



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

BLOCKCHAIN: APLICACIÓN A LA PESCA DE ATÚN.

Autor: Andrea Velasco González-Camino

Director: Ana Zapatero González

Índice

Resumen	2
Palabras clave	2
Abstract	2
Key words	3
Introducción	4
1. Propósito general y contextualización del tema.....	4
a. Estado de la cuestión.....	4
b. Motivaciones	6
3. Objetivos	6
4. Metodología	7
5. Estructura del trabajo.....	8
Marco teórico	10
i) Qué es Blockchain.....	10
ii) Blockchain aplicado a otras cadenas de suministro	15
(1) General.....	16
(2) Cadenas Agroalimentarias.....	21
iii) Blockchain en la pesca	25
(1) Cadena de suministro en la pesca.....	25
(2) Problemas en la cadena de suministro de la pesca del atún.....	26
(3) Beneficios de la aplicación del Blockchain	30
(4) Obstáculos	34
iv) Industria de la pesca en España.....	36
Industria española	37
Transformación de pescado	38
v) Casos reales	40
(1) Provenance (Indonesia)	40
(2) World Wildlife Fund (Pacífico).....	43
(3) Pacifical (Países del Acuerdo Nauru).....	44
Análisis de los resultados	46
Conclusión	50
Bibliografía	52
Anexos	55

Resumen

Blockchain es una tecnología que se caracteriza por ser descentralizada, distribuida, pública y cifrada; y los beneficios que ha aportado a todas aquellas áreas en las que se ha aplicado, como las criptomonedas, han sido demostrados. En el sector de la pesca en general existe un alto nivel de fraude en cuanto a la designación de las especies, y el atún es una de las especies que más lo sufre. Ya sólo en Europa se consumen toneladas de pescado, por ende, si todo este consumo fuera sostenible tendría un impacto importante sobre el sector global, ayudando a comunidades enteras dedicadas a la pesca. A través del análisis cualitativo, revisión de literatura y entrevista en profundidad, se pretende conocer cómo el Blockchain ha mejorado otras cadenas agroalimentarias y cómo lo hace en la cadena de suministro del atún. Con la entrevista en profundidad se ha podido conocer que en España ya contamos con sistemas de trazabilidad del atún que están dando buenos resultados, aunque no cuenten con una base de datos que recoja toda esta información (como es Blockchain).

Palabras clave

Blockchain, atún, cadena de suministro, cadena agroalimentaria, pescado.

Abstract

Blockchain is a technology that is characterized by being decentralized, distributed, public and encrypted; and the benefits it has brought to all those areas in which it has been applied, such as crypto currencies, have been demonstrated. In the fishing sector in general there is a high level of fraud regarding the

designation of species, and tuna is one of the species that suffers the most. Tons of fish are consumed in Europe alone, so if all this consumption were sustainable it would have a major impact on the global sector, helping entire fishing communities. Through qualitative analysis, literature review and in-depth interview, the aim is to find out how Blockchain has improved other agri-food chains and how it does so in the tuna supply chain. With the in-depth interview it has been possible to know that in Spain we already have tuna traceability systems that are giving good results, even if they do not have a database that gathers all this information (such as Blockchain).

Key words

Blockchain, tuna, supply chain, agri-food chain, fish

Introducción

1. Propósito general y contextualización del tema

Este trabajo analiza la aplicación de la tecnología Blockchain a la pesca del atún, con el objetivo de mejorar el funcionamiento de su cadena de suministro. A través del análisis de diferentes aplicaciones del Blockchain en diversas cadenas de suministro, se conseguirán extraer los beneficios que esta tecnología puede aportar a las mismas. Y tras observar los problemas genéricos a los que debe hacer frente el sector de la pesca del atún, este trabajo ahondará en el uso del Blockchain en cada eslabón de dicha cadena. Además, se estudiarán diferentes casos reales del sector atunero mundial y se investigará la percepción de esta tecnología desde el punto de vista del sector atunero español. Todo ello en el contexto actual del sector y geográficamente desde la zona de la pesca del atún en el mundo.

2. Justificación

a. Estado de la cuestión

Blockchain se define como una base de datos descentralizada, distribuida, pública y cifrada (Elizondo, sin fecha). Desde que en 2009 se creara la primera red Bitcoin (Swan, 2015), mucho ha evolucionado esta tecnología: desde la criptomoneda, pasando por los contratos inteligentes, sistemas de pago o transacciones bancarias. Esta tecnología aboga por la transparencia, velocidad, accesibilidad y erradicación de la falsedad; haciendo más difícil la entrada a cadenas de valor legítimas de todos aquellos productos ilegales, perjudiciales para el medio ambiente o adulterados. La tecnología Blockchain permitiría a los usuarios finales ver dónde, cómo y cuándo ha sido tratado el producto.

El atún es una especie necesaria en los ecosistemas marinos; ya que en la cadena alimenticia marina representa la función de depredador, pero también de

presa, y esto, desgraciadamente, no es posible expresarlo monetariamente. Adicionalmente, se trata de una especie que representa la base de la economía de muchas poblaciones alrededor del mundo y de la que dependen desde el punto de vista de la alimentación (Kailash, 2017).

Oceana, organización cuya misión es la lucha por la protección del mar, llevó a cabo desde 2010 hasta 2012 una de las mayores investigaciones del mundo sobre fraude en la pesca. Se recogieron más de 1200 muestras de diferentes pescados en 674 puntos de venta en 21 estados diferentes, con el objetivo de determinar si estos pescados habían sido correctamente designados. Gracias al análisis de ADN de estos peces se descubrió que el 33% de las muestras recogidas mundialmente no estaban clasificadas de forma correcta. De las muestras recogidas, el atún fue una de las especies con más alto porcentaje de error en su designación (Warner et al., 2013).

Europa consume casi doce millones de toneladas al año de pescado y marisco del mundo. Es decir, sólo el impacto global que tiene el consumo europeo sobre las personas y la naturaleza es abismal. Si todo este consumo eligiera comprar pescado proveniente de la pesca sostenible, los impactos positivos que tendría sobre países en desarrollo orientados a la pesca serían numerosos: mayores ingresos, mayor igualdad de género, poblaciones sostenibles de peces (Niedermüller y Kozák, 2017). Es decir, la sostenibilidad en la pesca repercute positivamente tanto en los recursos marinos como en los medios de subsistencia de las personas.

Por ello, surge la necesidad de analizar cómo esta tecnología se ha comenzado a implantar en diferentes cadenas de valor para mejorarlas, como en la cadena de suministro del atún. Gracias a los beneficios de dicha tecnología, la pesca del atún estará más controlada y se logrará su sostenibilidad.

Consecuentemente, al ser una aplicación novedosa del Blockchain, es importante analizar los efectos de la misma en la cadena de suministro del atún y observar cómo se va a desarrollar en la misma.

b. Motivaciones

Actualmente se puede ver en los diferentes medios de comunicación los variados usos de la tecnología Blockchain, pero en contadas ocasiones se ha mencionado su aplicación en la cadena de suministro de un producto. Las razones que motivaron la elección del presente trabajo se basan en mi interés en profundizar sobre esta tecnología tan complicada pero tan polivalente a la vez y, sobre todo, en estudiar su aplicación en una cadena de suministro que está íntimamente ligada a un negocio familiar relacionado con la pesca del atún. De este modo, poder presentar un estudio que ilumine y despierte la curiosidad sobre un uso totalmente diferente al que siempre hemos visto de esta tecnología.

3. Objetivos

El objetivo general del trabajo se basa en estudiar cómo esta nueva tecnología va a poder mejorar los distintos eslabones de la cadena de suministro del sector de la pesca del atún. Es decir, se estudiará la forma en la que se va a adaptar el Blockchain a un sector totalmente nuevo y cómo va a afectar y mejorar su cadena eslabón por eslabón. También se estudiará la impresión de nuestro sector atunero sobre esta posible tecnología.

El objetivo principal del trabajo se trata de un objetivo descriptivo, ya que con el análisis de la literatura se pretende conocer y entender la tecnología y descubrir las aplicaciones existentes de la misma en diferentes cadenas de suministro.

Sin embargo, también se trata de un objetivo exploratorio, ya que a través de determinados métodos cualitativos se analizará y descubrirá la opinión de

nuestro sector, pudiendo obtener información más allá de la propia literatura existente.

Es decir, con este objetivo descriptivo-exploratorio se pretende conocer la forma en la que el Blockchain va a poder ayudar a un sector agroalimentario a la hora de mejorar la calidad de su cadena de suministro.

4. Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos anteriormente mencionados, se realizará una investigación basada únicamente en la técnica cualitativa. Consecuentemente, la investigación se ha diseñado en base a la revisión de la literatura existente sobre la aplicación del Blockchain en otras cadenas de valor, o en cadenas de valor de la pesca de productos diferentes del atún. Además, se realizará una entrevista en profundidad a un experto del sector atunero español para conocer más sobre el punto de vista de nuestro sector.

La revisión de la literatura servirá para tener un mapa teórico sobre lo que es la tecnología Blockchain y sobre sus diferentes aplicaciones, entre ellas las cadenas de valor. También se busca un mejor entendimiento del contexto de los problemas de fraude en la pesca y sobre cómo se implementa esta tecnología para mejorar una cadena de suministro, sea la de la pesca o cualquier otra. Las palabras clave utilizadas en la revisión de la literatura fueron: blockchain, cadena de suministro, atún, *tuna*, *supply chain*, pesca, *fishing*, sostenibilidad, *sustainability*, fraude, *fraud*, *fish*, *tuna industry*, sector atunero...etc.

La entrevista en profundidad tiene el objetivo de conocer de forma directa la percepción que puede tener el sector atunero español, a través de uno de sus profesionales, sobre la aplicación de esta tecnología en el sector y su posible aplicación en España. Ésta fue realizada el 25 de marzo de 2019, en la sede de OPAGAC (Calle de Ayala 54). La persona elegida para la entrevista es Julio

Morón, actual Director Gerente de OPAGAC. Las preguntas utilizadas en la entrevista se encontrarán recogidas en el apartado “Anexos”.

Las bases de datos utilizadas han sido principalmente Google Scholar, Business Source y Academic Search. Sin embargo, cabe mencionar que, dado que se trata de un tema muy novedoso, existe muy poca revisión de literatura respecto a la cadena de suministro del atún y, por tanto, se ha decidido analizar la literatura correspondiente a cadenas de valor similares con el fin de aplicar sus características y obstáculos sorteados a nuestro caso. También se ha acudido a fuentes externas a las bases de datos, como es la página web de WWF (*World Wildlife Fund*), ya que la existencia de literatura específica en revistas científicas o artículos académicos no es muy abundante.

En cuanto a la validez de la revisión de la literatura, considero que es válida dado que se ha acudido tanto a bases académicas como técnicas. Ya que las fuentes son variadas (trabajos de Doctorado, artículos de investigación, casos reales...etc.) se consigue un enfoque más práctico de este trabajo de investigación. Gracias a esta fase, se ha conseguido el objetivo de información general y mapa teórico.

