega de insumos	Proveedor	Validar datos	Entrega insumos al jefe de bodega.
A7	Registra llegada de insumos	Jefe de Bodega	Valida datos	Valida la llegada de los insumos.
A8	Distribuye insumos	Jefe de Bodega	Valida datos	Redistribuye insumos a cada camaronera que solicita insumos.
A9	Registro de insumos recibidos	Jefe de Bodega	Valida datos	Revisa, recibe insumos de alimentación.
A10	Generar reporte	Administrador de camaronera	Reporta datos de cosecha	Genera reporte de las cosechas, por hectárea, fecha, tipo de larva, o peso promedio del engorde y libras cosechadas.
A11	Generar reporte	Administrador camaronera	Reporta datos de cosecha	Generar información para reporte estadístico de las cosechas por piscina en los ciclos planificados.

cumplirá con los requerimientos definidos para el cumplimiento de esta, por ello es necesario identificar de

manera adecuada las excepciones presentes en los procesos con el fin de evitar alteraciones en el flujo de un proceso, de tal manera cuando se presentaban inconsistencia en los datos recibidos se reflejaba en las consultas que realizaban los actores que cumplen el rol de receptor, los mismos que reciben los formularios a manera de hojas electrónicas y en otras ocasiones son registros manuales que poseen multiplicidad de errores, sumado a datos faltantes e inconsistencias lo que da paso a que la solicitud de compra de insumos generada no tenga información confiable.

TABLA 2

RESULTADO DE LA CONSULTA REALIZADA A USUARIOS DE ENTES – RECEPTORES, levantamiento de información - Elaboración propia.

CATEGORÍA	PREGUNTA	USUARIO RECEPTOR			
		Si	No	% SI	% No
EVENTOS TARDÍOS	Considera. ¿Qué el proceso de adquisición de insumos alimenticios cumple con el tiempo establecido?	0	4	0	100
	En el proceso de adquisición de los insumos alimenticios, cree Ud. ¿Que se hacen a tiempo las solicitudes de esos insumos?	0	4	0	100
	En el proceso de adquisición de los insumos alimenticios, cree Ud. ¿Que se hacen a tiempo las entregas de los de esos insumos?	0	4	0	100
SITUACIONES PROBLEMA	¿Dentro del proceso de adquisición de insumos, han existido inconsistencias entre los formatos de los formularios de solicitudes que entregan los emisores?	4	0	100	0
	¿En el proceso analizado cree existe poco orden en la entrega semanal de los formularios de solicitudes?	4	0	100	0
	¿Dentro del proceso mencionado, considera existen muchas socializaciones que validen los formularios para la ejecución de la compra de insumos?	4	1	75	25
RECURSOS	¿Dentro del proceso de adquisición de insumos, existe una demanda muy alta de recursos?	3	1	75	25
	¿Dentro del proceso analizado, cree usted existe un consumo elevado de tiempo en el que las solicitudes procesadas son tabuladas para generar indicadores?	4	0	100	0

La tabla 2 muestra el resultado de una entrevista efectuada a uno de los actores del proceso; resume que en el caso de un ente receptor tanto los eventos tardíos, situaciones problema son eventos que no se manejan de forma apropiada generando retrasos, inconsistencias, carencia de orden y validaciones de personal que no juega un rol de importancia para su validación, así mismo con los recursos al tener una demanda alta genera un mayor consumo del tiempo hasta que una solicitud se procese para efectuar un pedido, como el 83.33% de los entrevistados que se consideran ente emisor, mencionaron que los formularios no se entregan en el tiempo debido y están generalizados; el 50% indica que no se desarrollan muchas socializaciones entre los actores participantes, sin embargo, se piensa que el 50% demanda mucho tiempo entre estas socializaciones; los biólogos

consideran que es importante dar conocer a entidades externas como se regula el proceso a ser incluido en la trazabilidad; todo el proceso de producción más aún para el caso de las personas que consumen camarón como producto alimenticio el 90% de los encuestados coincide en la importancia que posee el hecho de conocer cómo se desarrolló el proceso de alimentación y de producción del camarón a consumir, mientras que el 10% le es indiferente; el 80% de los encuestados manifestó que considera importante conocer el proceso de alimentación que se llevó a cabo en los camarones antes de consumirlos y solo el 20% considera no importante esta información para ellos y el 85% de los encuestados considera importante conocer toda la cadena de producción alimenticia de los camarones genera confianza al momento de seleccionar su producto en el mercado y resulta mayormente confiable el hecho de conocer el proceso de alimentación de los camarones y el 15% restante no prioriza la situación como un factor importante.

