



Universidad de
San Andrés

Universidad de San Andrés

Escuela de Negocios

MASTER IN BUSINESS AND TECHNOLOGY

CONEAU: Maestría en Gestión de Servicios Tecnológicos y de Telecomunicaciones.

Tesis

Trazabilidad blockchain en el sector
agropecuario en Argentina:
estado del arte y mapa de soluciones.

*Alumno: **Pentorari, Brian Esteban***

DNI: 35.289.835

Director: Prince, Alejandro

Buenos Aires, agosto de 2023

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuela Ana, motor fundamental que apoyó y creyó en todos mis proyectos y desafíos mientras compartimos mundo; y que logró con éxito, impregnarme su confianza y seguridad en mis capacidades y valores.

AGRADECIMIENTOS

La Tesis es el punto culmen del complejo camino que implica concluir una Maestría de posgrado cuyo cursado se realiza los fines de semana a más de 300 kilómetros de casa. En ese camino no estuve solo, y quiero dar las gracias:

En primer lugar, a mis padres Daniela y Sergio, por su amor incondicional y perpetuo;

a Ro, por esperarme con alegría en tantos fines de semana de distancia y sostenerme cálidamente en los momentos de presión;

a Matías, Alessandro, Gianluca, familiares, “cuates” y amigos por apoyarme en lo humano y por entender mis ausencias en las reuniones y juntas.

También quiero agradecer a la Universidad de San Andrés, al cuerpo docente de la maestría, y a su director Enrique Hofman por la propuesta académica y por el espacio para crecer. Asimismo, expreso mi gratitud hacia Alejandro Prince, quién aceptó dirigirme y guiarme en todo el proceso de la tesis, compartiendo con enorme generosidad sus conocimientos, sus invaluable experiencias y su tiempo.

Agradezco a mis compañeros de cursado “Springfield” por el camino compartido, especialmente a mis teammates de “MaTinsey” por la sinergia generada y la amistad construida;

a los expertos en Blockchain, AgTech y Tecnología que me brindaron generosamente su tiempo para entrevistas, y sus consejos para la investigación.

Y, por último, a la Bolsa de Comercio de Rosario por acompañarme, darme su apoyo para la realización del Master in Business & Technology, y por el espacio para aplicar lo aprendido.

ABSTRACT

The number of consumers who want to know more and better about the origin, transformation process, and commercialization, that food and other products they consume is growing; and for this reason, the agribusiness industry is one of the sectors that should give the most importance to traceability. It is interesting to know how currently technology in general and blockchain in particular are constituted as digital vehicles for the implementation of full or partial traceability solutions in the value chains of the agricultural sector.

The thesis descriptively analyses the state of the art, and the available solutions based on blockchain technology for traceability in the Argentinean “Agro”. The contribution of value that digital traceability and blockchain have for agriculture is confirmed, according to the testimonies of local AgTech experts, the opinions of technology consultants, and the relevant information extracted from available publications on the topic.

After confirming the contribution of traceability and blockchain for this purpose, three possible categories of traceability solutions with this technology in Argentina are identified: tokenization full traceability, documentary full traceability, and partial or optional traceability. The 11 startups and companies that currently offer blockchain traceability solutions are mapped and placed in the corresponding category.

The understanding of the current scenario is complemented with a broader perspective to understand which are the barriers that stop the adoption of traceability solutions, and which are the drivers that promote or would promote its adoption.

The conclusions of the investigation are followed by a series of suggestions and possible courses of action to be considered.

Keywords: traceability, blockchain, AgTech, value chain, sustainability, agriculture, Argentina

RESUMEN

La cantidad de consumidores que desean conocer más y mejor acerca del origen, el proceso de transformación, y comercialización que sufrieron los alimentos y otros productos que consumen es creciente, por lo que la industria de los agronegocios es uno de los sectores que más importancia debe darle a la trazabilidad. Resulta interesante poder entender cómo en la actualidad la tecnología en general y blockchain en particular se constituyen como vehículos digitales para la implementación de soluciones de trazabilidad completa o parcial en las cadenas de valor del sector agropecuario.

A lo largo del informe se analiza descriptivamente el estado del arte, y las soluciones disponibles basadas en la tecnología de cadena de bloques para la trazabilidad en el sector agropecuario de Argentina. Se confirma el aporte de valor que la trazabilidad digital y blockchain tienen para el agro, de acuerdo con los testimonios de expertos del ecosistema Agtech local, las opiniones de consultores tecnológicos, en conjunto con la información relevante extraída de publicaciones disponibles sobre el tema.

Tras confirmar el aporte de la trazabilidad y de blockchain para tal fin, se identifican tres categorías posibles de soluciones de trazabilidad con esta tecnología en Argentina: completa con token, completa documental y documental parcial u opcional. Se mapean y ubican en cada una de las categorías, las 11 propuestas concretas disponibles en la actualidad ofrecidas por startups y empresas.

El entendimiento del escenario actual se completa con una perspectiva un poco más amplia para entender cuáles son las barreras que obstaculizan la acogida de soluciones de trazabilidad y cuáles son los drivers que potencian o potenciarían su adopción.

Acompañan a las conclusiones de la investigación una serie de sugerencias y posibles vías de acción a ser consideradas.

Palabras clave: trazabilidad, blockchain, AgTech, cadena de valor, sostenibilidad, agroindustria, Argentina

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	2
ABSTRACT	3
RESUMEN	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN.....	7
Tema	8
Título	8
Problemática	8
Preguntas de investigación	11
Objetivos.....	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	12
MARCO TEÓRICO	16
DESARROLLO.....	19
CAPÍTULO 1: Acerca de Blockchain.....	19
1.1. Definición y características.....	19
1.2. Madurez.....	29
CAPÍTULO 2: Trazabilidad	32
2.1. Definición	32
2.2. Trazabilidad Blockchain.....	32
2.3. Trazabilidad en el Agro.....	33
2.4. Certificaciones y certificadoras	38
2.5. Política europea de Cero desforestación	42
CAPÍTULO 3: El “Agro” en Argentina.....	47
3.1. La importancia del sector.....	47
3.2. AgTech	48

3.3.	Ecosistema AgTech argentino	49
3.4.	Actualidad AgTech en la región.....	53
3.5.	Tecnologías digitales	54
CAPÍTULO 4: Aplicaciones y antecedentes internacionales		58
4.1.	Aplicaciones y casos de trazabilidad blockchain internacionales	58
4.2.	Otros casos relacionados a la cadena de suministros del sector	59
4.3.	Aplicación blockchain complementaria: Smart-Contracts.....	60
4.4.	Aplicación blockchain complementaria: Tokenización.....	61
CAPÍTULO 5: Agtech argentino basado en Blockchain.....		63
5.1.	Características y números del fenómeno.....	63
5.2.	Categorías de soluciones de trazabilidad basada en blockchain	64
5.3.	Mapeo de soluciones argentinas de trazabilidad blockchain	66
5.4.	A) Emprendimientos de trazabilidad completa con tokenización en blockchain	67
5.5.	B) Emprendimientos de trazabilidad completa documental en Blockchain:	68
5.6.	C) Emprendimientos de Trazabilidad documental opcional o parcialmente registrada en blockchain	70
5.7.	D) Otros emprendimientos blockchain -no trazabilidad-	72
CAPÍTULO 6: Agregado de valor, oportunidades y barreras		75
6.1.	Importancia de la trazabilidad digital en el sector agropecuario argentino	75
6.2.	El aporte de blockchain en la trazabilidad.....	78
6.3.	Barreras en la adopción	82
6.4.	Drivers para su utilización	90
CONCLUSIONES.....		99
A.	Contextualización	99
B.	Conclusiones	100
C.	Prospectiva	108
BIBLIOGRAFÍA.....		112
ANEXOS.....		127
Anexo 1: Expertos entrevistados		127
Anexo 2: Guía de entrevista		131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árbol de Merkle.....	23
Figura 2: Cabecera del bloque.....	23
Figura 3: Tipos de Blockchain	25
Figura 4: Tipos de Redes	25
Figura 5: Oráculos Blockchain	28
Figura 6: Curva de Gartner	30
Figura 7: Supply chain agropecuaria	34
Figura 8: Curva de Adopción de la Innovación (o de Rogers)	35
Figura 9: Tipos de tecnologías según su madurez	37
Figura 10: Porcentaje individual de deforestación incorporada en la UE de 8 productos a regular.....	43
Figura 11: Importancia en productos afectados si se incluyen otros destinos de exportación	45
Figura 12: Creación de valor a partir de tecnologías 4.0 en la cadena del agro	57
Figura 13: Soluciones Agtech Blockchain en Argentina: Trazabilidad y otras	66
Figura 14: Soluciones Blockchain en Argentina de Trazabilidad.....	104

INTRODUCCIÓN

Tema

La presente investigación pretende adentrarse en el mundo de la tecnología Blockchain cómo soporte o vehículo tecnológico para la implementación de soluciones de trazabilidad completa, o parcial en las cadenas de valor del sector agropecuario argentino. En la convergencia entre este sector y dicha tecnología, se podrá observar si la de Cadena de Bloques aporta valor para la trazabilidad digital agropecuaria, se estudiará el mapa de soluciones disponibles, se indagará sobre las barreras que obstaculizan el crecimiento de su utilización, y los drivers que potencian su uso.

Título

Trazabilidad blockchain en el sector agropecuario de Argentina: Estado del arte y mapa de soluciones.

Problemática

La evolución de las tecnologías emergentes está cambiando radicalmente el modo en el que se crea y entrega valor en las más diversos sectores e industrias a nivel global.

Años atrás, los efectos de la tecnología sobre las distintas cadenas de valor traían eficiencia, cambiaban los procesos, pero no modificaban los productos. Sin embargo, las tecnologías digitales actuales y futuras están revolucionando a los servicios, los participantes, los modelos de negocios y también evolucionando los productos. (Porter y Heppelmann, 2014).