5. Estructura del trabajo

El trabajo de investigación se divide en seis partes: introducción, marco teórico y revisión de la literatura, análisis de resultados, conclusiones, bibliografía y anexos.

El primer apartado consta de una introducción en la que se contextualiza el tema, y se introducen matices como el propósito general del trabajo, el estado de la cuestión y los objetivos generales del trabajo. Así como la metodología que se pretende utilizar para lograr los objetivos tanto generales como específicos.

En el segundo apartado se exponen las investigaciones previas al tema y el contexto teórico del trabajo. De esta forma se abordan las cuestiones de la tecnología de Blockchain desde un punto de vista general, la aplicación del Blockchain a otras cadenas de valor como el aceite de palma o el comercio de diamantes y, por último, se analiza la aplicación del Blockchain a la cadena de suministro de la pesca del atún, observando la problemática del sector, los beneficios que puede aportar la tecnología y los obstáculos a superar.

En el tercer apartado se explicará la técnica cualitativa de la entrevista en profundidad cuyo fin es la consecución de los objetivos específicos de este trabajo. Se plasmarán los resultados obtenidos en ella, para así conocer la opinión del sector nacional.

El cuarto apartado estará constituido por las conclusiones, en donde se volverá a retomar la cuestión de análisis del trabajo sistemáticamente y se llegará a una conclusión sobre si este trabajo ha logrado cumplir con los objetivos marcados.

Finalmente, se incluirán las fuentes bibliográficas usadas para desarrollar este trabajo de investigación y un apartado de anexos, en donde se recogen las preguntas que fueron utilizadas en la entrevista en profundidad.

Marco teórico

i) Qué es Blockchain

Debemos comenzar el estudio con el análisis de la tecnología Blockchain, qué es y cómo funciona.

Swan (2015) explica que el Blockchain puede ser entendido como un concepto similar al de Internet, es decir, una tecnología de la información, que es completa; aunque según Sadouskaya (2017), Blockchain es un término difícil de definir debido a las diferentes dimensiones a las que se aplica. Esta tecnología está basada en niveles técnicos que a su vez se dividen en otros niveles, y que nos permite aplicarlo a diferentes áreas: finanzas, registro de activos, inventario, economía y dinero, activos del tipo fijo (como casas o coches), activos intangibles (como la reputación o la información).

Por ello, podemos clasificar en tres categorías las diferentes actividades relacionadas con la revolución Blockchain:

- Blockchain 1.0: esta categoría engloba todas aquellas actividades relacionadas con la moneda. Se refiere a todas aquellas criptomonedas, como Bitcoin, que se implementan en cualquier operación dineraria relacionada con la transferencia de monedas o sistemas de pago digital.
- Blockchain 2.0: se refiere a los contratos. La aplicación del Blockchain en el campo de los contratos abarca desde los contratos económicos hasta contratos financieros, recogiendo todos aquellos contratos relacionados con bonos, futuros, hipotecas, propiedad inteligente o contratos inteligentes.
- Blockchain 3.0: esta categoría se trata de la más amplia, ya que abarca todas aquellas aplicaciones de esta tecnología que no vienen recogidas en las categorías anteriores (ciencia, salud, cultura, arte).

Pero debemos destacar que el concepto de Blockchain consigue ir más allá de lo que ha podido llegar Internet: es un nuevo modelo de organización que

se aplicará en el descubrimiento, valoración y transferencia de cualquier tipo de unidades cuantitativas. Es decir, que en un futuro esta tecnología podrá servir a la coordinación de cualquier variedad de actividad que lleve a cabo el ser humano como nunca se ha hecho antes.

El origen del Blockchain se encuentra en el nacimiento de Bitcoin en 2009, una moneda alternativa que no fue emitida ni respaldada por una autoridad central, sino por el consenso automatizado de una serie de usuarios en red, y que fue creada para resolver el problema del doble gasto. La característica más destacable de la emisión de esta moneda reside en la innecesaria existencia de confianza entre los diferentes usuarios. Por tanto, lo anterior se consigue gracias al autocontrol propiciado por los algoritmos; consecuentemente, cualquier intento de fraude del sistema será automáticamente rechazado por el propio sistema.

La tecnología Blockchain consiste en un tipo de tecnología de contabilidad distribuida, que en inglés es denominada *Distributed Ledger Technology*, basada principalmente en una base de datos descentralizada, distribuida y cifrada (Elizondo, sin fecha). Gracias a que es descentralizada, ésta opera sin una autoridad central, ya que la red es gestionada únicamente por sus miembros (Hackius y Petersen, 2017); y distribuida, porque existen todavía autoridades que son propietarias sin ser ninguna la central (Graham, 2017). Está cifrada ya que únicamente los miembros que cuentan con la llave (privada o pública) de la criptografía que protege la información de la red podrán introducir información y “firmarla”, verificando dicha información desde el anonimato, porque dicha firma no permite rastrear hasta una identidad real de una persona (Hackius y Petersen, 2017).

La criptografía de la red se basa en dos tipos de llaves, una orientada a encriptar la información y la otra para desencriptarla. Gracias a las funciones del algoritmo, estas llaves se dividen en públicas y privadas; por tanto, el que envía la transacción realizada y el que la recibe pueden encriptar o

desencriptar la información relativa a esta transacción utilizando sus llaves privadas. Mientras que la verificación de la información sobre la transacción, que ha sido subida a la red Blockchain, podrá ser supervisada por cualquier participante de la red con una llave pública. De aquí nacen los dos tipos de participantes en una red Blockchain (Apte y Petrovsky, 2016).

Los participantes de esta base de datos son los mineros y nodos; siendo los primeros una serie de ordenadores de alta potencia que usan una serie de circuitos integrados de aplicación específica para procesar todas las transacciones realizadas a tiempo real (English et al., 2016). Mientras, los segundos únicamente tienen acceso a la información de la cadena, pero no tienen la posibilidad de añadir y/o alterar información, sino únicamente pueden descargarla. Consecuentemente, los mineros son aquellos que cuentan con la llave privada; mientras que los nodos cuentan con la llave pública (Apte y Petrovsky, 2016).

En cuanto a los bloques, se tratan de ficheros que, creados con algoritmos (una función resumen o función de hash criptográfica) (Graham, 2017), recogen los datos de las transacciones (English et al., 2016). Por tanto, en cada bloque viene recogida la información de la/s transacción/es realizada/s en ese momento, la información recogida en los bloques anteriores, junto con la función criptográfica de los bloques anteriores (Hackius y Petersen, 2017), y los *nonces*, que son números aleatorios utilizados una única vez que tienen la función de demostrar que los bloques están ordenados cronológicamente (Mathisen, 2018). La conexión entre bloque y bloque se realiza mediante tecnología criptográfica (Graham, 2017), creando así una cadena de bloques.

Por tanto, como cada bloque incorpora nueva información, pero también viene recogiendo información ya recopilada en otros bloques, si se quisiera modificar maliciosamente o falsificar determinada información, habría que modificar entonces todas las copias de ese bloque (que están en manos de

todos los participantes de la red Blockchain); por lo que sería prácticamente imposible. Esto asegura a los participantes de que la información subida a la red no podrá ser alterada ni se perderá, ya que existen numerosas copias de la misma repartida entre los nodos (Apte y Petrovsky, 2016).

Como la red Blockchain sirve para registrar transacciones, debemos saber que en toda transacción existe alguna forma de valor monetario. En el caso de Blockchain, estos valores son denominados *Tokens* (Nakamoto, 2008, citado por Mathisen, 2018). Se trata de una cadena de firmas que se traspasa de un propietario del *token* a otro, de forma que el antiguo propietario (el vendedor) firma las funciones algorítmicas realizadas con anterioridad a esa transacción, además de la llave para que el comprador del *token* pueda acceder a la red Blockchain (Antonopoulos, 2017, citado por Mathisen, 2018). Adicionalmente, los *tokens* son utilizados como medida incentivadora para los participantes de la red: si el individuo contribuye activamente a la red, recibirá más *tokens*; de esta forma, se asegura que los participantes ayuden a que la red se mantenga activa y bien verificada. Los *tokens* más famosos que podemos encontrar en estas redes son, por ejemplo, los *Bitcoins* o los *Ethers*.

Análogamente, la tecnología Blockchain se asimila a la informática P2P (peer to peer) con la diferencia de que en Blockchain todos los cambios en la base de datos tienen su origen en las nuevas transacciones producidas, y éstos tienen que ser aceptados por los participantes de la red; por tanto, todas las transacciones se registran y validan a través del consenso de los clientes/participantes de la red Blockchain (Loebbecke et al., 2018). En el caso de que existieran dos transacciones contradictorias, siempre tendrá preferencia la primera y las siguientes serán descartadas.

Existen cadenas de bloques públicas y privadas. Las redes Blockchain públicas se caracterizan por ser bases de datos donde cualquier persona puede leer la información de los datos o descargarse una copia de la misma,

pero para poder introducir nuevos datos puede ser posible la necesidad de una llave. Tampoco son propiedad de un solo dueño. Esta serie de características convierten a este tipo de redes Blockchain en bases de datos sin censura y bastante difíciles de hackear. Un ejemplo de Blockchain pública es Bitcoin.

Por otro lado, las redes Blockchain privadas sí que exigen un permiso para operar en ellas (una llave), ya que han sido creadas para un grupo privado de individuos/empresas determinado con el objetivo de que se transfiera información dentro de ese grupo. Al igual que en las redes públicas, para poder introducir información en la red puede ser necesaria una llave adicional (Graham, 2017). Según Goldman Sachs, el mercado de Blockchain privadas podría estar valorado hasta en 7 billones de dólares al año (Sulkowski, 2018).

El funcionamiento de esta tecnología opera de la siguiente manera: los mineros añaden nuevos bloques para registrar las nuevas transacciones llevadas a cabo. Estos bloques se añaden de forma cronológica a la cadena de bloques. El acceso a la información de la cadena de bloques (blockchain) implica poder acceder a la información completa sobre las transacciones recogidas desde el primer bloque creado hasta el más reciente.

Gracias a que se trata de una base de datos abierta, la tecnología Blockchain ayuda a mejorar la transparencia de las transacciones. Pero a su vez, asegura el anonimato a través de la preservación de las cuentas. Consecuentemente, las empresas consiguen que sus productos sean fácilmente rastreables y reducen las posibilidades de robo o pérdida; del mismo modo, los gobiernos se beneficiarán de una reducción en la corrupción y lograrán obtener mayores ingresos provenientes de impuestos. También debemos destacar que gracias a estas ventajas del Blockchain, se podrá lograr una mayor conciencia medioambiental relacionada con las prácticas sostenibles (Sulkowski, 2018).

ii) Blockchain aplicado a otras cadenas de suministro

La cadena de suministro es una red donde los productos y materiales fluyen en sentido descendiente, desde el origen de la cadena hasta el final de la misma (que coincide con el consumidor) (Slack et al., 2013, citado por Mathisen, 2018). Es decir, se trata de una línea de procesos que tiene como objetivo producir o transformar un producto y hacerlo llegar al consumidor (Sadouskaya, 2017).