Con el modelamiento del proceso TO-BE, se integró la interacción en una aplicación web para los usuarios que registran la solicitud de compra de insumos o la necesidad de abastecimiento de balanceado evitando la demora y la sustitución de procesos manuales que generan desorganización y tardanza en el proceso, además se mejoraron los tiempos de ingreso de la solicitud de compra de insumos, la validación y generación de la orden de compra ya que todos estos eventos se registraran directamente en la aplicación web, que a su vez registra la información en un bloque de información de la cadena de bloques del Blockchain, además se realiza un mejor control de las solicitudes de abastecimiento de balanceado al tener calendarizada la tarea de manera que el emisor debe registrar la solicitud semanalmente para evitar desabastecimiento, para ello se notifican dichos eventos, al incluir el aplicativo web y su vinculación a la cadena de bloques.

La propuesta de mejora presentada en el TO-BE se aborda la redefinición de las reglas de negocios y de los tiempos al momento de realizar la compra de los insumos alimenticios, evitando tareas redundantes en el mismo, así como la supresión de roles que se consideran innecesarios en el proceso además de agregar actores que se consideran importantes en la trazabilidad, para ello, se plantean mejoras en cada uno de los casos. Fundamentado en las deficiencias detectadas en el proceso de adquisición de insumos alimenticios se planteó la inclusión de la aplicación web donde los actores podrán interactuar de manera mucho más eficiente además de incluir a la tecnología de bloques para proveer un mayor grado de eficiencia, seguridad e inmutabilidad al ejecutar las actividades incluidas en el proceso.

Con la interacción en la aplicación web, los usuarios efectúan el registro de la solicitud de compra de insumos o la necesidad de abastecimiento de balanceado evitando la demora y la sustitución de procesos manuales que generan desorganización y tardanza en el proceso, además se mejorarán los tiempos de ingreso de la solicitud de compra de insumos, la validación y

generación de la orden de compra ya que todos estos eventos se registrarán directamente en la aplicación web, que a su vez registra la información en un bloque de información de la cadena de bloques del Blockchain, además se podrá realizar un mejor control de las solicitudes de abastecimiento de balanceado al tener calendarizada la tarea de manera que el emisor debe registrar la solicitud semanalmente para evitar desabastecimiento, se notificarán dichos eventos, al incluir el aplicativo web y su vinculación a la cadena de bloques tabla 3.

TABLA 3
ACTIVIDADES MEJORADAS DEL PROCESO: modelamiento proceso TO-BE - Elaboración propia

ID	ACTIVIDAD	USUARIO	DESCRIPCIÓN	META
A2	Validar datos, solicitud de compra.	Administrador de compras	Ingresar la orden de adquisición de insumos de alimento solicitada por el Biólogo.	1 día
A4	Consolidar datos de compra.	Administrador de compras	Emisión de la orden de adquisición de los insumos alimenticios en base a necesidades de la camaronera.	1 día
A12	Validar reporte de cosecha	Administrador	Genera reporte de las cosechas, por hectárea, fecha, tipo de larva, peso promedio del engorde y libras cosechadas.	10 días
A13	Socializar reporte de producción	Administrador	Genera reporte estadístico de las cosechas por piscina.	10 días

TABLA 4
COMPARATIVO DE LAS MÉTRICAS DENTRO DEL PROCESO AS-IS vs. TO-BE-Elaboración propia