Aquellos negocios y emprendimientos de explotación agropecuaria que son de base tecnológica son englobados bajo el término “AgTech”.

La Blockchain o cadena de bloques es una de las nuevas tecnologías sobre las cuales se están apoyando numerosas iniciativas dentro de las cadenas de valor agroindustriales del mundo, que posibilitan en última instancia que el cliente / usuario / consumidor perciba una prestación o producto superadora, tanto por características de calidad, cómo de impacto medioambiental.

Sobre esta tecnología, (que ya tiene su recorrido desde 2008 con el escrito de Nakamoto acerca de -la criptomoneda- Bitcoin), aún existe un relativo desconocimiento acerca de las potencialidades en el público en general, y del sector agropecuario en particular, acerca de las potencialidades.

Entre las prestaciones posibles de la tecnología en cuestión, está la trazabilidad: poder salvaguardar/consumir de manera confiable, inalterable y siempre accesible, la información relacionada a los productos que se originan en el campo y llegan a la góndola y/o a la mesa para ser consumidos. El número de consumidores que desean conocer el origen y el proceso posterior que sufrieron los alimentos y otros productos que consumen es creciente, por lo que la industria de los agronegocios es uno de los sectores que más importancia le da a la trazabilidad. (Endeavor y Bain & Company, 2022)

En sintonía con esta tendencia de la demanda, de manera progresiva y creciente los mercados internacionales exigen el cumplimiento de determinadas características en los productos, solicitando alguna forma de garantía, cada vez más rigurosa, en términos de inocuidad y calidad desde el origen, de los productos que ingresan a sus fronteras. Se han ido extendiendo las exigencias a factores de sostenibilidad de la tierra y conservación de los recursos naturales (buenas prácticas con los animales e intervenciones sustentables del suelo), y a otras características relativas al respeto del ser humano (cómo condiciones laborales de los productores). (Mondragón, 2017; 2015)

A nivel global, las implementaciones basadas en Blockchain todavía sufren problemas de infraestructura, interoperabilidad y otros problemas tecnológicos. Si bien muchos casos de uso solo vuelcan procesos tradicionales a la Blockchain, generando gastos generales innecesarios sin beneficios tangibles; se vislumbra como prometedor que la tecnología logre ofrecer un proceso de transacción transparente, seguro y descentralizado. (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2019)

Además de la natural conexión entre trazabilidad y el mundo alimentario previamente mencionada, en el plano local resulta especialmente interesante indagar dicha conjunción por la relevancia que tiene la cadena agroindustrial en las variables de la actividad económica del país: aporta al Estado Nacional año a año entre el 20 y el 24% de la recaudación total, genera 1 de cada 4 empleos, obtiene 3 de cada 5 dólares en la balanza comercial y en promedio

produce casi el 20% del Producto Bruto Interno. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022; Fundación FADA, 2022)

En dicho escenario, dónde se continúan desarrollando e implementando propuestas basadas en Blockchain en el marco AgTech, dónde parte creciente de la demanda y los mercados cada vez miran más de cerca la trazabilidad de los bienes y servicios que adquieren, dónde Blockchain es una de las opciones de soporte tecnológico para llevarla a cabo, y dónde países productores de alimentos y materia prima como Argentina se ven lógicamente involucrados, resulta natural preguntarse y hacerse algunas conjeturas:

¿Aporta valor en la cadena agroalimentaria, poder demostrar la trazabilidad? Emerge la duda acerca de si la trazabilidad tiene que estar soportada en blockchain, o esto implica un costo que no es requerido o su aporte es poco relevante hoy en día para algunos, o todos los productos agroalimenticios. También resulta interesante conocer cuáles son las soluciones de trazabilidad blockchain disponibles en Argentina en el sector agropecuario, y establecer un mapa de acuerdo de los distintos tipos de trazabilidad basada en blockchain que ofrece dada uno. ¿Cuáles serán las barreras que reducen la adopción de soluciones con trazabilidad blockchain en el país? ¿Qué factores entran en juego (o podrían hacerlo) a la hora de apalancar la adopción y derribar las barreras?

Preguntas de investigación

- ¿Aporta valor la utilización de la tecnología blockchain para la trazabilidad en el sector agropecuario argentino?
- ¿Cómo se compone el mapa de soluciones disponibles en la actualidad?
- ¿Cuáles son las barreras que obstaculizan la adopción de soluciones de trazabilidad, y cuáles son los drivers que la potencian?

Objetivos

Objetivo general

- Analizar descriptivamente el estado del arte, y las soluciones disponibles basadas en la tecnología blockchain para la trazabilidad en el sector agropecuario de Argentina.

Objetivos específicos

- Indagar si los distintos actores del ecosistema AgTech argentino le encuentran **valor real a la utilización de tecnología** para la trazabilidad.
- Conocer si los actores del ecosistema AgTech encuentran valor en que la trazabilidad esté **basada en tecnología blockchain**.
- **Categorizar las diversas soluciones** para la trazabilidad basada en blockchain.
- Releva el **mapa de soluciones de trazabilidad blockchain** disponibles y sus diferentes propuestas de valor
- Identificar las **barreras** que dificultan la adopción de soluciones de trazabilidad digital en el sector, y de blockchain en particular.
- Identificar los **drivers** que potencian o potenciarían el proceso de adopción de la tecnología y sus posibles aplicaciones para la trazabilidad en el sector.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

En la presente sección, se detallan algunas características de la metodología de investigación empleada en la realización de la Tesis. Se describen el paradigma utilizado, el tipo de investigación, las unidades de análisis y casos analizados, la metodología de investigación y los instrumentos utilizados para la recopilación y relevamiento de datos de fuentes primarias y secundarias. También se fundamentan las distintas decisiones tomadas en el marco de la estrategia metodológica respecto la temática de estudio para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación.

Paradigma de Investigación

La investigación del objeto de estudio se centró en la descripción de hechos, situaciones y conceptos observados e interpretados por autores y actores del ecosistema agropecuario relativos a las acciones englobadas en “trazabilidad digital”, y “trazabilidad blockchain” en Argentina en el contexto específico de las cadenas de valor del agro, para lo que se requirió principalmente acudir a una metodología cualitativa.

La mirada cualitativa se centra en comprender en su totalidad los fenómenos investigados en su complejidad, debido a su interés en la explicación comprensiva de los elementos explorados en las preguntas de investigación. Para recopilar la información necesaria, fue crucial llevar a cabo una investigación cualitativa y así poder explorar y describir las experiencias y perspectivas de los diferentes participantes del sector en estudio, que a su vez ya han tenido contacto directo o indirecto con algunas de las aristas que componen la temática en estudio. La triangulación cualitativa de la investigación se compuso de la obtención de datos primarios de 3 grupos de actores bien diferenciados, en convergencia con información descriptiva y casos explicativos recabados de publicaciones, libros, papers, conferencias, páginas webs de organizaciones y empresas relacionadas, entre otros. Estos datos proporcionan un respaldo para comprender la situación, el estado del arte de la trazabilidad digital y blockchain en el agro, conceptualizar los términos claves, categorizar las propuestas disponibles en esta tecnología, mapear y conocer a los participantes que ofrecen

estas soluciones en Argentina, y los grados de avances en la adopción de esta en particular y de la trazabilidad digital en general. (Okuda Benavides et al., 2005)

Tipo de estudio: Descriptivo

La investigación para este trabajo se basó en un enfoque descriptivo. Siguiendo la idea de Denzin (1989) sobre la investigación descriptiva, se abordaron minuciosamente las condiciones existentes, prácticas actuales, opiniones, puntos de vista, actitudes, procesos en marcha y tendencias relacionadas con esta tecnología y el sector en estudio a nivel internacional y especialmente nacional.

En este trabajo, se analizaron las posibilidades de la tecnología Blockchain, el conjunto de tecnologías que la componen, la trazabilidad, las certificaciones, las tendencias regulatorias, el sector agropecuario argentino, el ecosistema que lo rodea, los actores involucrados en propuestas de valor de dichas tecnologías, las distintas categorías de trazabilidad blockchain existentes, la valoración de la adopción de estas soluciones, elementos que obstaculizan y que potencian de la temática en estudio. Se hizo referencia también, a cómo esta tecnología ha sido implementada en casos de uso internacionales.

Para enriquecer el trabajo, profundizar en el conocimiento y lograr una triangulación cualitativa, se llevaron adelante múltiples entrevistas a actores vinculados a la problemática, cómo contraparte de la recolección de datos de las fuentes de datos secundarias seleccionadas y estudiadas. (Okuda Benavides et al., 2005)

Identificación de unidades de análisis

Además de profunda consulta, revisión y selección de datos secundarios en investigaciones previas, libros, y publicaciones, se identificaron actores representativos del ecosistema AgTech, de la agroindustria, o de expertos en tecnología, quienes constituían un conjunto de testimonios deseables y potencialmente enriquecedores para poder obtener en entrevistas ¹

¹ Ver Anexo 1: Expertos entrevistados

y así poder conocer desde adentro los elementos que resultarían determinantes para poder resolver las preguntas y los objetivos de la investigación.

Para entender el proceso de adopción es sumamente importante contar con el testimonio a miembros claves, de gestión o fundadores representantes de las soluciones de Trazabilidad Blockchain en el Agro más destacadas de Argentina. Estos son quienes se han topado con el desconocimiento de los agentes de la cadena que podrían incorporar las soluciones, y día a día desafían las barreras para poder crecer en conjunto con el desarrollo de la tecnología. Son representantes de: Origino, Ucrop.it, Capazeta, Tracestory y Agrohubs

Por otra parte, con la pretensión de complementar la visión del sector, se hicieron entrevistas en profundidad a otras personas del ecosistema AgTech que en su conjunto constituyen el universo que puede o debe facilitar la adopción. Los entrevistados forman parte o están vinculadas con las siguientes organizaciones: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], Cargill Argentina, la Asociación de empresarios agropecuarios CREA, el laboratorio del Banco Interamericano de Desarrollo BIDLab, la Bolsa de Comercio de Rosario [BCR], la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa [Aapresid], el fondo de inversión para el sector Innventure, la Cátedra de Bionegocios Sostenibles de la Facultad de Agronomía [UBA], la empresa de software para mercados Primary S.A., el mercado de futuros y opciones de Argentina Matba-Rofex, y asociación intersectorial VISEC.