Además del flujo de productos y materiales también cuenta con el flujo de información y financiero. Mientras que la corriente financiera es ascendente, desde el proveedor hasta el consumidor, a través de pagos de bienes y servicios, el flujo de información puede ser ascendente y descendente (Dominguez et al., 2017, citado por Mathisen, 2018).

La importancia de los flujos de información radica en que gracias a ellos los productores pueden conocer las expectativas de la demanda, y así poder adaptar su producción a las mismas. Ya que si el productor sólo puede conocer de dicha información a través de los minoristas estará limitando el conocimiento de la demanda a los propios pedidos que el minorista hace al productor; de esta forma, el productor podrá incurrir en costes derivados de el almacenamiento de materiales no utilizados o maquinaria en desuso (Mathisen, 2018).

Según Fisher (1997, citado por Mathisen, 2018), la cadena de suministros tiene principalmente dos funciones: las funciones físicas y las funciones de mediación con el mercado. Las funciones físicas consisten en la transformación de las materias primas en productos finales, a la vez que en cada eslabón de la cadena se incrementa el valor del mismo, a través del propio proceso. Las funciones de mediación son la transformación del producto con el fin de satisfacer la demanda del mercado.

Debido a que actualmente las cadenas de suministro son cada vez más complejas y con más eslabones, la posibilidad de rastrear el producto a través de ella se ha convertido en algo muy complicado de conseguir, además de que esto ha hecho que sean menos transparentes de cara al consumidor, impidiendo que éste pueda conocer el verdadero valor de lo que está adquiriendo (Sadouskaya, 2017).

(1) General

Como ya se ha explicado en el apartado anterior, uno de los usos de Blockchain se cataloga en Blockchain 3.0. Es decir, que esta tecnología puede ser usada fuera del ámbito de las criptomonedas o contratos inteligentes (*Smart contracts*).

Desde la invención de Bitcoin por Satoshi Nakamoto, Blockchain ha sido conocido por un mayor número de individuos dentro de la sociedad. Gigantes financieros, como Barclays o Goldman Sachs, se unieron para crear una red Blockchain aplicada a las finanzas, convirtiéndose así esta tecnología en una de las mayores novedades en el área de Fintech (Underwood, 2016, citado por Hackius y Petersen, 2017).

Gracias a diferentes implementaciones de ésta en áreas diversas de negocio, se ha podido comprobar su potencial a la hora de combatir el fraude y robo y su capacidad para lograr determinados niveles de calidad en diferentes cadenas de suministro. Las cadenas de suministro podrán ser optimizadas, desde el punto de vista de la sostenibilidad, beneficiando no solo a los individuos, sino a las empresas y a las políticas públicas.

Actualmente, los consumidores se preocupan por aspectos como los impactos medioambientales o saludables de un producto/servicio, o sus orígenes, a la hora de comprarlo. Pero la existencia de fraude,

ambigüedad o incertidumbre en estos aspectos impiden poder conocer los mismos. Por ello, los minoristas consideran que satisfaciendo estas necesidades de los consumidores podrán cumplir con las exigencias de forma fiable. También las empresas podrán producir de forma más eficiente, eliminando residuos, consiguiendo así que las cadenas de suministro respeten el medio ambiente y las políticas públicas (Sulkowski, 2018).

Así, la asimetría de información entre el consumidor y el productor dejará de ser un problema, evitando cualquier posible fracaso en el mercado derivado de ésta. Ya que la posibilidad que ofrece la tecnología Blockchain de rastrear los bienes y materiales utilizados en la producción, ayuda a mejorar la eficiencia y a reducir costes derivados de pérdidas o robos.

Uno de los factores por los que los consumidores están dispuestos a pagar un precio más alto por un producto es la calidad de éste (Abeyratne 2016, citado por Loebbecke et al., 2018); por lo tanto, si el consumidor va a pagar un precio alto, éste espera que el producto sea de alta calidad. Es decir, existe una relación directamente proporcional entre el precio y la calidad y, por ende, entre el precio y la propia reputación de la empresa (Kollock, 1999, citado por Loebbecke et al., 2018). Ya que como los bienes de alta calidad son propensos a ser falsificados, las empresas que los venden deben asegurarse de implementar los mecanismos necesarios para asegurar que los productos vendidos son los originales.

La simple posibilidad de probar el origen de un producto ya contribuye a mejorar la calidad de la propia cadena de suministro, debido a que muchos negocios sufren el etiquetado fraudulento de sus productos como consecuencia del lugar en el que se han producido. Y adicionalmente, si se puede conocer el origen del producto, se puede

reducir cualquier daño que la producción de ese bien puede tener en el ser humano o el medio ambiente: explotación laboral, pesca ilegal, violencia. Un ejemplo claro es la industria del aceite de oliva, el sector de la pesca del atún o la extracción de diamantes (Sulkowski, 2018).

Como dijo Lomas (2015, citado por Hackius y Petersen, 2017), los productos de alto valor (como relojes, vino o bolsos) basan la veracidad de su autenticidad en un certificado de origen. Pero este documento puede ser perdido o manipulado. La startup Everledger decidió acabar con dicho problema en el área del comercio de diamantes, mediante el uso de la red Blockchain para registrar cuarenta datos únicos que permiten identificar a un diamante. De esta forma, los compradores de éstos podían saber si el vendedor era realmente el propietario del diamante, y no había sido robado, o conocer el origen de la pieza, para saber que no había sido extraída de regiones en guerra (Underwood, 2016, citado por Hackius y Petersen, 2017).

El conocimiento del origen de un producto es realmente importante, no solo porque podemos estar siendo estafados, sino porque también puede poner en riesgo nuestra salud. En el sector medicinal, por ejemplo, es sabido que se venden medicamentos falsos que, en muchos de los casos, pueden provocar graves perjuicios para la salud de aquellos que los consumen. Si se consigue la suficiente transparencia como para poder conocer todos los eslabones de la cadena de suministro, se logrará mejorar la seguridad de los pacientes; ya que éstos podrán revisar que están recibiendo los productos que les han sido recetados. Todo esto es posible gracias a los beneficios de la tecnología Blockchain (Hackius y Petersen, 2017).

Aunque el Blockchain no sólo es beneficioso a la hora de rastrear el origen de un producto y conocer en qué condiciones ha sido procesado, sino que también puede ser utilizado para reducir costes. Un ejemplo

de aplicación es el sector de transportes de contenedores internacional, que para su correcto funcionamiento se puede llegar a necesitar la colaboración de hasta treinta organizaciones y personas en más de doscientas ocasiones. Sólo el papeleo que suponen estas operaciones representa del quince al cincuenta por ciento del total de costes del transporte físico (Popper y Lohr, 2017, citado por Hackius y Petersen, 2017). Por eso, IBM de la mano de la compañía Maersk, creó en 2015 una red Blockchain para acabar con todas las ineficiencias del proceso y poder digitalizar todos los documentos de las transacciones. De esta forma, todos los participantes en el transporte de contenedores (puertos, transportistas, cargadores...etc.) podían subir y descargarse los documentos necesarios desde la red Blockchain, logrando la comunicación de toda la red global de transportadores, cargadores y barcos. Alcanzando su máximo apogeo en 2017, se logró reducir los costes derivados del traspaso de documentos y el riesgo de pérdida y fraude de los mismos (Hackius y Petersen, 2017); según la Organización Mundial del Comercio, proyectos similares a este podrían reducir las barreras internacionales del comercio, incrementándose el PIB mundial en casi un cinco por ciento (Lieber, 2017, citado por Sadouskaya, 2017).

Como conclusión de este apartado, podemos determinar que los beneficios que aporta la tecnología Blockchain en cualquier cadena de suministro son los siguientes (Loebbecke et al., 2018):

- Relación de confianza: los consumidores finales únicamente se preocuparán de que el producto que están adquiriendo ha sido rastreado usando medios legítimos; ya que, en el caso de no utilizar la tecnología Blockchain, el consumidor final tendría que confiar en que ese producto adquirido ha sido obtenido, distribuido y vendido de forma legal, y que cuenta con la calidad prometida. Mientras que las compañías aseguradoras de estos productos, con el Blockchain, solamente tendrían que confiar en

que, en caso de fraude, éste será detectado (Nicoletti, 2017, citado por Loebbecke et al., 2018).

Gracias a la red Blockchain, todos los certificados de autenticidad, propiedad y los registros de las transacciones son registrados en la misma base de datos, que es accesible para todos los clientes de esa red Blockchain. A través de la propia validación criptográfica de la red y del consenso de los participantes de la misma, se consigue que el producto quede validado.

- Vulnerabilidad: a pesar de que una red de Blockchain, como cualquier tecnología, puede presentar problemas en el software, hardware o transferencia de datos, o incluso puede verse afectada por el registro malicioso de información (Crosby et al., 2016, citado por Loebbecke et al., 2018), ésta permite el registro de determinada documentación que legitima el origen del producto, evitando así que se pierda esta documentación o que caiga en manos indeseadas por medio de su intercambio ilegal (Bandelj et al., 2017, citado por Loebbecke et al., 2018). Con todo esto se evita el comercio ilegal de determinados productos, como los diamantes, y se logra eficiencia en el tratamiento de esta documentación (Cross, 2011, citado por Loebbecke et al., 2018).
- Subjetividad: sin el Blockchain, los consumidores o participantes del comercio del producto deben confiar en unos y otros, a través de experiencias previas o reputación de los comerciantes (Passas y Jones, 2006, citado por Loebbecke et al., 2018). Gracias al Blockchain, el comercio se vuelve más formal, ya que los participantes no tendrán que basar su confianza en simples documentos y en su validación por sus portadores o terceras partes (Graham, 2017), sino que dichos documentos estarán

validados por toda una red de participantes (Walport, 2016, citado por Loebbecke et al., 2018).

(2) Cadenas Agroalimentarias

Como el objeto de análisis de este trabajo es la cadena de suministro del atún, es decir, la cadena de suministro de la pesca, debemos conocer en primer lugar cuáles son las características especiales de una cadena de suministro del área de la alimentación, ya que son directamente comparables.

Según Romsdal (2014, citado por Mathisen, 2018), la cadena de suministros alimentaria se caracteriza por: la incertidumbre de la demanda, la gestión de inventario, el plazo de entrega del producto, plazos en los que varía la demanda e índices de existencias. La incertidumbre en la demanda dependerá de si el alimento es más funcional o si es innovador; en el primer caso, la incertidumbre será menor (Fisher, 1997, citado por Mathisen, 2018); y también dependerá de si el alimento perece más o menos rápido, ya que en el primer caso la incertidumbre en la demanda será menor que en el segundo caso (Van Donselaar et al., 2006, citado por Mathisen, 2018). En cuanto a la gestión de inventario, los alimentos de consumo diario y aquellos que necesitan estar conservados de forma específica, como los refrigerados, cuentan con una gestión más dinámica y periódica. El plazo de entrega puede ser de unos días, o puede prolongarse hasta unos meses.