Indicador	Tiempo realizando tareas manuales	Tiempo usando aplicación web y blockchain	Porcentaje de reducción de tiempo
Planificación de ciclos de producción	15 días	7 días	53.33%
Definir necesidades de insumos	15 días	7 días	53.33%
Generación de la solicitud de compra de insumos	12 días	1 día	91.66%
Confirmación del proveedor para abastecer alimento acorde a las condiciones de cada piscina	7 días	1 día	85.71%
Entrega de los insumos	7 días	2 días	71.42%
Definición de ciclos de producción	21 días	10 días	52.38%
Selección de proveedores acorde al tipo de balanceado	10 días	2 días	80%
Total	87 días	10 días	

En la tabla 4 se muestra que luego del proceso TO BE, la disminución de los tiempos de ejecución de las tareas se ha reducido considerablemente en un 50% a 80% y mucho más creando una mejor organización del proceso y en la trazabilidad de estos, la eliminación de roles que no aportaban

al proceso de forma significativa y generaban retraso en las tareas inmersas en la adquisición de insumos y en tareas como la planificación de los ciclos de producción en base a las proyecciones que se hacen con la alimentación.

A. La interacción con un aplicativo web

Con la interacción en la aplicación web los usuarios podrán registrar la solicitud de compra de insumos o la necesidad de abastecimiento de balanceado evitando la demora y la sustitución de procesos manuales que generan desorganización y tardanza en el proceso, además se mejoraran los tiempos de ingreso de la solicitud de compra de insumos, la validación y generación de la orden de compra ya que todos estos eventos se registrarán directamente en la aplicación web, que a su vez registra la información en un bloque de información de la cadena de bloques del Blockchain, además se podrá realizar un mejor control de las solicitudes de abastecimiento de balanceado al tener calendarizada la tarea de manera que el emisor debe registrar la solicitud semanalmente para evitar desabastecimiento, se notificarán dichos eventos, al incluir el aplicativo web y su vinculación a la cadena de bloques.

B. Modelamiento de los procesos y reglas del negocio

Al modelar los procesos junto con las reglas de negocio se permite la eliminación de actividades que resultaban redundantes en el proceso, haciendo que se eliminen y se redefina nuevas actividades mucho más completas y concretas suprimiendo la inversión de más tiempo en ellas, luego de presentar a los diferentes actores del proceso el prototipo de aplicación web con la inclusión de Blockchain y su interacción se aplicó una encuesta que permitió obtener una retroalimentación sobre las mejoras presentadas en el proceso de adquisición de insumos alimenticios. Luego de efectuarse el análisis de los roles involucrados, se definió que existen roles que se deberán eliminar puesto que redundan en el proceso o simplemente no poseen injerencia en él como se muestra en la tabla 5; posterior al análisis de las situaciones problemáticas y emitir las mejoras al proceso se mantendrán los objetos de negocio con la actualización de los formatos, parámetros y roles de negocio, pero se actualizan sus parámetros y roles involucrados, las actividades en el proceso rediseñado se establecerán mayormente en actividades automáticas registradas en la aplicación web, como son temporizadores y mensajes, se redujeron la cantidad de eventos para mejorar el flujo de trabajo expuesto en las tablas 5 y 6.

Al analizar la integración del prototipo y la mejora efectuada en proceso de adquisición de los insumos alimenticios se evidencia que el 100% se encuentra de acuerdo, de forma que es una decisión acertada la inclusión del prototipo en el proceso de adquisición de insumos alimenticios. El uso del prototipo de aplicación web como una herramienta única de recepción de todos los ingresos de solicitudes que generan

semanalmente los emisores y receptores.

TABLA 5
REDISEÑO DE ACTIVIDADES - DEFINICIÓN DE REGLAS DE
NEGOCIO Proceso TO-BE- Elaboración propia

Id	Evento	Tipo	Descripción	Usuario	Objeto DeNegocio
EV1	Activar tiempo	Evento intermedio de temporización	Espera un tiempo determinado para ejecutar la actividad desolicitar los datos.	Administrador de compras	Ente Emisor Ente Receptor
EV2	Tiempo límite	Evento intermedio de temporización	Espera un tiempo determinado para ejecutar la actividad dedefinir incumplimiento.	Administrador de compras	Ente Emisor Ente Receptor