Con el propósito de agregarle una capa más de representatividad al universo de testimonios e incorporar un entendimiento amplio y completo también se entrevistó a cuatro consultores de tecnología y docentes / investigadores académicos que se desempeñan con tecnologías digitales y Blockchain, y que forman parte de organizaciones como: Universidad de San Andrés, Prince Consulting, OS City, CoinFabrik y la empresa de software SAS.

Técnicas de recolección de datos:

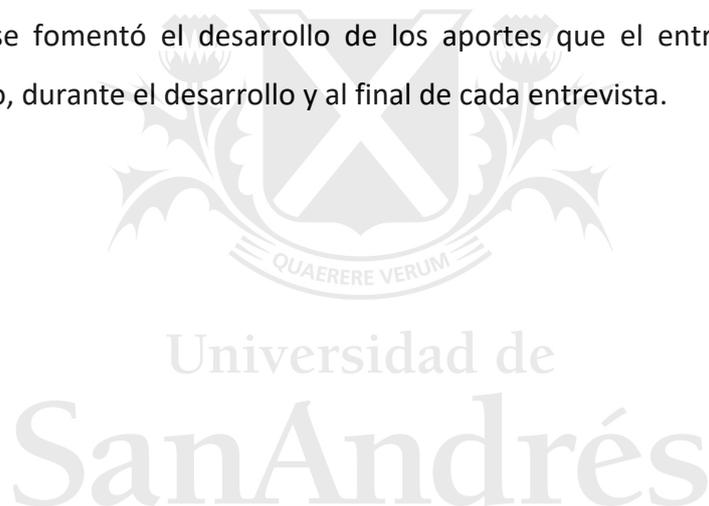
Datos secundarios:

Se ha realizado una exhaustiva revisión de información cualitativa y cuantitativa de documentos como, investigaciones previas, publicaciones, estadísticas de la industria, papers

y estudios académicos relevantes, publicaciones de congresos, seminario y conferencias, informes e investigaciones de consultoras, libros, y sitios web de empresas y organizaciones relacionadas, entre otras.

Datos primarios:

Se han obtenido directamente por investigación del tesista y se han recolectado a través de entrevistas semiestructuradas en profundidad a expertos y actores relevantes acerca de los temas en estudio. Para llevar adelante las entrevistas, se utilizó una guía semiestructurada ² que contiene interrogantes cerrados y preguntas abiertas que pretenden ser lineamientos para poder indagar una serie de cuestiones de manera generalizada a todo. En ninguna ocasión el seguimiento de la guía resultó limitante o estableció una estructura de entrevista rígida, y por el contrario los expertos han contado con la posibilidad de dar respuestas abiertas, ya que se fomentó el desarrollo de los aportes que el entrevistado considere oportunos, al inicio, durante el desarrollo y al final de cada entrevista.



² Ver Anexo 2: Guía de entrevista

MARCO TEÓRICO

A lo largo de los distintos capítulos temáticos contenidos en el cuerpo de la presente tesis, se van desagregando, detallando, ejemplificando y vinculando entre sí, un conjunto de conceptos, términos y descripciones claves para comprender la temática en estudio. En otras palabras, a lo largo de todo el documento van emergiendo conceptos y desarrollos teóricos que habilitan un mejor entendimiento de la información de fuentes secundarias y primarias obtenidas. Más allá de esta aclaración, en esta sección de “Marco teórico” se expresaran las definiciones y conceptualizaciones más relevantes y críticas que explican los elementos claves del problema en estudio y sirven para establecer una base sintética de teoría y conceptos como antesala para el desarrollo de los capítulos que profundizan las áreas temáticas sobre “Blockchain”, “Trazabilidad”, “El Agro en Argentina”, “Aplicaciones y antecedentes internacionales”, “Agtech Argentino basado en Blockchain” y “Agregado de valor, oportunidades y barreras”

La **Tecnología de Registro Distribuido** o DLT (por sus siglas en inglés: Distributed Ledger Technology) permite registrar y compartir datos entre varios almacenes y libros de datos descentralizados. Facilita la grabación, intercambio y sincronización de transacciones y datos entre los distintos participantes. (The Insight Partners, 2022)

Blockchain es una tecnología dentro del grupo de las DLT, que puede definirse como un libro digital compartido, que se compone de una lista de bloques conectados y almacenados distribuidos en una red, descentralizada y protegida mediante encriptación, que sirve (entre otras cosas) para almacenar información irreversible e incorruptible; cuyas transacciones registradas pueden involucrar cualquier tipo de valor, dinero, propiedad o votos (Beck y Müller-Bloch, 2017)

Si bien la factibilidad de blockchain se basa en la convergencia de una serie de tecnologías y herramientas preexistentes (P2P, Criptografía asimétrica, Time-stamping, y Árbol de Merkle) su origen se desprende tácitamente del protocolo **planteado para la criptomoneda bitcoin** (Nakamoto, 2008), donde se establecen un conjunto de normas que asegura que la información sea intercambiada respetando la integridad, entre miles de millones de

ordenadores, sin la necesidad de recaer por terceros o entidad verificadora. (Tapscott y Tapscott, 2017).

Un oráculo es un puente entre la blockchain y el mundo real. Los oráculos actúan como APIs internas a la cadena de bloques, que puedes consultar a fin de aportar información a los contratos inteligentes. Esta información podría ser muy variada: desde datos de precios hasta informes climáticos. (Ethereum.org, s.f.)

Los contratos inteligentes son como los contratos del mundo real, pero 100% digitales. Al estar dentro de una Blockchain, son inmutables y se distribuyen en una red, por lo que la salida del contrato (acción programada automática) será validada por todos los nodos que la integran. (Demestichas et al., 2020)

La tokenización se basa en representar digitalmente de manera abstracta un valor, en correspondencia con el activo real. (Pacheco Jiménez, 2019). El activo digital o token será fungible cuando puede intercambiarse por otras formas de valor que sean idénticas (ejemplo: un bitcoin); y no fungible o NFT, cuando represente elementos o valores verificablemente únicos en el mundo real o virtual (ejemplo: una vaca con trazabilidad). El token, según su capacidad, podrá ser enviado, intercambiado, prestado, utilizado como garantía, fraccionado, coletarizado, trazado validado, compartido, recompensando, utilizado para votar, etcétera. (Ripple, 2022)

La trazabilidad es la capacidad de acceder a cualquiera o toda la información relacionada con un producto que se está controlando, a lo largo de todo su ciclo de vida por medio de su identificación y registro. (Olsen y Borit, 2013). **Blockchain** al ser una tecnología que permite almacenar información con determinadas características, puede utilizarse para la trazabilidad cadenas de abastecimiento proveyendo: visibilidad, agregado de información, información validada, automatización de contratos y resiliencia en el sistema. (Babich y Hilary, 2019)

La cadena agroindustrial comprende el eslabón primario (transformación de los recursos naturales en productos primarios), más el eslabón industrial de manufacturas de origen agropecuario), e incluye también servicios comerciales, transporte, logística y servicios conexos (Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina [FADA], 2022)

El sector agropecuario es fundamental en la economía argentina ya que comprende cadenas de valor que resultan en la gran relevancia que tiene el sector sobre variables o indicadores como la balanza comercial, en la generación de empleo, en el aporte al fisco o el impacto en el producto bruto interno. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022; FADA, 2022)

El termino Agtech, refiere a aquellas empresas en las cuales el core del negocio pasa por el desarrollo de plataformas digitales, software o servicios informáticos especializados para el agro. (Lachman et al., 2021; 2022).

El ecosistema Agtech está formado por los actores del sector agroindustrial que adoptan tecnología (agricultores, acopios, corredores, exportadores, industriales, mayoristas, distribuidores y tiendas de comestibles); y también por el sector emprendedor y por instituciones de técnica y ciencia, incubadoras y aceleradoras, fondos de inversión, y otros organismos de la sociedad civil que ayudan a divulgar las nuevas tecnologías y acercarlas a las oportunidades de negocios. (Kamilaris et al., 2019; Bisang et al., 2022).

La certificación es un proceso en el cual una entidad externa e independiente (certificadoras) proporciona una garantía por escrito de que un producto, proceso o servicio cumple con determinadas normas (Dankers, 2004)

DESARROLLO

CAPÍTULO 1: Acerca de Blockchain

1.1. Definición y características

Origen y definición

Si bien, ya hacía varias décadas que se venía investigando en cuanto a cómo resolver con criptografía problemas de seguridad y privacidad en internet; hasta el surgimiento de bitcoin no había más remedio recaer en intermediarios “como si fueran dioses” (Tapscott y Tapscott, 2017)

Aproximadamente 15 años atrás, en 2008, alguien (o varias personas) bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto publicó un white paper titulado: “Bitcoin: un sistema de dinero en efectivo electrónico peer-to-peer”. Allí, S. Nakamoto (2008) explicitaba los lineamientos generales para una nueva forma de moneda digital y transacciones que aportaban ciertas ventajas diferenciales sobre el sistema de dinero físico, o digital existente hasta el momento. Si bien en el paper no se menciona la palabra Blockchain, el autor lo alude tácitamente al describir el novedoso sistema donde el Bitcoin será posible: “es necesario (...) un sistema de pago electrónico basado en prueba criptográfica (...) permitiendo que dos partes interesadas realicen transacciones directamente entre ellas, sin necesidad de un tercero de confianza. Si las transacciones son computacionalmente imposibles de revertir, protegerán a los vendedores del fraude, y cualquier mecanismo de depósito de garantía se puede implementar fácilmente para proteger al comprador” (Nakamoto, 2008)

El protocolo planteado para bitcoin establece un conjunto de normas (en forma de computación distribuida) que asegura que la información sea intercambiada respetando la integridad, entre miles de millones de ordenadores, sin la necesidad de recaer por terceros o entidad verificadora. Dicho protocolo fiable habilita un número creciente de registros globalmente distribuidos a los que se les denomina “cadena de bloques” (blockchain). (Tapscott y Tapscott, 2017).