La producción de alimentos se define por ser intensiva en el factor capital; el plazo de producción varía según si el alimento necesita ser procesado o, por el contrario, se ofrece al público prácticamente como se extrajo de la naturaleza. En cuanto a la incertidumbre existente en la producción, podemos afirmar que depende mucho de la

estacionalidad del alimento (Romsdal, 2014, citado por Mathisen, 2018).

Los productos de estas cadenas se caracterizan por ser perecederos (ya que tienen una vida limitada y, por ende, se deterioran con el tiempo a la vez que pierden valor y calidad), de complejidad variada, que no todos los productos alimentarios pasan por todos los eslabones de la cadena (unos serán producidos y directamente enviados al consumidor, mientras que otros tendrán que ser procesados). Se suelen producir y vender a gran escala.

A la hora de rastrear los productos alimenticios desde su posesión por los consumidores hasta el origen de producción podemos hacer uso de diversos sistemas de rastreo, que se han venido utilizando hasta nuestros días. El problema es que éstos no nos aportan la suficiente información que necesitamos, además de que ésta proviene de diferentes fuentes. También ocurre que dicha información suele ser compartida entre los individuos de grupos que tienen un contacto directo, es decir, que ningún grupo podrá tener información sobre la cadena de suministro al completo (Dennet, 2018).

Como ya hemos podido ver en otras cadenas de suministro, con Blockchain se podrá conocer toda la cadena de suministro de un alimento, aunque en ella participen diferentes sectores alimenticios (Institute of Food Technology, citado por Dennet, 2018). Ya que, al utilizar una misma base de datos, estos distintos sectores podrán introducir información sobre el producto en la red, a la vez que la descargan (Yli-Huumo, 2016, citado por Dennet, 2018).

En 2017, un proyecto piloto de una red Blockchain pública aplicada al sector alimenticio fue impulsada por IBM, denominada Hyperledger Fabric. Varias compañías del sector como Walmart, Unilever o Nestlé

usaron esta red Blockchain, introduciendo información sobre sus productos relativa al origen de procedencia, fábrica en la que fueron procesados, fechas de caducidad o detalles del envío (Hackius y Petersen, 2017; IBM, 2017, citado por Denet, 2018). En el caso de Walmart, la red Blockchain se utilizó durante cuatro meses (Ramamuthy, 2016, citado por Sadouskaya, 2017) para rastrear el movimiento de productos tanto nacionales como internacionales; en el caso de movimientos nacionales, se siguió el “itinerario” seguido por productos en China derivados del cerdo desde las granjas de donde provenían hasta las tiendas; para los movimientos internacionales, diversos productos latinoamericanos fueron rastreados en su camino hasta las tiendas en Estados Unidos (Popper y Lohr, 2017, citado por Hackius y Petersen, 2017).

En ese mismo año también se desarrolló un proyecto piloto que buscaba la mejora de la cadena de suministro de la avena a través del rastreo y conocimiento de su origen. En este proyecto participaron la exportadora más grande de granos de avena de Australia, CBH Group, a través de su filial Blue Lake y la plataforma de gestión de productos básicos AgriDigital. A diferencia del proyecto piloto anterior, los impulsores decidieron utilizar una red Blockchain privada, denominada Quorum. Datos sobre el origen, tratamiento y movimiento de los lotes de granos de avena eran subidos a dicha red a través de una serie de puntos físicos distribuidos a lo largo de los eslabones de la cadena de suministro. A través de este proyecto se consiguió controlar que los granos mantuvieran los niveles orgánicos exigidos por los consumidores a través de toda la cadena de suministro (Hirbli, 2018).

Expertos en tecnología aplicada a la alimentación y directores ejecutivos de grandes compañías tecnológicas relacionadas abogan por la tecnología Blockchain a la hora de combatir el fraude y de mejorar la seguridad en la alimentación, obteniendo los mayores

beneficios en el aumento de la seguridad (Asociación de Fabricantes de Productos americanos (GMA), 2011, citado por Dennet, 2018). Por ejemplo, permitirá conocer más sobre las cualidades o rastrear el origen de aquel producto que ha causado una infección alimentaria. Gracias a una red centralizada como Blockchain, toda la información necesaria sobre el mismo podrá ser conocida en cuestión de un par de segundos; mientras que, si se realiza este análisis manualmente, puede llevar días.

Esta tecnología, al aplicarla en la cadena de suministro de un producto agroalimentario, también puede servir para reducir residuos alimenticios. Como recogió Shaffer, (2017, citado por Hackius y Petersen, 2017) empresas ya familiarizadas con el Blockchain como Walmart abogan por el uso de esta tecnología si los datos disponibles en dicha red sobre la vida útil del producto son utilizados como un parámetro en la optimización de las cadenas de suministro.

Cabe destacar que, la tecnología Blockchain, debe aplicarse como técnica de control suplementaria. De esta forma, el poder de mejora con el que cuenta Blockchain se vería multiplicado. En las cadenas de suministro alimenticias es común emparejar el Blockchain con sistemas de sensor. De este modo, el producto está conectado al sensor y éste recoge continuamente información sobre la temperatura a la que se encuentra, el pH del producto o la contaminación a la que está expuesta; la recogida de información puede ser programada para que se realice cada cierto periodo corto de tiempo y luego sea subida a la red Blockchain. Así cualquier participante de la cadena de suministro puede acceder a dichos datos y comprobar que el alimento ha estado sometido a las condiciones idóneas para su conservación; en el caso de que se descubra que las mismas fueron incumplidas, sería muy fácil determinar qué individuo sería el culpable (Mathisen, 2018).

iii) Blockchain en la pesca

(1) Cadena de suministro en la pesca

Con el objetivo de lograr entender cómo se va a implementar la tecnología Blockchain en la pesca del atún, primero se debe conocer cómo es la cadena de suministro en la pesca general.

La *supply chain* o cadena de suministro de la pesca se puede dividir en tres partes principales: suministro de la materia prima a las fábricas, transformación de la materia prima en productos finales o semiacabados, y distribución del producto a los consumidores (a través de las cadenas de frío) (Lem et al., 2012, citado por Torres, 2016).

La primera fase de la cadena de suministro, la pesca, consiste en la captura y congelación del producto pescado (esta captura y congelación será en altamar, si estuviésemos en este tipo de pesca). El siguiente eslabón de la cadena es el transporte del pescado desde los barcos pesqueros hasta la industria transformadora, utilizando las cadenas de frío. Continuamos con el procesamiento del producto, el tercer eslabón de la cadena de suministro de la pesca, en productos finales o semielaborados. Y, por último, esta cadena se cierra con la distribución del producto final a los distintos canales de comercialización, utilizando nuevamente las cadenas de frío.

Si analizamos la cadena de suministro específica del atún podemos apreciar que ésta guarda relación con la cadena de suministro de la pesca en general, pero con algunas peculiaridades: el eslabón del procesamiento se puede dividir en (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, citado por Torres, 2016):

- Descongelamiento
- Eviscerado
- Cocinamiento

- Cuartos fríos
- Limpieza

Como cualquier otra cadena de suministro, se busca maximizar los ingresos netos obtenidos a través de la estandarización de sus procesos. Mediante la adición de valor o la creación del mismo, estos procesos logran añadir un valor añadido al producto, diferenciándolo de otros posibles productos similares (Ballou, 2004, citado por Torres, 2016).

Esta creación de valor se puede dar en cualquier eslabón de la cadena, y se puede conseguir a través de la investigación y desarrollo de productos nuevos, o mediante la innovación en los procesos de producción (Del Moral-Simanek et al., 2010, citado por Torres, 2016). Es por ello por lo que la aplicación del Blockchain puede ayudar a mejorar la cadena de suministro de la pesca de forma notoria.

(2) Problemas en la cadena de suministro de la pesca del atún

La pesca ha sido siempre una de las principales fuentes de alimento y trabajo para el ser humano. Pero como resultado de la evolución, los individuos han aprendido a utilizar herramientas y tecnologías que han logrado mejorar las técnicas pesqueras (Arana, 2000, citado por Torres, 2016). Los países que más han experimentado este cambio son aquellos con mar territorial.

En aquellos países poseedores de mar territorial, la pesca ha podido experimentar un avance tanto tecnológico como organizacional. Esto se ha logrado gracias a la inversión en embarcaciones pesqueras y en infraestructuras orientadas a la producción de los recursos marinos (López, 2002, citado por Torres, 2016).

El atún representa en nuestros tiempos una fuente de ingresos para muchos Estados alrededor del mundo. En 2014, las cantidades mundiales pescadas de siete de las especies de atún más importantes alcanzaron la cantidad de cinco millones de toneladas, con un valor de 10 billones de dólares y 40 billones cuando el producto es procesado. Mientras que la pesca de la mayoría de estas especies beneficia a los sectores artesanales e industriales de aquellos países con aguas tropicales y templadas, una vez que la pesca es procesada (enlatada o tratada) se trata de un alimento que aporta una gran cantidad de proteínas a bajo coste; las piezas de atún de alta calidad, utilizadas normalmente en sashimi o filetes, se encuentran bien posicionadas en los grandes mercados de pescado de Europa, Estados Unidos, Japón y China (Kailash, 2017).

Pesca Indiscriminada

Sin embargo, Sommer (2005, citado por Torres, 2016) establece que esta actividad pesquera se enfrenta en la actualidad a una pesca indiscriminada que ha llevado a la observancia de una clara sobreexplotación de determinadas especies, en donde destacamos el atún. Como consecuencia de esta sobreexplotación, la sostenibilidad de los recursos marinos ha quedado afectada; el ecosistema ha quedado modificado y se han producido derramamientos de petróleo en el mar (López, 2002, citado por Torres, 2016). Todo esto se debe a la inexistencia de un marco legal claro y organismos que se encarguen del control eficiente de la pesca (Valdez-Gardea, 2010, citado por Torres, 2016).

Por tanto, y como ya dijo Carrara (1952, citado por Torres, 2016) los recursos marítimos son renovables, pero no son infinitos. Y por ello se deben explotar de forma responsable y eficiente, con el objetivo de

lograr mantenerlos en el largo plazo y así lograr que sigan manteniendo su valioso aporte en el bienestar social y económico de la población.

Trabajo forzoso

Sin embargo, la pesca ilegal o indiscriminada no es el único problema con el que el sector pesquero se debe enfrentar. También debemos tener en cuenta la trata de personas y el trabajo forzoso.

La globalización ha propiciado la aparición de cadenas de suministro extensas, que dificultan la posibilidad de identificar la existencia de trabajo forzoso. Según datos recopilados por la Organización Internacional del Trabajo, de los 20.9 millones de víctimas del tráfico ilegal de trabajadores estimadas en 2012, 14.2 millones provenían de las áreas de la agricultura, construcción, minería o trabajo doméstico (Organización Internacional del Trabajo, 2012, citado por Graham, 2017). Del total global, un 56% de los casos se dan en el sudeste asiático y la zona del Pacífico (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2010, citado por Graham, 2017), zona pesquera por excelencia.