TABLA 6
EVENTOS REDISEÑADAS DEL PROCESO ADQUISICIÓN DE
INSUMOS ALIMENTICIOS proceso TO-BE- Elaboración propia

Actividades afectadas	Actividades eliminadas	Actividades nuevas	Roles involucrados
Validar datos de la solicitud de compra		Registro de información en el aplicativo web	Administrador de compras
Registrar la orden de compra		Ingreso de la orden de compra en el aplicativo web.	Administrador de compras
Validar datos de la solicitud de compra	√		Asistente de compras
Socializar la solicitud de compra	√		Asistente de compras
Generar orden de compra		Aprobar la orden de compra en el aplicativo web.	Administrador de compras
Registrar la llegada de los insumos		Ingresar en el aplicativo web los insumos recibidos.	Jefe de bodega

La aplicación de un cronograma de fechas establecidas para el cumplimiento del proceso de solicitud con anticipación de los insumos necesarios tarea que integra eventos intermedios de temporización (fecha solicitud de datos, fecha máxima de carga de datos) para alertar a los emisores acerca de las fechas y del ingreso de las necesidades a cubrir en un tiempo previsto.

La implementación de notificaciones automáticas por correo electrónico para que sean recibidas por las entidades emisoras y receptoras, luego de registrar las actividades en la aplicación web, lo que permite manejar de forma mayormente controlada y organizada el proceso.

El aplicativo web como herramienta de ingreso de información que permita que distintos actores sin necesidad de estar ubicados en diferentes lugares puedan hacer el registro de dicha información en un menor tiempo, al evitar el uso de documentos físicos, validaciones manuales que generan retraso en el proceso.

La emisión de los reportes por ciclos es otra de las mejoras que se obtuvo con la incursión de la tecnología en el proceso y el modelamiento de este, de esta manera se puede tener información consolidada acerca de un ciclo de producción y generar indicadores necesarios para la toma de decisiones.

Supresión de roles que no se consideraban un aporte significativo al proceso y en realidad generaban mayor retraso en la socialización de las solicitudes de compra de insumos alimenticios.

Emisión de reportes que permiten la evaluación de los biólogos por parte de los administradores, que permite medir el rendimiento del personal responsable del proceso de alimentación. La inclusión en el proceso a los entes de control es otra parte del proceso de mejora y esto es a través del blockchain, de manera que la información que es necesaria para los entes de control esté disponible en cualquier momento.

Es importante enfatizar que el uso de Blockchain que es una tecnología disruptiva dentro de los negocios de acuicultura, brindan mayor grado de seguridad, inviolabilidad y auto integridad para la información que se maneja en este negocio.

La solución se centra por completo en el control de los datos, organización y control de los plazos establecidos, así como la mejora de la comunicación entre los actores del proceso. Por ello generaron nuevas reglas de negocio en las que se configuran, tiempos límites de ingreso de las solicitudes al aplicativo web, fechas de inicio, notificaciones por correo electrónico, de esta forma se transforma al proceso en un flujo de trabajo que posee mayor control, con más simplicidad y muy confiable, al agregar al proceso a entes externos se aporta e integra a la trazabilidad del producto acuícola, de esta manera puede realizarse el seguimiento de las transacciones, ya que las mismas son públicas.

Esto permite auditar y controlar cualquier transacción, se provee una mayor facilidad para hacer el control de la información relevante para las organizaciones camaroneras y entes de control, con la garantía de que la información que se maneje a través de la cadena de bloques es inmutable al no poder ser manipulada por cualquiera.

Luego de rediseñar el proceso de adquisición de insumos alimenticios, de definir las actividades nuevas y sus respectivas excepciones, se presenta un modelo que es mayormente colaborativo enfocado a nivel táctico – analítico,

como se muestra en la tabla 7 con el resumen de las tareas mejoradas.