Inicialmente pensada para la primer criptomoneda digital (bitcoin), y luego ampliado su alcance para resguardar descentralizadamente y de manera inalterada el registro de otra

información, podríamos resumir que Blockchain (concepto clave de todo el desarrollo de esta Tesis) es un libro digital compartido, que se compone de una lista de bloques conectados y almacenados distribuidos en una red, descentralizada y protegida mediante encriptación, que sirve (entre otras cosas) para almacenar información irreversible e incorruptible; cuyas transacciones registradas pueden involucrar cualquier tipo de valor, dinero, propiedad o votos (Beck y Müller-Bloch, 2017). Los datos allí volcados, no pueden cambiarse a posteriori sin alterar todos los bloques subsiguientes; y esos nuevos bloques que contienen la información, son validados por pares miembros de la red, lo que otorga credibilidad y evita actividades fraudulentas. (Wright y De Filippi, 2015).

Una vez revisada la definición, entendemos que Blockchain es un subgrupo, que forma parte de un grupo más grande denominado Tecnología de Registro distribuido (TRD) o DLT (por sus siglas en inglés: Distributed Ledger Technology). Este enfoque más amplio refiere a registrar y compartir datos entre varios almacenes y libros de datos descentralizados: facilita la grabación, intercambio y sincronización de transacciones y datos a través de una red distribuida de distintos participantes de esta. (The Insight Partners, 2022)

Funcionamiento

Para describir el funcionamiento de una manera descriptiva y clara, se recurre la explicación contenida en el informe de Diego Ignacio Grasso y otros, editado por el Banco Interamericano de Desarrollo (2022) sobre “Casos de uso de la tecnología en cadenas de valor agropecuarias” de Latinoamérica y el Caribe:

NODOS: Blockchain es un registro distribuido de datos que se guardan en nodos conformando una red, de la cual tanto personas como organizaciones pueden formar parte interactuando con los nodos o instalando uno propio. Todos los nodos son pares, es decir operan bajo el mismo protocolo, son iguales y tienen copia de todos los datos que se van sincronizando, sin intermediarios, ni servidores.

VALIDACIÓN: A diferencia de cualquier base de dato, cualquiera de estos nodos también puede agregar datos (transacciones) y el resto podrá validarlos por mecanismos de consenso que definen: en qué orden deben agregarse y cuáles son

los que se tomarán como válidos. Cada transacción es firmada digitalmente con técnicas criptográficas que permiten confirmar fehacientemente quien envía la info (cuando la firma no condice con el contenido o el usuario, queda descartada inmediatamente).

HASH: Las transacciones se agrupan en bloques, para los cuales se calcula un hash (que sería una huella digital única e inequívoca que posteriormente demostrará que la info contenida no fue alterada). La particularidad del hash es que desde el contenido se puede obtener el hash, pero desde el hash no puede determinarse cuál era el contenido. Cada bloque, además de contener transacciones, incluye el hash del bloque anterior: entonces este hash no solo confirma la integridad de su bloque propio, sino que lo escrito anteriormente tampoco fue alterado, formando así el concepto de cadena.

BLOQUE CREADO: Cuando un nodo crea un bloque, propone al resto de la red que verifique validez de las transacciones e integridad de los datos. Dicha información está garantizada matemáticamente y puede ser descargada y validada por nuevos nodos sin requerir confianza de un tercero certificador.

Factibilidad tecnológica

El surgimiento de Blockchain hubiera sido imposible sin el desarrollo de algunos avances tecnológicos contemporáneos, o el aprovechamiento digital innovador de conocimientos previos.

Peer-to-peer (P2P):

Es un tipo de red basada en arquitectura distribuida y descentralizada en la que los nodos son proveedores y consumidores de los recursos; en contraste al modelo cliente – servidor centralizado, donde los primeros, solicitan acceso a los recursos que brinda el servidor. Las tareas como búsqueda de archivos, transmisión de datos, audio y video se comparten entre múltiples pares interconectados, los cuales, a la vez de consumir, aportan recursos (procesamiento, almacenamiento o ancho de banda) a otros participantes de la red. (Schollmeier, 2001)

Criptografía asimétrica

La criptografía asimétrica, o de clave pública, es un sistema criptográfico que utiliza un par de claves relacionadas. (Berestein, 2017)

Cada par, se compone de una privada generada que solo la conoce su dueño, y una clave pública que se crea a partir de un problema matemático que se le aplica a la privada. (Stallings, 1990)

La seguridad radica un mensaje cifrado con clave pública, podrá ser leído solo por el destinatario que tenga la clave privada (asegurando confidencialidad). Y si el que envía el mensaje lo cifra con clave privada, cualquiera con la llave pública podrá descifrarlo (asegurando la identidad detrás del mensaje, ya que solo una persona puede haber cifrado con esa llave privada). Cualquier interceptación intermedia del mensaje, es inaccesible para quien carece de la clave por estar cifrado. (Menezes et al., 1996)

Time-stamping (sellado de tiempo)

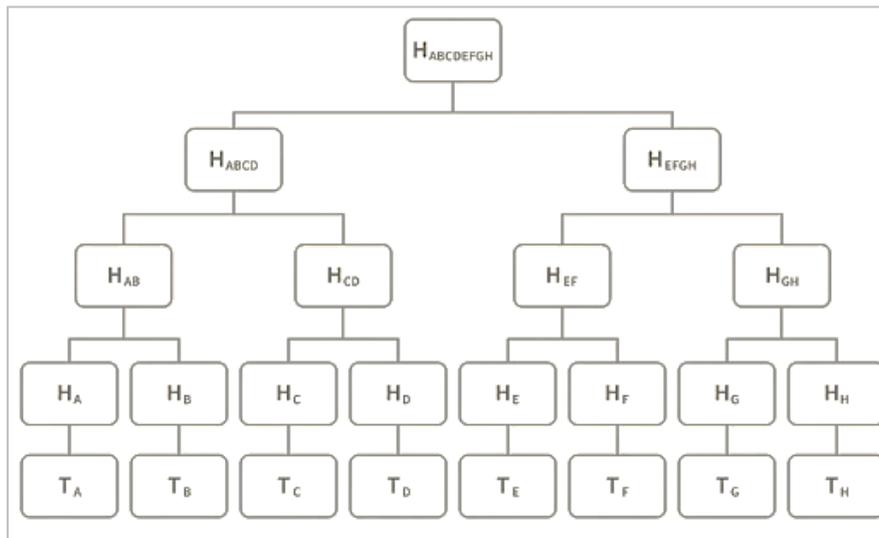
En el mundo digital, el time-stamping es el estándar de facto, para registrar con exactitud el momento de creación o modificación de documentos electrónicos. Existen protocolos que corrigen y configuran el horario de la red y los servidores para que esta información sea confiable por los involucrados. Existe una autoridad, TSA (The TimeStamping Authority) que certifica la existencia de un determinado documento, a la hora y fecha indicada; y lo hace a través de un hash value del documento, sin contar con acceso al contenido de este. (Purdy y Leung, 2012)

Árbol de Merkle

Es una estructura de datos compuesta por hashes de diferentes bloques de datos, y que sirve como resumen de todas las transacciones en un bloque. Los árboles Merkle se crean calculando repetidamente pares de nodos hash hasta que solo queda un hash. (Simões, 2022).

En la figura T designa Transacción y H refiere a Hash:

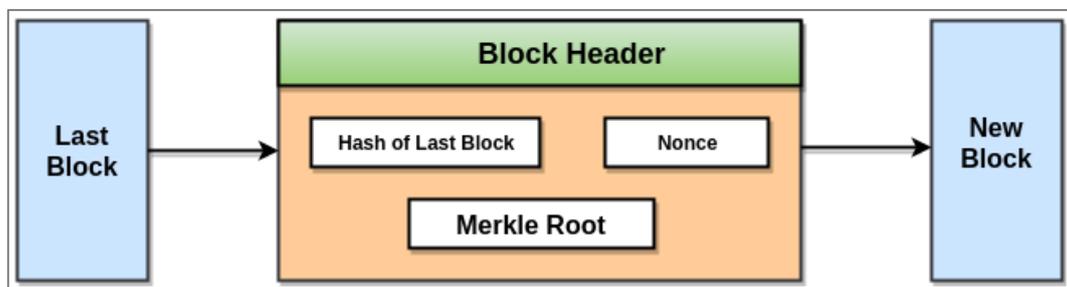
Figura 1: Árbol de Merkle



Nota: tomado de *Merkle Tree in Blockchain: What it is and How it Works*, por J. Frankenfield, 2021, Investopedia (<https://www.investopedia.com/terms/m/merkle-tree.asp>)

En blockchain ese último hash obtenido, que es el hash de los hashes inferiores concatenados de a pares, se llama hash raíz (Merkle root). Cada bloque de Blockchain contiene en su cabecera dicho hash raíz (que resume todas las operaciones del bloque), el hash del bloque anterior (que da seguridad e inviolabilidad a la red), y el Nonce (un ID alfanumérico único, resultante de la PoW). (Javatpoint, 2023)

Figura 2: Cabecera del bloque



Nota: tomado de *Blockchain Merkle Tree*, por Javatpoint, s.f., Javatpoint, (<https://www.javatpoint.com/blockchain-merkle-tree>)

Tipos de blockchain

Si bien la iniciativa blockchain surgió a partir de una red pública como la de Bitcoin, es creciente el interés en las cadenas de bloques privadas, producto de ciertos riesgos comerciales que las públicas tienen, que van desde el comercio en el mercado negro, hasta posible colusión. (Harvard Business Review et al., 2019).