Fraude

En cuanto al fraude en la pesca, el atún es de las especies peor etiquetadas en cuanto al tipo de pescado del que se trata (59% de las muestras de supuesto atún tomadas de dichos establecimientos estaban mal clasificadas). Este fraude a la hora de clasificación/denominación es más común en restaurantes de sushi (71% de los restaurantes estudiados vendían atún sin realmente serlo), seguido de otro tipo de restaurantes; mientras que el atún vendido en todos los supermercados estudiados estaba perfectamente etiquetado y clasificado, es decir, verdaderamente era atún (Warner et al., 2013).

La especie de atún denominada atún blanco, atún albacora o bonito es la especie con mayor error en su designación, de aproximadamente un 94% de error. Realmente, la mayoría del pescado vendido bajo esta denominación, el 84%, es lo que vulgarmente se conoce como pez mantequilla. El término “atún blanco” es aceptado en el mercado para hacer referencia al atún enlatado (Warner et al., 2013) mientras que el de “atún albacora” o “bonito” se utiliza en caso de venderse congelado o fresco, pero nunca enlatado.

Vender esta especie como atún no sólo es ilegal, pero también puede producir graves problemas de salud. Ya que el pez mantequilla contiene una recurrente toxina, la gempilotoxina, que puede producir problemas gastrointestinales a quien lo consume. Por ello, la venta de este pescado ha sido prohibida tanto en Italia como Japón.

Con las otras especies de atún, que no eran atún blanco, también existía fraude en su denominación; normalmente la especie de atún era vendida como otra especie diferente de atún, porque se permite que cualquier especie de atún sea vendida al público sin especificar qué especie de atún es, únicamente denominándolo “atún”. Esto supone un gran problema ya que, según la especie de atún, los niveles de mercurio a los que ha sido expuesto varían (los atunes capturados en el Mediterráneo o el Atlántico norte son los que mayores niveles de mercurio poseen (Sunderland, 2007, citado por Warner et al., 2013)) además de que muchas de estas especies están en peligro de extinción y están siendo vendidas bajo el nombre de otras especies que no corren tal riesgo.

Como consecuencia de todos los problemas a los que la pesca del atún se está enfrentando actualmente e impulsados por la Conferencia del Océano de junio de 2017 de las Naciones Unidas, diversos líderes de

gobiernos (como el de las Islas Salomón) y varias de las empresas más grandes del mundo de venta minorista, pesca y procesado de atún (entre las que encontramos Eroski, Mercadona, Organización de Productores de Grandes Atuneros Congeladores OPAGAC o World Wildlife Fund Estados Unidos) se han unido para dialogar sobre el asunto. Como resultado, se firmó la Declaración de Trazabilidad del Atún 2020 (Kailash, 2017).

(3) Beneficios de la aplicación del Blockchain

El sistema de registro de información en la red Blockchain no sólo va a beneficiar a personas individuales, sino también a la sociedad en general. Mientras que los trabajadores se verán incentivados a llevar a cabo una conducta apropiada para el negocio, y así convertirlo en un negocio de confianza, se conseguirá un método único y seguro con el que lograr cumplir con las normativas (Graham, 2017).

En referencia a la ciberseguridad, Korpela et al., (2017), establecen que los sistemas de información de los bancos son los más seguros; mediante el uso de mensajes encriptados entre los bancos o la plataforma SWIFT, éstos realizan sus operaciones. Sin embargo, aún contando con uno de los sistemas más seguros, los criminales han podido acceder a dicha información. Según los promotores del Blockchain, este error en su seguridad se debe a que las identidades de los participantes de las transacciones, y terceras partes, son conocidos. La seguridad y el anonimato que proporciona el Blockchain a la hora de registrarse asegura a los individuos que su información personal no será compartida públicamente; y gracias a la encriptación de la red, les permite poder ejercitar la libertad de expresión y opinión (Kaye, 2015, citado por Graham, 2017). Además, dado que la información de la base de datos es pública, con las identidades de las partes anónimas, no tiene ningún sentido que un individuo intente

entrar en la base de datos para robar los mismos o introducir datos nuevos maliciosamente (Korpela et al., 2017), ya que este cambio realizado debe ser validado por el resto de los participantes y sería declarado nulo.

Como dice Korpela et al., (2017), las transacciones que se realizan entre los diferentes eslabones de una cadena de suministro implican el intercambio de gran cantidad de documentos, haciendo que las mismas se vuelvan lentas e ineficientes. Por tanto, gran parte de este trabajo se hace manualmente en el caso de no contar con la tecnología Blockchain. En cambio, con Blockchain, el individuo que inserta información en la base de datos envía al resto de participantes de la red la llave para poder acceder a dicha información y así poder descryptarla. De esta forma, se evita que los documentos en papel vayan circulando sin control con el riesgo de extravío, ya que la información que contienen se encuentra encriptada en la base de datos del Blockchain.

Como innovación que el Blockchain es, cuenta con cinco atributos propios de las innovaciones (Rogers, 1962, citado por Mathisen, 2018): compatibilidad, ventaja relativa, complejidad, que sea observable y que la misma se pueda analizar y probar. Junto con los objetivos que toda cadena de suministro busca, estos atributos deben servir para analizar los beneficios que el Blockchain puede aportar a la cadena. Dichos objetivos de la cadena de suministro son:

- Calidad: gracias al Blockchain, se consigue que toda la información que ha sido recogida en la red sea inmutable. Esto se consigue gracias a que, como ya se ha explicado en el apartado correspondiente, la información de los bloques está protegida por algoritmos, haciendo que la misma sea prácticamente imposible de modificar. Mediante la trazabilidad mejorada, se podrá conocer el origen de todos los productos

(Galvin, 2017, citado por Mathisen, 2018) y será bastante más fácil poder conocer el paso del producto a través de la cadena de suministro. El flujo de información es mucho más fácil, a la vez que se reducen todos los costes relacionados con la burocracia y entrega de documentos. Se podrá controlar el fraude, y las prácticas llevadas a cabo por los proveedores.

En definitiva, Blockchain se trata de una tecnología de bajo coste y muy detallada que permite el registro de toda la información de un producto y su identificación. Adicionalmente, podemos afirmar que se trata de un sistema completo, ya que a través de un único sistema no sólo se va a poder seguir a un producto, sino que también permite la firma de documentos electrónicamente y la gestión financiera de todas las transacciones realizadas. De esta forma, la accesibilidad y la calidad de la información aumentarán notablemente, beneficiándose muchos procesos relacionados con la misma cadena: la identificación del defecto del producto de forma rápida permitirá su posible solución, también de forma rápida, evitando que el mismo llegue al consumidor, dañando así la reputación y la marca de la empresa (Porter y Kramer, 2006, citado por Mathisen, 2018).

- Costes: uno de los beneficios principales de esta tecnología es que permite establecer un sistema de rastreo muy detallado sin la necesidad de incurrir en costes continuados. Los costes se verán reducidos en los siguientes aspectos: el control que se debe hacer del sistema Blockchain es responsabilidad de toda la cadena de suministro, y no sólo de un eslabón en concreto, de esta forma el coste es repartido. Debido a que se reduce la burocracia en las transacciones, se reducen también los costes que vienen de la mano de ésta; y dado que el control de la información es más sencillo, los costes de cumplimiento también decrecerán (Deloitte, 2017, citado por Mathisen, 2018).

Finalmente, el mayor impacto en los costes en una cadena de suministro alimentaria se verá en aquellos casos en los que se deba retirar un producto por posibilidad de provocar intoxicación alimenticia, ya que la retirada de una línea de productos puede representar grandes costes económicos para la compañía (además de que tendría efectos negativos para la marca) que, gracias a Blockchain, se verían reducidos por la capacidad de esta tecnología para conocer exactamente en qué momento de la cadena se produjo el error (Mathisen, 2018).

- Sostenibilidad: como consecuencia del incremento de la calidad en la cadena de suministro, la sostenibilidad resultante de la aplicación de esta tecnología es positiva; ya que gracias a que todos los detalles de la producción del alimento son registrados minuciosamente, se puede comprobar que durante toda la cadena se han respetado los estándares éticos exigidos. Actualmente los consumidores sólo pueden saber si el alimento cumple con los estándares a través de documentos certificativos o si el alimento se diferencia del resto porque ha sido clasificado de forma separada, por ejemplo, como “orgánico”. Con Blockchain, y usando mecanismos suplementarios como los códigos QR, los consumidores podrán asegurar que ese producto está cumpliendo con los estándares exigidos por el mismo (como el cultivo en un lugar determinado o la forma en la que ha sido procesado). De esta forma, las empresas sentirán mayor presión a la hora de cumplir con las expectativas y estándares exigidos por el público, sin dar lugar a fraude alguno (Porter y Kramer, 2006, citado por Mathisen, 2018).
- Velocidad y fiabilidad: como el flujo de información a través de la cadena de suministro se mejora, ahora los participantes de la cadena recibirán la información que necesitan de una forma mucho más rápida. Consecuentemente, podrán tomar todas las

decisiones de forma más ágil y se evitará la toma de decisiones basada en información incompleta.

(4) Obstáculos

Falta de cooperación

Los obstáculos con los que se enfrentará la implementación del Blockchain en la cadena de suministro del atún principalmente se basan en la aceptación y cooperación de todos los grupos de interés afectados por la cadena de suministro ya que, si no existe dicha aceptación, la red Blockchain no podrá ser la última autoridad. Es decir, los afectados deben confiar en la tecnología Blockchain como última fuente de autoridad a la hora de manejar la información y utilizar todos el mismo protocolo a la hora de subir información (Mathisen, 2018); pero la sociedad actual presenta un grave problema en cuanto a confiar en sistemas de manejo de datos globales se refiere, como se pudo ver con el caso de la empresa Equifax en 2017 (en donde miles de personas resultaron afectadas después de que sus datos fueran expuestos públicamente) (The Economist, 2017).

En relación con el punto anterior, el hecho de que sean varias partes en las transacciones las que tengan que ponerse de acuerdo y aunar fuerzas también puede suponer un importante obstáculo para la implementación del Blockchain ya que, si las mismas no logran ponerse de acuerdo, no existirá la aceptación requerida para que la tecnología pueda funcionar correctamente (Hackius y Petersen, 2017).

Por tanto, en cuanto al atributo de “compatibilidad” que debe tener toda innovación, Blockchain depende de que todas las partes de la cadena decidan utilizar esta tecnología; porque de lo contrario, esta tecnología no resultará compatible para las empresas y los consumidores sólo

podrán acceder a información sobre determinados eslabones de la cadena (Mathisen, 2018).

Nivel de complejidad

Dado que se trata de una tecnología compleja, el limitado número de expertos desarrolladores de la misma dificulta su aplicación y también el conocimiento por parte de la sociedad. La falta de conocimiento puede llevar a que las empresas y organizaciones que la están aplicando, influenciadas por el revuelo que la misma ha causado a nivel mundial, quieran utilizarla demasiado pronto sin realmente saber cómo, limitando realmente el gran potencial del Blockchain.