TABLA 7
RESUMEN DE TAREAS MEJORADAS proceso TO-BE - Elaboración propia

Problemas Existentes En El Proceso As - Is	Problema/Causa	Solución Después Del Proceso To-Be
Solicitud de insumos	Cada usuario hace la solicitud de forma manual.	El usuario ingresa a la aplicación los insumos que necesita.
Validar	Revisión de productos solicitados tomaba muchos días	Se suprime este rol y el biólogo ingresa previamente lo que necesita y el administrador de compras aprueba o rechaza.
Socializar	Revisión de la solicitud	Tarea eliminada puesto que al ingresar en la aplicación web las necesidades de insumos alimenticios, no es necesario revisar documentos todo se encuentra ingresado, se revisa inmediatamente y aprueba.
Ingresar solicitudes cada lunes de la semana	No se realizaba	Con la alerta de ingreso de solicitudes se controla mejor el proceso de adquisición y se evita el desabastecimiento.
Ingreso de productos	Proceso manual	Se realiza el ingreso en la aplicación web de los insumos recibidos por el jefe de bodega y se distribuye a las camaronas que lo requieren.
Ingreso de la información de producción	Proceso tardío e incompleto	Se realiza el ingreso en la aplicación web acerca de la alimentación.
Generación de reportes	Proceso tardío e incompleto	Se consulta la información acerca del ciclo de producción por parte del administrador de manera que se puede evaluar el rendimiento de los biólogos y realizar proyecciones en base a la información consultada.
Participación de entidades de control	No existía en el proceso	Las entidades externas reguladoras el proceso de producción pueden consultar información acerca de este y evaluar a las camaronas y saber si cumplen con los estándares requeridos.

V. CONCLUSIONES

A través del levantamiento de información realizado se pudo evidenciar en el proceso de alimentación en sus fases de siembra y engorde y que la compra de los insumos alimenticios era un proceso que carecía de organización y existían tareas manuales y redundantes.

Por medio del modelo AS-IS, se logró detallar de forma más clara la situación actual de la compañía al momento de adquirir los insumos alimenticios y se concluyó que al modelar con BPM el proceso de gestión, adquisición y registro de esos insumos existían tareas que eran redundantes, que tomaban mucho tiempo e impedían cumplir con los ciclos

de producción.

Al modelar el proceso TO-BE y a través de la integración de las tecnologías como la aplicación web y del Blockchain, se permitió crear mayores garantías acerca de la veracidad, autenticidad e integridad de la información ingresada, de manera oportuna, indistintamente el modelo de negocio o el tamaño de las empresas; además se considera oportuno el uso de esta tecnología para sacar ventajas y generar mayor competitividad en las empresas transformando y mejorando sus procesos de operación.

La mejora de los tiempos de realización de las tareas dentro del proceso es otro punto positivo ya que se logró disminuir el tiempo de ejecución de estas; además de que se incluya la tecnología para el desarrollo de las tareas del proceso de adquisición de insumos alimenticios.