Las cadenas de bloques públicas no proporcionan ningún recurso para tratar con claves privadas perdidas o robadas. Los propietarios de blockchains privadas tendrán que tomar decisiones sobre si, y bajo qué circunstancias, se podrá revertir una transacción que se demuestre sea un robo, o estafa. (Harvard Business Review et al., 2019)

Producto de ese tipo de defectos y de distintas necesidades que fueron surgiendo en un variado universo de casos de uso para esta tecnología, existen 4 tipos de redes de cadenas de bloques:

Cadena de bloques pública: No cuenta con restricciones ni permisos, cualquiera con acceso a internet puede subirse a la red; y tendrá acceso a registros actuales y pasados, además de poder minar y verificar transacciones nuevas. Los registros son inalterables.

Cadena de bloques privada: Funcionan en un entorno restrictivo y solo pueden operar quienes sean autorizados para hacerlo. Si bien se utilizan conexiones entre pares, suelen ser pequeñas, por lo tanto, más inseguras. La administración está centralizada y no hay anonimato.

Cadena de bloques híbrida: Mezcla de las 2 anteriores, permite a una organización configurar un sistema privado, conceder permisos para ciertos datos de la cadena, y decidir qué datos se abrirán públicamente para cualquier usuario. Una entidad podrá ser dueña de la cadena de bloques híbrida, pero no podrá manipular las transacciones. La identidad de los nodos se libera a contrapartes cuando interactúen o negocien con este, o cuando este lo autorice.

Cadena de bloques de consorcio o federada: Esta red es descentralizada en la que varios miembros colaboran en su administración. Sería como una cadena de bloques privada, pero de un grupo de organizaciones, lo que elimina el riesgo de la

centralidad. Los procedimientos de consenso lo controlan ciertos nodos ya preestablecidos. (Campbell, 2023)

Figura 3: Tipos de Blockchain

	Public (permissionless)	Private (permissioned)	Hybrid	Consortium
ADVANTAGES	+ Independence + Transparency + Trust	+ Access control + Performance	+ Access control + Performance + Scalability	+ Access control + Scalability + Security
DISADVANTAGES	- Performance - Scalability - Security	- Trust - Auditability	- Transparency - Upgrading	- Transparency
USE CASES	■ Cryptocurrency ■ Document validation	■ Supply chain ■ Asset ownership	■ Medical records ■ Real estate	■ Banking ■ Research ■ Supply chain

Nota: tomado de *What are the 4 different types of blockchain technology?*, por C. Campbell, 2023, TechTarget (<https://www.techtarget.com/searchcio/feature/What-are-the-4-different-types-of-blockchain-technology>)

A su vez, las cadenas de bloques pueden clasificarse según los permisos de los participantes para unirse, leer o agregar bloques. Es decir, pueden ser: Permissionadas o no permissionadas, más allá de que sean públicas, privadas, híbridas o de consorcio. (McKinsey, 2018)

En el siguiente gráfico Florencia Serale y otros (2019), traducen el cuadro de McKinsey (2018) que permite interpretar las posibilidades de las redes no permissionadas y las permissionadas:

Figura 4: Tipos de Redes



Nota: tomado *Blockchain beyond the Hype: What is the Strategic Business Value?*, por McKinsey, 2018, McKinsey Digital. (<https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/blockchainbeyond-the-hype-what-is-the-strategic-business-value>)

En todos los casos, tal como señaló Diego Ponce el CEO de la empresa Agrohubs, la seguridad de la blockchain depende de la cantidad de nodos, siendo que a mayor cantidad de nodos más segura es la red: es menos probable que la información haya sido vulnerada. (comunicación personal, 4 de julio de 2023)

Tipos de validación

Un algoritmo de consenso es un mecanismo mediante el cual una red de cadena de bloques alcanza la aprobación generalizada de los pares. Este tiene que dar solución a 2 desafíos principales: proteger la red de potenciales atacantes y fomentar redes competitivas. Existen diversos tipos de protocolos para la validación: Proof of work (PoW), Proof of-stake (PoS) y otros protocolos. (Demestichas et al., 2020)

- Proof of work o Prueba de trabajo: Se crea un problema matemático difícil de resolver, pero de fácil verificación. Quien primero lo resuelva crea el siguiente bloque (y gana el pago, por ejemplo: criptomoneda Bitcoin). Para resolverlo, los "mineros" han de emplear recursos (hardware informático y electricidad) para encontrar el hash correcto que permitirá minar el próximo bloque. (Tapscott y Tapscott, 2017)

Como consecuencia del consumo de potencia computacional, de electricidad, y de ineficiencia entre los distintos nodos que están buscando dar con el mismo resultado hash, han ido surgiendo otros mecanismos con distintas características: Proof of Stake, el Proof of Authority.

- Proof of Stake (PoS) o "Prueba de Participación": Es una de las opciones más utilizadas como opción a la PoW por su sencilla ejecución y por no requerir de hardware especializado o gran capacidad de procesamiento. Este fue creado en 2012 por Sunny King para el desarrollo de la criptomoneda "Peer Coin21". Este sistema busca incentivar a los participantes y mientras más criptomoneda tengan, más posibilidades tienen de ser elegidos por la red de manera aleatoria y crear nuevos bloques para recibir la ganancia e incentivo por el trabajo realizado. (King y Nadal, 2012)
- Proof of Authority (PoA) o "Prueba de Autoridad": La red elige participantes para validar el siguiente bloque en función de su reputación. PoA utiliza la identidad y la reputación para evitar malos actores. (Busch, 2022).

La comprensión acerca del consumo de energía en las distintas blockchains y sus mecanismos de validación es creciente, pero aun muchas personas involucradas no consideran la variable sostenibilidad a la hora de seleccionar una cadena u otra. A medida que el conocimiento de los usuarios crece, aumenta más la presión para la adopción de blockchains ecológicas, como XRP Ledger. Estas, impulsadas por pruebas de tipos de validación más sostenibles, brindan ventajas de rendimiento significativas en velocidad, rendimiento y costos. (Ripple, 2022).

Características

Una vez visto el origen y definición de blockchain, revisado los conceptos tecnológicos que subyacen a esta tecnología, e indagados los diversos mecanismos de verificación y los distintos tipos de cadenas de bloques que se pueden implementar, se vislumbran ciertas características que definen a las cadenas de bloques, y que serán motivo de su elección en distintos campos de acción.

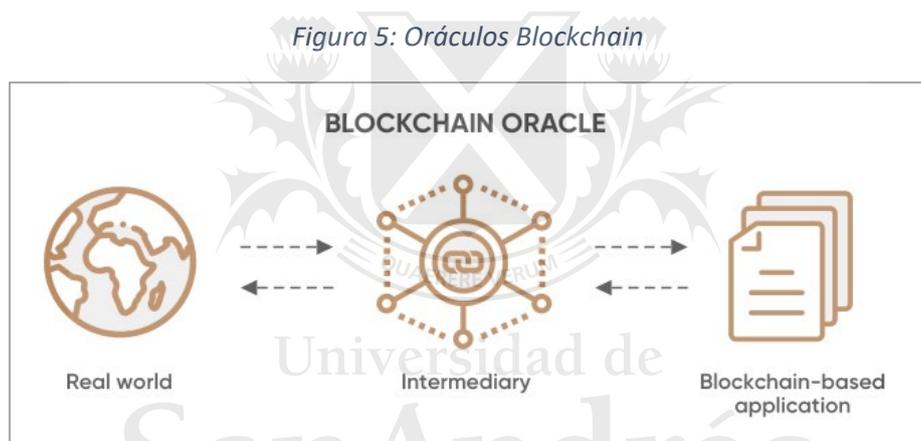
Existe cierto consenso entre los autores que estudian la temática, como por ejemplo Bhusal (2021) en que las principales características inherentes a la tecnología de la cadena de bloques son las siguientes:

- Descentralización: Ya que no existe un único punto de control y falla, donde la información se almacene y desde donde se comparta hacia toda la red.
- Inmutabilidad: Una vez que los datos fueron almacenados, no pueden ser eliminados o editados.
- Verificación entre pares: Hay verificación de cada transacción vía consenso entre los pares (nodos) integrantes de la red.
- Criptografía: Proporciona seguridad en las transacciones y datos.
- Transparencia: Los datos son accesibles y consultables entre todos los pares de la red.
- Anonimato: Cada participante se comunica mediante un código de identificación virtual generado, que cubre la identidad real del participante.

Oráculos

Un oráculo es un puente entre la blockchain y el mundo real. Los oráculos actúan como APIs internas a la cadena de bloques (on-chain), que puedes consultar a fin de aportar información a los contratos inteligentes. Esta información podría ser muy variada: desde datos de precios hasta informes climáticos. (Ethereum.org, s.f.)

Para poder llevar un activo del mundo real, al plano digital se requiere una prueba de existencia y los oráculos cumplen esa función. En el caso de la tokenización -descrita en detalle en el capítulo 4, sección 4.4- un Smart-contract puede respaldar ese proceso (ya que contiene programadas reglas y acciones necesarias para asegurar un 100% de colateralización entre el activo digital y el real), con inputs de los oráculos (Agrotoken, 2020)



Nota: tomado de *¿Qué son los Oráculos en Blockchain?*, Y. López Guillén, 2023, ConquerCrypto. (<https://www.conquercrypto.com/post/la-conexion-entre-el-mundo-real-y-la-blockchain-los-oraculos>)

Existen principalmente 4 tipos de oráculos, cómo describe Y. López Guillén (2023):

- Los oráculos de software desempeñan la función de recolectar variada información en línea, necesaria para disparar acciones específicas en Smart-contracts o blockchain.
- Los oráculos de hardware se encargan de adquirir datos del mundo real. Ejemplos incluyen la temperatura en la cadena de frío de alimentos, el peso de una mercancía particular o el seguimiento de movimientos de objetos como autos o aviones. Estos oráculos requieren la incorporación de otras tecnologías, como sensores de IoT o termómetros digitales, entre otras.