Debemos mencionar en este apartado la dificultad que existe en aquellos países en desarrollo a la hora de obtener material informático para poder participar de la red. En ese caso, afectaría a los primeros eslabones de la cadena (ya que normalmente la obtención de las materias primas se lleva a cabo en dichos países, mientras que el proceso de transformación se realiza en países más industrializados), desvalorizando la procedencia del alimento porque no se podría registrar ningún dato sobre la misma en la red Blockchain (Mathisen, 2018).

Monopolización de los sistemas

Los sistemas monopolizados pueden obstaculizar la aplicación de esta tecnología, porque su falta de reestructuración puede suponer que el Blockchain sea la única herramienta para solucionar el problema, en vez de ser una medida suplementaria.

Costes ocasionados por pruebas

En cuanto a la posibilidad de probar y analizar la tecnología, como atributo de una innovación, es posible gracias a las redes Blockchain públicas que permiten operar a cualquiera (como Bitcoin). El problema

reside en que estas pruebas a gran escala pueden suponer un enorme consumo de tiempo y crear costes para la empresa (Mathisen, 2018).

Regulación

También es necesario un consenso en cuanto a las normas reguladoras del Blockchain y las industrias en las que se va a aplicar el mismo (Graham, 2017). El estudio realizado por Hackius y Petersen (2017) demostró que el cincuenta y seis por ciento de los participantes de la encuesta (proveedores, consultores, científicos, minoristas y productores) consideraban la incertidumbre en la regulación una clara barrera a la hora de adoptar esta tecnología en la cadena de suministro.

Falta de madurez

Dado que Blockchain es una tecnología aún muy novedosa, ésta presenta una serie de obstáculos a la hora de implementarlo y trabajar con la misma: en cuanto al número de transacciones por segundo, la tecnología Blockchain aún está a años luz de otras tecnologías como la de VISA (que puede manejar hasta cuarenta y siete mil transacciones por segundo, mientras que Blockchain sólo puede soportar hasta siete transacciones por segundo); luego, se debe tener en cuenta que Blockchain crece cada día (a la velocidad de un nuevo bloque cada diez minutos) y esto tendrá implicaciones a la hora de sincronizar la información (Tian, 2016).

iv) Industria de la pesca en España

En el mercado mundial el atún es destinado principalmente a dos productos: conservas de atún y sashimi o sushi. Estos productos se diferencian en que para producir uno u otro se utilizan especies diferentes de atún. Para las conservas, el atún utilizado es el de carne magra (atún de aleta amarilla o rabil y atún listado); para la realización de sushi o sashimi se utilizan atunes de carne grasa, como el atún de aleta azul, o de carne roja, como el atún

patudo (Fernández-Polanco, 2017). Mientras que la mayoría del comercio de atún de aleta azul se concentra en Japón, debemos destacar que en España existe un gran consumo del mismo en su versión de filetes y trozos frescos o congelados.

El mercado de conservas de atún mundial es liderado principalmente por Tailandia, ya que es el mayor exportador; pero también destacan España, Ecuador o Filipinas. La materia prima para producir las conservas puede venir tanto de capturas locales como de productos importados, dependiendo del país (Fernández-Polanco, 2017). Aunque los principales mercados de este tipo de productos han sido habitualmente la Unión Europea, Estados Unidos, Egipto, Australia y Japón, están apareciendo mercados emergentes como América Latina (Fernández-Polanco, 2017).

Industria española

España, con sus aproximadamente ocho mil kilómetros de costa, representa la industria pesquera más grande de Europa, propiciado por sus condiciones climáticas y medio ambientales y tradiciones marítimas ancestrales. Esto se ve favorecido por su localización, al suroeste de Europa, que le permite acceder tanto al Mar Mediterráneo como al Océano Atlántico. Cabe destacar que, gracias al tamaño de esta industria, España puede producir hasta un millón de toneladas de productos pesqueros al año (de los cuales el 76% viene de la pesca marina), con un valor aproximado de dos billones de euros (de los cuales, el atún es la especie que más valor aporta) (Eurofish, sin fecha).

La flota pesquera española es la tercera más grande de Europa, con diez mil ochocientos cuarenta y siete buques registrados en 2010 (Fernández-Polanco et al., 2012). La mitad de estas embarcaciones se encuentran registradas en Galicia, seguido de Andalucía e Islas Canarias y Cataluña (Eurofish, sin fecha). La mayoría de los buques pescan en aguas nacionales o comunitarias, pero aproximadamente 450 buques operan en aguas no

comunitarias, como el océano Índico (es el caso de los buques atuneros) (Fernández-Polanco et al., 2012).

Únicamente los buques atuneros españoles, con su pesca de cerco, capturan 300.000 toneladas de atún al año en los tres océanos. Sus capturas representan el 6% de las capturas mundiales y consisten mayoritariamente en atún listado, aunque también se pesca la especie de aleta amarilla y, en menor proporción, el patudo (Cepesca, 2017).

Gracias al gran tamaño de esta industria, España satisface las necesidades pesqueras tanto nacionales como internacionales (siendo España el octavo país del mundo con más exportaciones) (Globefish, sin fecha); y de todas estas exportaciones, los productos del atún representan un 83%. Nuestras exportaciones tienen como destino principal la Unión Europea, siendo Italia nuestro mayor cliente, aunque en mercados fuera de la Unión los productos procesados españoles están posicionados en mercados exclusivos de gama alta (Globefish, sin fecha). Sin embargo, nuestro país también es un gran importador, sobre todo de moluscos y crustáceos.

Debemos destacar que la industria española también importa gran cantidad de atún, sobre todo desde Ecuador, tanto procesado (para ser utilizado como materia prima en la industria local, siendo este el 63% de todas las importaciones de pescado enlatado) (Globefish, sin fecha) como fresco; siendo el atún fresco el producto que domina las importaciones. A las importaciones debemos añadir todo aquel producto atunero que ha sido capturado por un buque español, donde el atún de aleta amarilla representa el 57% de las capturas de estos (Fernández-Polanco et al., 2012).

Transformación de pescado

Como resultado de ser la industria pesquera más grande en Europa, España también posee la industria transformadora de pescado más grande en nuestro continente, cuyo valor asciende hasta los 1500 millones de euros

(Globefish, sin fecha). Antiguamente, dicha industria se caracterizaba por haberse centrado en el pescado enlatado, salazones de pescado y el marisco; sin embargo, desde los años cincuenta este sector ha sufrido una gran diversificación. En 2016, España contaba con seiscientas plantas de procesado de pescado que obtenían unos beneficios que rondaban los 5 millones de euros.

Las plantas procesadoras son mayoritariamente de tamaño medio, sobre todo en el sector de enlatado. En cambio, las plantas de procesado del pescado congelado y fresco cuentan con mayor variedad en cuanto a su tamaño.

Los productos atuneros congelados han experimentado un gran crecimiento desde su aparición en nuestro país. En el año 2008, representaban una cantidad de 5.347 toneladas, siendo este sector liderado por la merluza; mientras que en 2010 el atún ya había doblado su producción, situándose en 11.350 toneladas, superando a la merluza y a la sardina (Fernández-Polanco et al., 2012).

El sector de enlatado de pescado es el sector, dentro de la industria transformadora, que mayor producción tiene (de la cual, el atún es el pescado con mayor volumen, con 254.035 toneladas de producción). Cabe destacar que, tras la crisis económica, este fue el único sector dentro de la industria que pudo mantener la calidad de sus productos y sus precios, tanto en el mercado nacional como en el internacional (Eurofish, sin fecha).

Como ya hemos mencionado anteriormente, los túnidos son la especie de pescado más importante en la producción de los transformados, representando casi un 48% de su cantidad total en el año 2010 en España (Fernández-Polanco et al., 2012). Cabe destacar que la producción española de atún en lata representa un 70% de todo el atún enlatado que se comercializa en la Unión Europea (Globefish, sin fecha). Es un sector que se

abastece de la pesca de captura (Fernández-Polanco, 2017) y el producto transformado de atún consiste en los preparados y conservados, en donde la especie más exportada es la de aleta amarilla (cuya calidad es mayor comparada con otras especies como atún listado).

v) Casos reales

(1) Provenance (Indonesia)

Provenance se trata de una empresa, con base en Londres, de carácter social cuyo objetivo principal es aportar información accesible y abierta sobre las cadenas de suministro y sus productos, y así ayudar a que el comercio en general prospere respecto a esa cuestión. Para lograr su misión, la compañía se basa en sus conocimientos sobre el Blockchain, la fabricación de productos y el diseño de software.

El proyecto piloto de Provenance, desarrollado en Indonesia y con una duración de seis meses (Hirbli, 2018), utiliza el Blockchain para rastrear y registrar todas aquellas demandas del consumidor acerca del atún a medida que éste pasa de unas manos a otras a través de la cadena de suministro. El objetivo que se pretende conseguir es la creación de un sistema que permita lo anterior sin necesidad de una autoridad central que controle todos los datos de la cadena de suministro (Graham, 2017).

Este proyecto fue todo un éxito, ya que se logró conseguir la trazabilidad de toda la cadena de suministro, pudiendo comprobar que los atunes estaban siendo capturados de forma responsable y dicha cadena estaba satisfaciendo lo que la sociedad venía reclamando, como es la sostenibilidad. Se consiguió demostrar que la información recopilada podía ser interoperable, es decir, que información en un

principio no relacionada o de origen distinto puede operar de forma conjunta (Provenance, 2016).

Éste comienza con la creación, a través de una serie de entrevistas, de una red formada por ocho organizaciones pesqueras y sus directores y gerentes que trabajan en la zona de pesca de Indonesia. Posteriormente, se realizó una recogida de datos sobre los diferentes grupos de interés afectados por la cadena de suministro del atún, y ésta fue comparada con otros datos que ya habían sido recogidos previamente por otras tres organizaciones (Provenance News, 2016, citado por Graham, 2017).

Provenance descubrió que sólo una empresa de las analizadas había contabilizado los datos utilizando mecanismos digitales. Ésta utilizó etiquetas de plástico incorporadas en los lomos de atún para así poder rastrear cada lomo desde su captura hasta la fábrica.

Del análisis de los datos se pudo extraer que eran muy pocas las empresas analizadas que consiguieron una forma suficientemente efectiva de convertir los datos recogidos en datos que pudieran ser operables sin la necesidad del control de terceros. También se descubrió un hecho relevante que es que absolutamente todos los participantes de la cadena de suministro del atún en Indonesia (pescadores, proveedores y trabajadores de fábrica) cuentan con teléfono móvil y, por ende, pueden acceder a la red 3G y a WiFi en un gran número de pueblos y así poder subir cualquier dato a la red Blockchain (Provenance, 2016).