REFERENCES

- [1] I.Ivanov, J.Cárdenas Cobo, S. Zhdanova, A. Teliatskiy, Almacenamiento de los certificados educativos basados en la tecnología Blockchain, July 2020.
- [2] C.Natividad, A. Gutiérrez, J.Armas, J.Madrid, Security model to protect patient data in mHealth system through an Blockchain network, February 2020.
- [3] <https://www.cna-ecuador.com/>, Sustainable Shrimp Partnership anuncia plataforma de trazabilidad en colaboración con el gigante tecnológico.
- [4] Sanchez-Paz A , White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern, 2010.
- [5] T. Mitani y A. Otsuka, «Traceability in Permissioned Blockchain», IEEE Access, vol. 8, pp. 21573-21588, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2969454.
- [6] Ki Ran Gari Mella, Mi Chael Lees, Bruce W I Lli Ams « Bpm (Gerencia de Procesos De Negocio), 2018
- [7] F. Blaha y K. Katsifanos, Blockchain Application In Seafood Value Chains, p. 48.
- [8] Rogelio Fernández Andrade, Trazabilidad alimentaria Una herramienta decisiva para la seguridad y la protección de los consumidores.
- [9] S. Farshidi, S. Jansen, S. Espana, y J. Verkleij, «Decision Support for Blockchain Platform Selection: Three Industry Case Studies», IEEE Trans. Eng. Manage., vol. 67, n.o 4, pp. 1109-1128, nov. 2020, doi: 10.1109/TEM.2019.2956897.
- [10] Yibin Xu, Segment Blockchain: A Size Reduced Storage Mechanism for Blockchain.
- [11] Ali Syed, Comparative Analysis of Blockchain Architecture and its Applications: Problems and Recommendations.
- [12] Dinh, Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems.
- [13] Abdelatif Hafid, «Scaling Blockchains: A Comprehensive Survey».
- [14] Blaha Francisco, «Blockchain Application In Seafood Value Chains.
- [15] García Hernández Ainara, Pérez Hernández Gema María , Blockchain Impacto de la tecnología Blockchain en la actividad productiva empresarial, 2019.
- [16] Eras Agila Rosana de Jesús, Análisis De Los Factores Estratégicos Que Inciden En La Producción Camaronera Ecuatoriana, 2019.
- [17] Calvo Gallego Borja, Domínguez Soto Cristina , Blockchain Aplicado A Supply Chain. Propuesta De Aplicación Al Sector Alimentario, 2018.
- [18] García Hernández Ainara, Pérez Hernández Gema María , Implicaciones de la tecnología blockchain, 2019.
- [19] Enriquez García Hugo César, Tecnología blockchain en cadenas de suministro; mito, realidad o proyección, 2020.
- [20] Saubi Oriol, Meritxell , Situación del fraude del pescado a nivel mundial, 2018.

- [21] Martínez Prado, Lascano Campoverde Verónica Karina, Solórzano Sandra Sandoya, Blockchain un nuevo concepto de Responsabilidad Social Corporativa en exportadoras de camarón de Ecuador, 2021.
- [22] Morocho Nathay, Mosquera Roger, Pacheco Andrés, Campozano John, La tecnología Blockchain y sus posibilidades de uso en la provincia del Oro, 2020.
- [23] Pozo Peralta Gabriela Alejandra, Rodríguez Bustos, Andrea Johanna, Análisis de valor de la exportadora de camarón Santa Priscila : una propuesta de eficiencia acumuladora empresarial, 2021.
- [24] Enríquez Villacis, Katherine Nicolle
- [25] Rugel Suárez Iskra Salomé, Análisis de los puntos claves para la implementación de la tecnología blockchain en el sector logístico de la empresa AGUNSA S.A, 2022
- [26] Medranda Medranda Silvia Ameida, Transformación de la cadena de valor de la producción camaronera durante el periodo 2020-2021, 2021.
- [27] Borja Calvo Gallego, Blockchain Aplicado A Supply Chain. Propuesta De Aplicación Al Sector Alimentario, 2018.
- [28] Calderon Vides Javier, Aplicativos y ventajas de la blockchain en la industria alimentaria, 2020.
- [29] Velasco González-Camino Andrea, Blockchain: aplicación a la pesca de atún, 2019.
- [30] Elasrag H, Hussein Elasrag , Blockchain para la Industria Halal, 2022.
- [31] Borrero Sánchez Juan Diego, Sistema de trazabilidad de la cadena de suministro agroalimentario para cooperativas de frutas y hortalizas basado en la tecnología Blockchain, 2019.
- [32] Jean Mosquera, Nelson Piedra, Methodological Framework for the integration of Blockchain Technology in Coffee Industry, 2020.
- [33] Manobanda Paucar, Christian Danilo, Implementación de un modelo piloto para la gestión de la cadena de suministros utilizando Blockchain, 2021.
- [34] Adriana Margarita Porcelli, Las Nuevas Tecnologías Informáticas en pos de la Seguridad Alimentaria, 2020.
- [35] Fernández Herrero, Diego, Aplicación de la tecnología Blockchain en el Supply Chain en los sectores industriales, 2018.
- [36] Martínez Sabi, Lascano Karina, Solórzano Sandra, Blockchain un nuevo concepto de Responsabilidad Social Corporativa en exportadoras de camarón de Ecuador, 2021.
- [37] Tripoli, M., Schmidhuber, J., Emerging opportunities for the application of blockchain in the agri-food industry, 2020.