- Oráculos entrantes y salientes. Los primeros proveen datos a la blockchain, lo que resulta muy útil para automatizar procesos que necesitan información externa. Los oráculos salientes permiten que la blockchain envíe información al mundo real
- Oráculos de consenso: utilizan múltiples fuentes de información para tomar decisiones basadas en datos recopilados. Estos oráculos de consenso buscan eliminar la necesidad de una entidad de confianza centralizada para verificar información

Los oráculos son los que traen información desde el afuera, hacia el adentro de blockchain. Pueden ser uno o muchos, pero mientras más oráculos, más confiabilidad. Estos deben ser confiables, retribuidos, y deberían dejar garantías. (G. Sadovoy, comunicación personal, 1 de agosto de 2023)

Como se describe en las características de la cadena de bloques, parte esencial de la tecnología radica en su descentralización, lo cual emerge cómo contrastante con la naturaleza de los oráculos, que concentran en pocos puntos la tarea de validación confiable para una multiplicidad de hechos a demostrar. Por esta razón, resulta valioso que los oráculos sean tiendan a la descentralización en cuánto a que sean cuantiosos, de naturalezas distintas y que representen intereses diversos.

1.2. Madurez

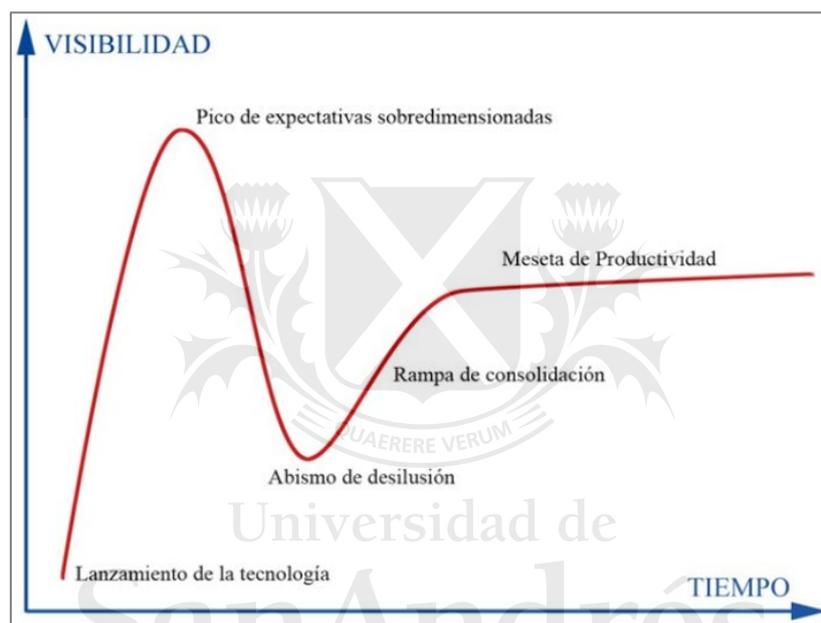
A nivel global y más allá del vertical que se estudie, las implementaciones basadas en Blockchain todavía sufren problemas relacionados con falta o carencia de infraestructura (electricidad, redes, conectividad), fallas de interoperabilidad y otros problemas tecnológicos. Si bien muchos casos de uso solo vuelcan procesos tradicionales a la Blockchain, la mayoría de los que hacen esto, solo constituyen gastos generales innecesarios sin mayores beneficios tangibles. Lo que si se vislumbra como prometedor es que la tecnología logre ofrecer un proceso de transacción transparente, seguro y descentralizado que si reduce costos. (FAO, 2019)

De acuerdo con una investigación de PwC que relevó a 600 ejecutivos con conocimiento en Blockchain: las principales barreras para la adopción de esta tecnología son la incertidumbre

regulatoria, la falta de confianza de los usuarios y la potencial incompatibilidad entre las redes. (FAO, 2019)

En los términos de la Curva de Gartner, la Cadena de Bloques pasó hace varios años el pico de expectativas sobredimensionadas, y está saliendo claramente del abismo de la desilusión (en el que caen otras tecnologías que luego de dicha etapa se vuelven obsoletas). (Furlonger y Uzureau, 2022)

Figura 6: Curva de Gartner



Nota: tomado de Gartner Hype Cycle, Gartner, s.f., Gartner
(<https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>)

La tecnología está cursando la rampa de la consolidación, cuyo paso siguiente es la meseta de la productividad. En esta etapa se empiezan a cristalizar más ejemplos de cómo la tecnología beneficia a las empresas y estos son ampliamente entendidos. Surgen aplicaciones de segunda y tercera generación de proveedores de tecnología. Mas empresas financian pilotos mientras que las empresas conservadoras siguen con cautela. (*Gartner Hype Cycle, s.f.*)

Sin embargo, cómo se describe en el Capítulo 2, secciones 2.3. “Trazabilidad en el agro” en lo que respecta a la trazabilidad digital, -con o sin blockchain-, la adopción en este sector está en un estadio previo con respecto a lo mencionado en esta sección sobre la tecnología Blockchain en general. En los términos de la curva de Rogers de adopción de la

innovación, en la mayoría de las cadenas se considera en etapa de innovación (I. Caram, comunicación personal, 17 de julio de 2023; G. Tinghitella, comunicación personal, 14 de julio de 2023), y en algunos casos muy específicos en la segunda etapa de la curva: early adopters. (E. Esnaola, comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

Web3

Una de las posibles vías de masificación de blockchain es la consolidación y estandarización de la corriente que se conoce como “tercera generación de internet”. Quienes la pregonan, sostienen que es una evolución de la internet que se conoce en la actualidad (2da generación) que busca la descentralización apalancándose en las cadenas de bloques. El valor principal radica en descentralizar internet: establecer una red más justa y reducir la influencia de los grandes jugadores. (Belasco, 2022)

La distinción principal entre Web2 y Web3 se basa en que la primera representa una variante centralizada de la Internet en la cual las compañías ofrecen servicios a cambio de los datos personales de los usuarios, mientras que Web3 es una versión descentralizada de la Internet en la que las aplicaciones descentralizadas operan y se ejecutan sobre la Blockchain. (Ethereum.org, 2022)

La búsqueda de la trazabilidad, con la irrupción de web3, además de ser clave para fines de demostrar prácticas sustentables, también cobra importancia para la activación patrimonial de determinados bienes, que podrán ser utilizados para la obtención de seguros, financiamiento, ser parte de Smart contracts y otros usos posibles. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023; I. Caram, comunicación personal, 17 de julio de 2023; D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023; I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023).

Las opiniones de los expertos sobre estas posibilidades se describen con mayor detalle en capítulo 6, sección 6.2 “El aporte de Blockchain en la trazabilidad”

CAPÍTULO 2: Trazabilidad

2.1. Definición

De acuerdo con la norma ISO 8402, la trazabilidad se refiere a “la capacidad de rastrear la historia y la aplicación o ubicación de una entidad por medio de identificaciones registradas” (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 2015)

La trazabilidad es definida por la Comisión del Codex Alimentarius de la FAO³ como la capacidad de seguir el movimiento de un alimento a través de una o varias etapas específicas de producción, procesamiento y distribución. Esta definición, es la que adopta la agencia estatal Argentina llamada: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA] en su informe “Bases para la Implementación de un Sistema de Trazabilidad”. (2019)

Olsen y Borit (2013) aportan una definición más abarcativa, cuando refieren que la trazabilidad es la capacidad de acceder a cualquiera o toda la información relacionada con un producto que se está controlando, a lo largo de todo su ciclo de vida por medio de su identificación y registro.

2.2. Trazabilidad Blockchain

Blockchain se organiza como una cadena de bloques de datos interconectados. Los datos tienen "huella digital criptográfica" conocida como 'hash' de todos los bloques anteriores, lo que dificulta su manipulación (Babich y Hilary, 2019).

A diferencia de una base de datos centralizada en un sistema ERP (planificación de recursos empresariales), u otra fuente única y accesible, la tecnología Blockchain descentraliza el almacenamiento, y la verificación a un grupo de computadoras distribuidas. (Gurtu y Johny, 2021).

³ La Comisión del Códex Alimentarius, es un organismo de la Food and Agricultural Organization [FAO], de la Organización de las Naciones Unidas [ONU], que tiene por objeto proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos. (FAO, 2005)

Sodhi and Tang (2019) destacan que la tecnología blockchain es la solución potencial que puede ayudar a los consumidores y otros interesados a autenticar un producto si se adopta a lo largo de la cadena de abastecimiento.

Babich y Hilary (2019) consideran que blockchain puede mejorar la cadena de abastecimiento proveyendo: visibilidad, agregado de información, información validada, automatización de contratos y resiliencia en el sistema.

Es importante destacar que trazabilidad, y minado en la blockchain no aseguran veracidad del dato: puede registrarse en el bloque de manera inviolable un dato que en su captura o fue erróneo o corrupto. Esto puede compensarse parcialmente con que los datos son públicos, pero hay que tener en cuenta que existen muchas redes privadas, o datos cifrados en redes públicas. (D. Ponce, comunicación personal, 4 de julio de 2023)

2.3. Trazabilidad en el Agro

El sector en cuestión está altamente distribuido, compuesto de múltiples partes interesadas, incluyendo a muchos actores diferentes, como agricultores, acopios, corredores, exportadores, industriales, mayoristas, distribuidores y tiendas de comestibles. (Kamilaris et al., 2019).