El piloto se dividió en tres fases (Provenance, 2017, citado por Graham, 2017):

- Primera fase: los pescadores debían registrarse en una ONG para poder recibir la tecnología que se usaría para la base de datos de

Blockchain. Debido a que todos estos pescadores contaban con teléfonos móviles, se usaron los SMS como medio para introducir información sobre la captura del pescado, sus tributos (día de la captura, características del pescado, pescador) y certificación. De esta forma, la información insertada en la red Blockchain podía ser visualizada por todos los usuarios de la base de datos, incluidos los consumidores. La validación de dicha información era encomendada a una ONG local que, a través de sistemas de auditoría y supervisión, comprobaba el cumplimiento de normas externas y condiciones sociales y medio ambientales exigidas (Hirbli, 2018).

- Segunda fase: se centró en la interoperabilidad de los datos usados previamente por las empresas ya existentes. Es decir, esta fase estudiaba la capacidad que tenían los datos de varias de las empresas ya existentes para intercambiar cierta información con otros sistemas existentes. Provenance comprendió la importancia de que todos los datos registrados en la base de datos Blockchain estuvieran referidos a una sola fuente que los validara, en vez de que existieran varias fuentes de validación (y la información tuviera que registrarse dos veces). Para ello, era necesario que los productos pescados estuvieran acompañados de identificadores únicos (código QR *-quick response-* o etiqueta RFID *-radio frequency identification-*) para poder validar la información recogida en la red Blockchain.

En esta fase Provenance se enfrentó a la problemática de tener que registrar en el Blockchain información sobre el mismo producto pescado, pero que ahora había sido transformado (por ejemplo, el atún se había procesado en aceite de oliva o una misma pieza de atún había sido usada para crear diferentes latas de atún de conserva); es decir, tener que registrar datos sobre un mismo producto que había tomado caminos separados en su producción/transformación. Esto era posible gracias al Blockchain, que permitía que con una misma red para contabilizar datos se pudiera seguir los distintos tratamientos de una misma unidad de pescado.

- La tercera y última fase consistió en la satisfacción de las necesidades del consumidor respecto a la experiencia a la hora de comprar el producto y de crear una relación de confianza entre el productor y consumidor. Para ello, se añadieron etiquetas inteligentes al producto final; el consumidor usaría su móvil para escanear estas etiquetas y así conocer toda la historia detrás de ese producto desde la pesca del mismo, pasando por su procesado, hasta la distribución del producto final. Dicha información había quedado registrada en la red Blockchain.

(2) World Wildlife Fund (Pacífico)

Este proyecto piloto fue lanzado gracias a la colaboración de la ONG World Wildlife Fund (en sus organizaciones de Australia, Fiji y Nueva Zelanda), la empresa americana de innovación tecnológica “ConsenSys”, la empresa de aplicación tecnológica “TraSeable” y la compañía de pesca y procesamiento de atún “Sea Quest Fiji Ltd” (Visser y Hanich, 2018).

El objetivo perseguido es acabar con la pesca ilegal y no regulada, y erradicar el abuso de los derechos humanos en el sector atunero. Ya que se han descubierto en los barcos atuneros casos de corrupción, tráfico ilegal y esclavitud de los trabajadores.

La primera fase del proyecto comienza cuando el atún es capturado. Desde este primer momento, el atún es identificado en el mismo buque de pesca con una etiqueta RFID (*radio-frequency identification*) reutilizable. Los buques de pesca portarán dispositivos para poder leer estas etiquetas y automáticamente subir información sobre el atún a la red Blockchain. De igual forma, en el siguiente eslabón de la cadena, el procesamiento del atún, el producto seguirá manteniendo esta etiqueta RFID; de esta forma, en la fábrica procesadora podrán subir toda la información concerniente a esa

etapa y descargarse también cualquier información ya subida a la red Blockchain.

La segunda fase consiste en la sustitución de la etiqueta RFID por un código QR. Este código estará adjunto al empaquetamiento del atún, por tanto, éste ha tenido que ser procesado previamente. A partir de este momento, el atún será “acompañado” en todo momento por este código hasta que el producto llegue a las manos del consumidor. Por lo tanto, este código recogerá toda la información del atún desde su procesamiento hasta su distribución entre los consumidores.

La razón de cambiar la etiqueta RFID por el código QR se debe principalmente a razones de precio. La etiqueta RFID tiene un coste más elevado que el código QR; consecuentemente, muchos pequeños participantes de la cadena se verían más limitados en el caso de que el proyecto se expandiera, porque no podrían permitirse el uso de las mismas en sus productos.

(3) Pacifical (Países del Acuerdo Nauru)

Pacifical se trata de una empresa fundada en 2011 destinada al marketing global, formada por la unión de ocho países que tienen como objetivo común el impulso de la zona PNA (Partes del Acuerdo de Nauru). Este último es un tratado firmado por estados que se encuentran en el Pacífico Occidental y Central (Islas Marshall, Islas Salomón, Nauru, Estados Federados de Micronesia, Kiribati, Palau, Papúa Nueva Guinea y Tuvalu) con el fin de preservar y gestionar el atún (Pacifical, 2017). En las aguas de estos países se encuentra el 25% de la población total de atún del planeta.

La empresa también se encarga de comercializar con el atún que ha sido pescado en estas aguas, exactamente con las especies de “atún listado” y “atún claro o albacora”. Este atún se caracteriza por ser

sostenible, ya que está certificado por el Marine Stewardship Council (MSC). Podemos encontrar sus productos hasta en 26 países en todo el mundo.

En agosto de 2018 dicha empresa decidió unirse con Atato, una empresa tailandesa que provee servicios de Blockchain fundada en 2017, para usar la red de Blockchain pública Ethereum (Markets Insider, 2018) y así poder subir a la red toda la información sobre la cadena de suministro del atún de Pacifical y la certificación de MSC. La plataforma registraba información de 220 buques de pesca y de toda la cadena de suministro, por la que pasan aproximadamente 35 millones de atún anualmente.

Los productos de Pacifical serán reconocidos porque portarán en sus latas el logo de Pacifical y MSC (Markets Insider, 2018); además, las latas de atún llevarán un código QR para que el consumidor pueda acceder, a través de él, a la red Blockchain y conocer todos los datos sobre este producto (Monteverde, 2018).

Con esta cooperación se busca mantener la sostenibilidad del atún en esa zona, gracias a la transparencia y posibilidad de rastreo que ofrece la tecnología Blockchain.

Análisis de los resultados

En este apartado se analizarán los resultados obtenidos en la entrevista en profundidad.

La persona elegida para la entrevista es Julio Morón Ayala, Doctor en Ciencias Biológicas. Actualmente ocupa el puesto de Director Gerente de OPAGAC (Organización de Productores Asociados de Grandes Atuneros Congeladores) desde hace aproximadamente 12 años. Anteriormente había trabajado de asesor científico otros 10 años, por lo tanto, en total lleva 23 años en este sector.

OPAGAC tiene 47 buques cerqueros faenando en los principales océanos pesqueros del mundo: Índico, Atlántico y Pacífico. Está constituido por 9 grupos de compañías armadoras de capital español con buques en distintos países, desde Seychelles hasta Ecuador, entre otros. Su captura se encuentra entre las 400.000 toneladas de atún tropical (atún listado, rabil y patudo), que representa aproximadamente el 8% de la captura mundial de atún de cerco. Su flota emplea alrededor de 2000 marineros a bordo de los barcos.

Lo primero que se preguntó fue sobre su conocimiento sobre la tecnología Blockchain, para ver cuán familiarizado estaba con este tema. El entrevistado afirma que no tiene conocimientos en detalle sobre esta tecnología, aunque ha oído hablar de ella. En relación con los beneficios posibles que puede aportar esta tecnología, el Sr. Morón detalla que sí conoce que es un buen sistema de trazabilidad pero que los armadores no conocen mucho sobre ellos y es un tema que preocupa mucho más al eslabón de la cadena correspondiente a la fabricación y conservación del atún.

En cuanto a los problemas a los que se enfrenta el sector del atún, detalla que el principal de ellos es la importación en la Unión Europea. La UE se trata de un mercado muy atractivo para el pescado debido a los altos precios que se pagan por el mismo, pero para las conservas del atún es donde existe más interés. Aunque los controles comunitarios en índole sanitario y de pesca ilegal son

estrictos, aún existen muchos problemas debido a la falta de control por parte de determinados Estados miembros (como por ejemplo Alemania).

El Sr. Morón además explica que, en Europa, la pieza de atún entera congelada no está sometida a ningún impuesto, independientemente del país del que se esté importando. Sin embargo, también se cuenta con la producción de lomos de atún precocinados que están libres de aranceles para todo el grupo de los países ACP (Estados de África, del Caribe y del Pacífico) y los SPG (71 países en los que podemos encontrar a Filipinas) y es aquí donde podemos encontrar los problemas reales. Fuera del ámbito de libertad de aranceles están Vietnam, Tailandia y China. Estos países importan gran cantidad de pescado a la Unión Europea bajo la denominación de “pescado artesanal”, del que no podemos conocer el origen.

Los casos reales mencionados anteriormente en este trabajo no eran conocidos del todo por el entrevistado, el único más sonado era el realizado por WWF en el Pacífico. Pero tampoco había realizado un estudio sobre él para informarse.

Al preguntar sobre su opinión en relación con la posible aplicación del Blockchain en el sector atunero español expresaba que el nombre “atractivo” que tiene el Blockchain puede ayudar a que los participantes de la cadena de suministro del atún quieran aplicarlo en sus eslabones, pero que actualmente ya existen métodos muy similares que funcionan y que bien hechos pueden ser igual de robustos que el sistema de Blockchain. Y que, por tanto, el Sr. Morón no puede imaginar qué beneficios podría traer Blockchain a nuestro sector que no puedan traer los sistemas de trazabilidad existentes.

El sistema alternativo al Blockchain, que ya se está usando en nuestro sector atunero, es un mecanismo que integra la declaración de capturas del barco, la descarga del barco como tal y la nota de venta que hace ese mismo barco. Para verificar esta información, los controladores se basan en lo que paga el

conservero al armador (porque según la cantidad y la especie de atún, el conservero te pagará una cantidad u otra).

Es la Secretaría de pesca la que hace el control según estas notas de venta, observando que el conservero está pagando una cantidad ajustada al precio correspondiente a cada tipo de especie y asegurando así que se está vendiendo al conservero la especie adecuada, y no se le está tratando de timar o vender otro tipo de especie. Entre las tres especies de atún comercializadas en España, sólo puede existir un margen de error del 10% entre el precio ofrecido por el armador y el establecido por el mercado para esa especie.

Posteriormente, la conservera introduce un código de barras en sus productos para poder saber qué especie es y qué peso tiene, y así saber qué tipo de cocción debe darse a la pieza y el tiempo que necesita para su elaboración.

El riesgo de pérdida de estos documentos existe, y podría ser solucionado con una tecnología como Blockchain. En cambio, el Sr. Morón asegura que en un país como España es muy fácil que el emisor de ese documento pueda reproducir otro igual en caso de extravío del mismo, no siendo necesaria la base de datos informática de Blockchain.

El cumplimiento de este sistema alternativo permite que el buque reciba la certificación Atún de Pesca Responsable (APR), garantizando que el atún pescado respeta los mejores estándares sanitarios europeos, control de su pesca, que está siendo vigilado por mecanismos físicos o electrónicos, que el barco cumpla con la liberación de especies como tortugas o tiburones, que éste esté cubierto por un buen sistema de seguros y que cumpla con la clasificación para poder navegar y pescar.

Pero esto sólo es posible en una industria pesquera como la europea. Porque en otras industrias, como la sudamericana, existe una mayor corrupción en cuanto a los datos que se ponen en estas declaraciones de capturas o notas de

venta. Provocando que este fraude se arrastre a toda la cadena de suministro del atún.

La oposición clara al Blockchain vendría de la mano del conservero final, ya que éstos no van a querer poner el origen de los productos que están metiendo en la lata, porque el consumidor final descubriría que existe una mezcla de productos en una misma lata con orígenes indeseados, o no esperados. Pero que aquel conservero final que lo aplicara aumentaría el valor de sus conservas. Sobre todo, el Sr. Morón se refiere a todos aquellos conserveros finales de marcas blancas, cuyos productos tienen orígenes dudosos y se venden al mismo precio que las conservas de atún de orígenes “legítimos”.

Como conclusión de esta entrevista, y según la opinión del Sr. Morón, los problemas a los que se enfrenta la cadena de suministro del atún no tienen que ver tanto con el mecanismo que se use para administrar la información, sino los controles que tenga cada Estado sobre lo que llega a puerto y cómo se distribuye después a las conserveras. Ya que realmente el consumidor final piensa primero en el precio a pagar que en la sostenibilidad de dicho producto.

Conclusión

Gracias a este trabajo hemos podido comprobar que la tecnología Blockchain es muy beneficiosa para cualquier cadena de suministro, como si es agroalimentaria o de otra área.

Blockchain ayuda a mejorar la calidad de cualquier cadena de suministro, ya que la información que es subida a la red está protegida por el sistema de encriptación de Blockchain. Por ende, se evita que dicha información pueda ser manipulada por individuos externos a la red o a la transacción. También ayuda a mejorar la sostenibilidad de la cadena y reducir costes, porque al participar toda la cadena de la misma base de datos de Blockchain se pueden distribuir los costes entre ellos y, además, la información sobre el producto es recogida minuciosamente en la misma, pudiéndose cerciorar el consumidor de que se están cumpliendo con los mínimos éticos exigidos. Y como cualquier mecanismo informático, favorece la velocidad de las operaciones que se realizan.

En la cadena de suministro del atún hemos podido ver a través de casos reales que la implementación de esta tecnología se complementa con el uso de etiquetas RFID y códigos QR, que van acompañando a las piezas de atún como mecanismo a través del cual se inserta la información necesaria en la red Blockchain.

Aunque estos proyectos se han desarrollado de forma favorable y han demostrado sus efectos positivos, el sector atunero español actualmente ya cuenta con un sistema de trazabilidad que da buenos resultados. La diferencia con el sistema de trazabilidad de Blockchain es que en el sistema APR español no existe una base de datos como tal que recoja toda la información recopilada, sino que se recoge en papel, con todos los problemas que esto pueda acarrear.

Los conserveros finales de nuestro sector atunero podrían ser los más reacios a la aplicación de esta tecnología, debido a que tendrían que certificar el origen de

sus productos (lo cual conlleva tener que admitir el origen fraudulento de muchos de ellos) y poner solución a ello.

Bibliografía

- Apte, S., y Petrovsky, N. (2016). *Will blockchain technology revolutionize excipient supply chain management?*. Journal of Excipients and Food Chemicals, 7(3), 910.
- Cepesca. (2017). *Informe del sector pesquero español*. Confederación Española de Pesca. Recuperado de <http://cepesca.es/wp-content/uploads/2018/12/Informe-del-Sector-Pesquero-Espa%C3%B1ol-2017-CEPESCA.pdf>
- Dennett, C. (2018). *Food Safety: Blockchain Technology*. Today's Dietitian, 20 (6), 14.
- Elizondo, E. G. *Blockchain como piedra angular para nuevos negocios y para un mundo más transparente*. Recuperado de [https://www.erickgarro.com/pdf/blog/Blockchain_como_piedra_angular_para_nuevos_negocios_y_para_un_mundo_mas_transparente_2018-ABR-16_\(Erick_Garro\).pdf](https://www.erickgarro.com/pdf/blog/Blockchain_como_piedra_angular_para_nuevos_negocios_y_para_un_mundo_mas_transparente_2018-ABR-16_(Erick_Garro).pdf)
- English, M., Auer, S., y Domingue, J. (2016). *Block chain technologies & the semantic web: a framework for symbiotic development*. En la Conferencia sobre Informática para estudiantes de la Universidad de Bonn, J. Lehmann, H. Thakkar, L. Halilaj, and R. Asmat, Eds (pp. 47-61).
- Eurofish International Organisation. *Overview of the Spanish fisheries and aquaculture sector*. Recuperado de <https://www.eurofish.dk/member-countries/spain>
- Fernández-Polanco, J., Llorente, I., Luna, L. y Fernández, J. (2012). *El mercado de productos pesqueros en España: efectos de la crisis en la producción y el consumo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-bb233s.pdf>
- Fernández-Polanco, J. (2017). *Perspectiva general del Mercado mundial de atún*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/es/c/880749/>
- Globefish. *The canned seafood sector in Spain*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/en/c/338172/>
- Graham, A. (2017). *Blockchain as an Instrument for Human Rights Business Practice* (Tesis Doctoral, Columbia University).
- Hackius, N., y Petersen, M. (2017). *Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat?* Documento presentado en la Conferencia Internacional de Hamburgo sobre Logística (HICL) (pp. 3-18). epubli.

- Hirbli, T. (2018). *Palm Oil traceability: Blockchain meets supply chain* (Tesis Doctoral, Massachusetts Institute of Technology).
- Kailash, D. (2017). *Tuna 2020 Traceability Declaration: Stopping illegal tuna from coming to market*. World Economic Forum. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/tuna-2020-traceability-declaration-stopping-illegal-tuna-from-coming-to-market/>
- Korpela, K., Hallikas, J., y Dahlberg, T. (2017). *Digital supply chain transformation toward blockchain integration*. Acta de la 50° Conferencia Internacional de Hawaii sobre ciencias del sistema.
- Loebbecke, C., Lueneborg, L., y Niederle, D. (2018). *Blockchain Technology Impacting the Role of Trust in Transactions: Reflections in the Case of Trading Diamonds*. En la Conferencia Europea sobre Sistemas Informáticos (ECIS).
- Markets Insider. (2018). *Pacific MSC Sustainable Tuna Now Traceable via Ethereum Blockchain*. Markets Insider. Recuperado de <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/pacifical-msc-sustainable-tuna-now-traceable-via-ethereum-blockchain-1027422564>
- Mathisen, M. (2018). *The Application of Blockchain Technology in Norwegian Fish Supply Chains-A Case Study* (Tesis Fin de Master, Norwegian University of Science and Technology). Recuperado de: https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=nora_uio__no::d3d8732a70b62926af08e273b7445e4d
- Monteverde R. (28 noviembre 2018). *Compañía de alimentos suiza rastreará cadena de suministro de atún a través de blockchain*. Coincrispy. Recuperado de <https://www.coincrispy.com/2018/11/28/compania-alimentos-suministro-atun-blockchain/>
- Niedermüller, S., y Kozák, F. (2017). *Atún sostenible para Europa*. Recuperado de http://awsassets.wwf.es/downloads/atun_sostenible_para_europa.pdf
- Pacifical. (2017). *Atún Pacifical Certificado por el MSC: Pacifical: sustainable tuna from the PNA people*. Recuperado de <http://www.pacifical.es/>
- Provenance. (2016). *From shore to plate: Tracking tuna on the blockchain*. Recuperado de <https://www.provenance.org/tracking-tuna-on-the-blockchain>
- Sadouskaya, K. (2017). *Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain and Logistics* (Tesis Fin de Carrera, South-Eastern Finland University of Applied Sciences). Recuperado de: https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=od_____1319::5ccc2c9f66c9d0a4c63c2f35c6ab2a5f
- Sulkowski, A. J. (2018). *Blockchain, Law, and Business Supply Chains: The Need for Governance and Legal Frameworks to Achieve Sustainability*.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. " O'Reilly Media, Inc."

- *The big data breach suffered by Equifax has alarming implications.* (16 de septiembre de 2017). The Economist. Recuperado de <https://www.economist.com/finance-and-economics/2017/09/16/the-big-data-breach-suffered-by-equifax-has-alarming-implications>
- Tian, F. (2016). *An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology.* En la Conferencia Internacional sobre sistemas y gestión de los servicios (ICSSSM).
- Torres, L., (2016). *Diagnóstico de la cadena productiva de valor de la pesca ecuatoriana de atún en altamar* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Ecuador).
- Visser, C., y Hanich, Q. A. (2018, Junio). *How blockchain is strengthening tuna traceability to combat illegal fishing.* The Conversation. Recuperado de: <http://parlinfo.aph.gov.au/parlInfo/search/display/display.w3p;query=media/presclp/5748373>
- Warner, K., Timme, W., Lowell, B., y Hirshfield, M. (2013). *Oceana Study reveals seafood fraud nationwide.*

Anexos

1. ¿Me podría hacer una breve descripción de su Compañía y de su responsabilidad dentro de ella?
2. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en temas relacionados con el sector de la pesca del atún?
3. Como sabrá, actualmente se está implantando la tecnología Blockchain en muchos sectores como por ejemplo en el ámbito financiero o en el ámbito sanitario. ¿Conoce lo que es la tecnología Blockchain?
4. Como ya conoce la cadena de suministro del atún, ¿sabría enumerarme los problemas que encontramos en la misma?
5. Una vez que tenemos en mente todos los problemas con los que se debe hacer frente en este sector, se ha discutido la posible aplicación del Blockchain en éste. ¿Conoce alguno de los beneficios que puede aportar esta tecnología?
6. Existen actualmente casos reales en los que ya se está aplicando el Blockchain en la cadena de suministro del atún, y se han comprobado sus efectos positivos. Estos casos reales son el de la empresa Provenance en Indonesia, el llevado a cabo por World Wildlife Fund en el Pacífico y el de la empresa Pacifical en los Países del Acuerdo Nauru. ¿Conocía estos proyectos?
7. Ya que en España aún no se ha implementado, y dado que el sector atunero español tiene mucho peso en el mercado mundial, ¿qué opinión le merece su posible aplicación en nuestro sector? ¿Cree que sería beneficioso en la cadena de suministro española?
8. Como ya hemos visto, casi todos los proyectos llevados a cabo se han puesto en práctica de formas parecidas, es decir, el pescado es identificado con una etiqueta RFID y luego se utiliza un código QR para el enlatado. ¿Cree que esta forma es adecuada? ¿O conoce/considera que hay otros métodos igual de eficaces?

9. Aunque tenga la opinión de que el Blockchain puede traer beneficios a este sector, ¿considera que va a existir oposición por algún eslabón de la cadena?