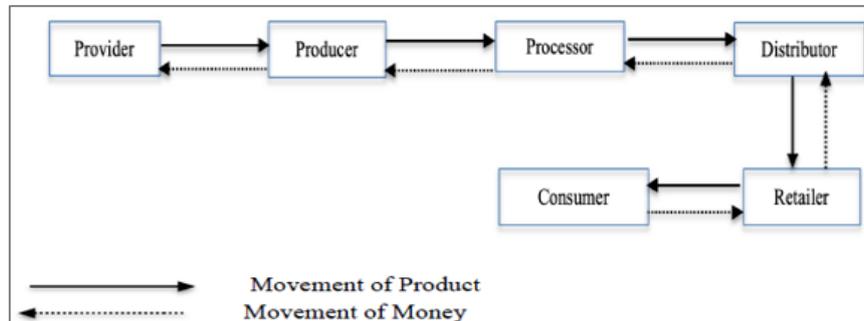
En la agroindustria existente toda clase de información que reside en papeles o en servidores privados y bases de datos de terceros. Esa estructura tiene sus costos de acceso, está sujeta a fraudes o alguna corrupción o error en los datos que puede generar pérdidas financieras y posibles falsificaciones de productos. (Kshetri, 2021)

En general, debido a que los consumidores finales de alimentos desean conocer el origen y el proceso posterior, la industria de los agronegocios es uno de los sectores que más importancia le da a la trazabilidad. (Endeavor y Bain & Company, 2022)

La principal utilización de la Blockchain en los agronegocios se centra en la trazabilidad del producto. Esta implica: capturar, almacenar y transmitir información sobre los productos en todas las etapas de suministro de la cadena agrícola. Esta información permite: 1- generar confianza y transparencia entre los distintos actores, 2- verificar la seguridad y calidad del producto, 3- generar confianza y seguridad en el cliente. (Kshetri et al., 2021)

El circuito representado en la Figura 7, expone simplificadaamente los actores involucrados en los agronegocios (o *supply chain* agropecuaria).

Figura 7: Supply chain agropecuaria



Nota: tomado de A Blockchain based system to ensure transparency and reliability in the food supply chain, por G.Baralla et al., In European Conference on parallel processing. Springer Cham. (pp. 379 - 391)

En la cadena de suministro tradicional, que no resguarda la información generada paso a paso, los consumidores no tienen forma de garantizar la calidad del producto que consumen. Los datos, explica Chandra Sekhar Bhusal (2021) son unidireccionales, donde la parte ascendente de la cadena solo puede interactuar con la parte descendente llevando a que varios actores de la cadena de suministro no tengan suficiente información sobre el producto.

Existe un relativo consenso entre quienes estudian e investigan Blockchain sobre las virtudes que puede tener esta tecnología en la trazabilidad de la cadena agropecuaria. En ese sentido, sostienen premisas como que la incorporación de soluciones Blockchain, acarrea un mejor nivel de confianza sobre las transacciones entre partes distantes, y a menudo desconocidas en las cadenas alimentarias mundiales. (Nascimento et al., 2019)

En la misma línea, sostienen que un plus de la trazabilidad a través de Blockchain (abiertas) es que permitiría que todos los datos de todas las etapas por la que pasa el bien para llegar al consumidor final o cliente sean transparentes. (Fernandez et al., 2020)

La trazabilidad y el control de calidad en cultivo, almacén, inspección a productos y transportes podría incrementar la responsabilidad de todos los involucrados en el proceso, incluyendo proveedores, reguladores y consumidores; ya que todos tienen acceso a verificar o inspeccionar en momentos específicos o cuando lo deseen. (Nascimento et al., 2019). Además, también podría mejorarse la gestión en tiempo real de existencias, entregas y caducidad o desperdicio de alimentos vencidos. (Nascimento et al., 2019)

En Argentina, si bien las autoridades sanitarias sostienen la necesidad de que se utilicen sistemas de trazabilidad para las distintas etapas de la cadena agroalimentaria, no detallan específicamente de qué forma, ni a través de qué medios estas deberían ser implementadas, pudiendo las organizaciones participantes de esta cadena optar entre una multiplicidad de sistemas, herramientas (procedimientos, manuales, tecnologías con soportes informáticos, electrónicos, etc.) y otras alternativas para identificar los productos y capturar los datos. (SENASA, 2009)

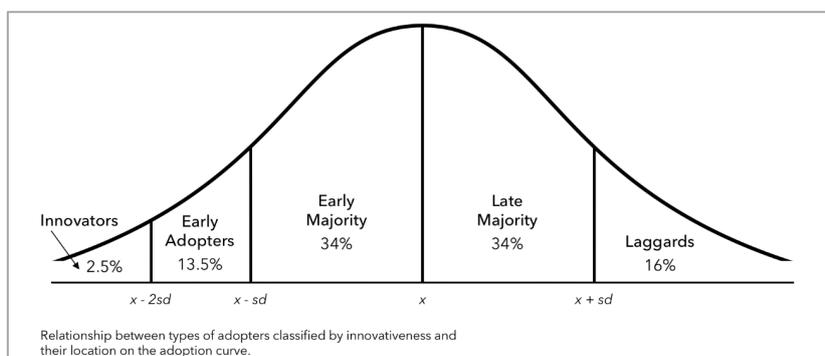
Una de las alternativas de trazabilidad integrada, que está cobrando fuerza al momento en el que se realiza la presente investigación es la iniciativa privada intersectorial denominada MRV de la asociación VISEC, descrita en detalle en la sección: 2.5 Política europea de Cero deforestación.

Madurez y estadio actual curva de adopción innovación

La curva de adopción de la innovación desarrollada por Everett Rogers resulta una referencia frecuente a la hora de intentar explicar en qué etapa o estado se encuentra una tecnología o productos tecnológicos en cuanto a su adopción por parte del mercado.

Los casos de uso de trazabilidad digital en el agro siguen siendo innovaciones, y responden al primer estadio en la curva de innovación, no se ha llegado al segundo estadio “early adopters”. Es un proceso, y lleva tiempo en que aumente el número y se pase de etapa. Podría acelerarse el transcurso en la curva, ajustando en comunicación entre los sectores” (G. Tinghitella, comunicación personal, 14 de julio de 2023)

Figura 8: Curva de Adopción de la Innovación (o de Rogers)



Nota: tomado de *Diffusions of Innovation*, por E. Rogers, 2003, New York: Free Press, 5th ed. p281

Para Ismael Caram, Head of Crypto Assets de Matba-Rofex, aparecen pocos casos masificados y los proveedores de soluciones estan más enfocados en el armando del soporte tecnológico. (comunicación personal, 17 de julio de 2023)

En cuanto a que escale la adopción masiva de este tipo de soluciones, Ignacio Casanovas cofundador de Capazeta interpreta que es un Océano azul, que puede convertirse en rojo en poco tiempo ⁴. (comunicación personal, 5 de julio de 2023)

Respecto a la comparativa con otros sectores, el Agtech se está desarrollando más lento que el mercado de las Fintech, pero más rápido en su adopción tecnológica que las Insurtech, es decir que las propuestas de seguros con base tecnológica. (F. Uranga, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

Acerca de la velocidad en la adopción el sector requiere inversiones grandes, y en algunos casos la espera de ciclos y tiempos biológicos para que innovaciones en la agricultura tengan impacto y pueda validarse, a riesgo por ejemplo de perder toda una cosecha. (J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023).

Ezequiel Esnaola, de la empresa argentina de trazabilidad blockchain Ucrop.it menciona que los casos más avanzados en adopción de trazabilidad digital tienen que ver con compañías grandes y globales que estan integradas, por lo que les es facil seguir desde su originación al producto la calidad y el impacto ambiental de lo que luego ponen en góndola . A lo largo de la curva de Rogers, a estos segmentos los ubica ya en etapa de early adopters. Sin embargo, en términos masivos o generales, estamos en un momento de tensión en la cadena: por un lado, los consumidores empoderados, la agenda global medioambiental y por otro lado los eslabones de la cadena agroalimenticia desarrollándose con las barreras que se detallan en el capítulo 6, sección 6.3. Hay industrias que tienen más cultura de trazabilidad, y otras que no; pero todas tienen el tema trazabilidad en agenda. (comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

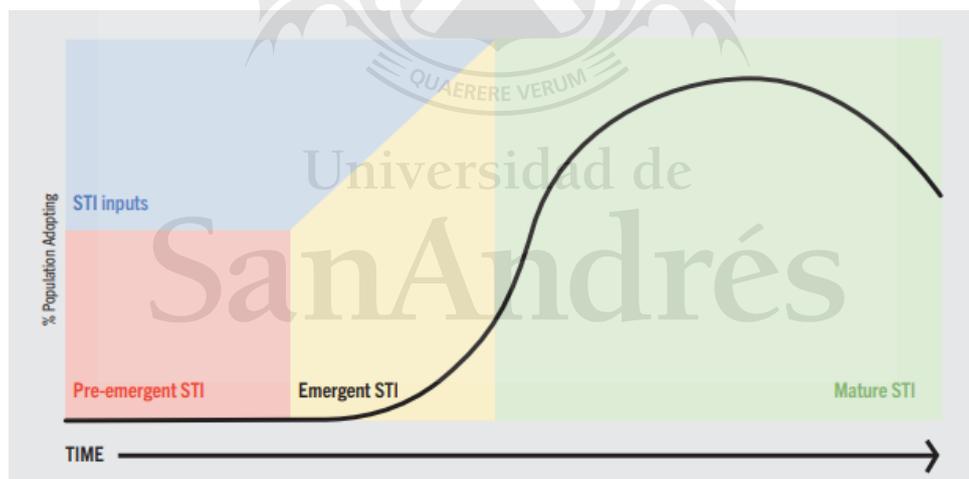
⁴ En referencia al libro “La Estrategia del océano azul” de Chan Kim y Renée Mauborgne.

Nota del tesista: El mundo de los negocios en su mayoría equivale al océano rojo, regido por la competencia entre las empresas y muchos actores. Por el contrario, la estrategia del océano azul busca ampliar el mercado a través de la innovación con propuestas que nadie esté explotando.

Tipos de tecnologías según su madurez.

En todos los sectores, el proceso de desarrollo y difusión de tecnología sigue un patrón dinámico estándar. En los sistemas agroalimentarios pueden reunirse datos y analizarse a través de cuatro etapas distintas de desarrollo y difusión de "ciencia, tecnología e innovación (STI)" que abarcan acumulativamente años, a menudo décadas. Las fases comienzan con (i) los insumos para la ciencia, la tecnología y la innovación en los sistemas agroalimentarios (por ejemplo, inversiones financieras y capital humano, físico y social para I+D), que generan (ii) formas pre emergentes de ciencia, tecnología e innovación, es decir que están siendo activamente desarrolladas, pero aún no se utilizan fuera de la comunidad de desarrolladores. Un subconjunto de estas logra ganar tracción y convertirse en (iii) STI emergente, de uso observable al margen del control de los investigadores, y estas pueden llegar a convertirse finalmente en (iv) STI madura; paso previo a, en muchos casos, volverse obsoleta. (FAO, 2022; J.M. Vergara, Comunicación personal, 2/8/2023)

Figura 9: Tipos de tecnologías según su madurez



Nota: Adaptado de *Introducing the Agrifood Systems Technologies and Innovations Outlook*, por FAO, 2022, Rome FAO. Pag 16. (<https://www.fao.org/3/cc2506en/cc2506en.pdf>)

Con la adopción de soluciones de trazabilidad digital en el sector agropecuario, la ciencia tecnología e innovación parecería estar iniciando la etapa (iii) STI emergente, de uso observable por fuera del control de los investigadores y expertos, y lejos todavía de convertirse en una (iv) STI madura. (J.M. Vergara, Comunicación personal, 2/8/2023)

2.4. Certificaciones y certificadoras

Cada vez más, los mercados demandan el cumplimiento de normas internacionales de calidad. Tanto la Unión Europea, como Estados Unidos, Canadá y otros países desarrollados, requieren alguna forma de garantía, de rigurosidad creciente, en términos de inocuidad y calidad desde el origen de los productos que ingresan a sus mercados, en un número considerable provenientes de Latinoamérica. Los elementos que se exigen se han ido extendiendo de factores de sostenibilidad de la tierra y los recursos naturales (buenas prácticas con los animales y prácticas sustentables del suelo), a otras características relativas al respeto del ser humano (cómo condiciones laborales de los productores). Estas crecientes exigencias reflejan la importancia de cumplir con estándares internacionales para asegurar la calidad y la seguridad alimentaria, así como para mantener la competitividad en estos mercados de alto nivel. (Mondragón, 2017; 2015)

La certificación es un proceso en el cual una entidad externa e independiente proporciona una garantía por escrito de que un producto, proceso o servicio cumple con determinadas normas⁵. Se puede considerar la certificación como una forma de comunicación a lo largo de la cadena de suministro. Al recibir un certificado emitido por una entidad independiente, el comprador obtiene evidencia de que el proveedor cumple con requisitos específicos, lo cual puede resultar más persuasivo que una simple garantía ofrecida por el proveedor. (Dankers, 2004)

Para asegurar y garantizar la competencia de los certificadoras en la ejecución de sus programas, se lleva a cabo una evaluación y acreditación por parte de organismos autorizados: estos organismos pueden ser instituciones gubernamentales o paraestatales encargadas de evaluar el cumplimiento lineamientos establecidos. Los organismos responsables de establecer las normas también pueden otorgar acreditaciones a organismos de certificación específicos en su área de competencia e ir evaluando si los métodos de verificación son correctos o satisfactorios. (Dankers, 2004)

⁵ De acuerdo con La Organización Internacional de Normalización [ISO] las normas son: “*acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas y otros criterios precisos para su uso consecuente como reglas, directrices o definiciones, con el objetivo de asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios sean apropiados a su fin*” (ISO, 1996).

La etiqueta desempeña un papel fundamental como herramienta de comunicación con el consumidor en la etapa final de la cadena de suministro. El etiquetado debe contar con un sólido sistema de certificación libre de conflictos de interés, y debe ser transparente, es decir, que permita acceder a información sobre el contenido, la organización que respalda la etiqueta, y proporcionar un espacio para recibir feedback o comentarios. (Rangan, 2002)

Para que los participantes vinculados a la agroindustria y a las agroexportaciones puedan demostrar calidad alimentaria, prácticas ecológicas, productos orgánicos, biológicos y producción integrada existe un gran número de certificaciones.

Referidas a determinados procesos o cumplimiento de estándares se destacan: Global GAP, BASC, BRC Food safety, HACCP, IFS, BPM y LEAF por mencionar algunas.

En cuanto a certificaciones que se enfocan en la responsabilidad social, integridad de trabajadores y cuidado del entorno, son reconocidas las siguientes: BASCI, The Global Compact, Fairtrade, ABE, For Life, e ICS, entre otras.

En Argentina, entre otras tantas iniciativas, existe un programa llamado “Alimentos Argentinos, una elección natural” que es un sello otorgado por el Ministerio de Agroindustria que cumpla con las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), de Manufactura y/o el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), según corresponda en cada caso. En estos casos la certificadora habilitada OIA, audita el respectivo Protocolo de Calidad, determinando su cumplimiento para la cesión del Sello. (Organización Internacional Agropecuaria [OIA], s.f.)

Existen iniciativas para certificaciones, que han surgido directamente asociadas a los actores que se vinculan en las distintas etapas del mercado de un producto o bien específico. Tal es el caso de RTRS -Round Table on Responsible Soy Association-, organización no gubernamental fundada en Zurich (Suiza) que, mediante la cooperación de los participantes claves de la cadena de valor de la soja, promueve la producción, comercio y uso responsable de este grano a través de: una plataforma de diálogo global sobre soja responsable; y el desarrollo, implementación y verificación de estándares de certificación mundial. (Round Table on Responsible Soy Association [RTRS], s.f.)

“El Estándar RTRS para la Producción de Soja Responsable es un esquema de certificación holístico formado por cinco principios y 108 indicadores de cumplimiento progresivo y obligatorio” (RTRS, s.f.)

Otro estándar internacional, que no es exclusivo de la soja, pero si se relaciona en nuestro país principalmente con esta legumbre, son las normas EPA. Estas exigen que todos los combustibles, aditivos, pesticidas y algunos productos químicos para uso en exteriores que se producen, importan o comercializan en los Estados Unidos, deben cumplir con ciertos estándares específicos. Esta organización (y las empresas certificadoras homologadas) velan por el cumplimiento con inspecciones y pueden tomar medidas contra quienes las infringen. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, s.f.). EPA es un estándar más exigente que otros, debido a que exige segregación, habilitación de establecimientos intermedios, trazabilidad de la carta de porte, etcétera. (N. Bisang, comunicación personal, 12 de julio de 2023)

En el agro argentino algunas empresa exportadoras exigen en determinadas ocasiones cumplimiento de 2BSvs (Biomass Biofuels Sustainability voluntary scheme), esquema de certificación de origen francés y aplicación en la Unión Europea, que está dirigido hacia la generación sostenible de biomasa, siendo especialmente aplicable a quienes se dedican a la producción de biocombustibles, proveedores, comerciantes y cooperativas con relacion a materias primas de origen orgánicos, abarcando también productos agrícolas. (Control Union, s.f.). En el caso local, el biodiesel es generado a partir del cultivo de soja como materia prima, más específicamente el principal insumo es el aceite de soja. (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Economía de la República Argentina, s.f.)

Natalia Bisang, analista de sustentabilidad, miembro del equipo de Cargill en Argentina, indica que la compañía tiene ambos programas: EPA, y 2BSvs; y que el control hacia los actores de la cadena anteriores, lo hacen a través de una de las certificadoras referentes. También hay otras iniciativas que no responden a exigencias internacionales si no que son propuestas de valor fomentadas por la empresa cómo 3S: para harina de soja dónde con la colaboración de

Aapresid⁶ en las verificaciones buscan fomentar buenas prácticas en el sector. (comunicación personal, 12 de julio de 2023)

Algunas de las empresas certificadoras más importantes que trabajan en la agroindustria son las siguientes:

- SGS: Empresa líder a nivel mundial en servicios de inspección, verificación, prueba y certificación. Ofrecen una amplia gama de certificaciones relacionadas con la calidad, seguridad alimentaria, sostenibilidad y trazabilidad en la cadena de suministro. (SGS, s.f.)
- Bureau Veritas: Compañía global especializada en servicios de certificación, inspección y ensayo. Ofrecen certificaciones en áreas como la calidad de los alimentos, seguridad alimentaria, cadena de suministro, buenas prácticas agrícolas y normas específicas de la industria. (Bureau Veritas, s.f.)
- Intertek: Empresa multinacional que ofrece servicios de certificación, inspección y pruebas en diversos sectores, incluida la agroindustria. Proporcionan certificaciones relacionadas con la calidad, seguridad alimentaria, gestión ambiental y sostenibilidad. (Intertek, s.f.)
- NSF International: Organización independiente que se especializa en la certificación de productos y sistemas relacionados con la seguridad alimentaria, calidad y sostenibilidad. Ofrecen certificaciones ampliamente reconocidas como las normas NSF/ANSI para equipos de procesamiento de alimentos. (NSF, s.f.)
- Control Union: Certificadora global que se centra en la sostenibilidad, la seguridad alimentaria, la calidad y la cadena de suministro. Ofrecen certificaciones como GlobalGAP, Fairtrade y Rainforest Alliance, entre otras. (Control Union, s.f.)

Algunas soluciones de trazabilidad blockchain en Argentina, habilitan la opción de cargar o integrarse con certificaciones emitidas por las empresas certificadoras, en el contexto de los hitos y documentos que permiten subir para que posteriormente sean minados en alguna cadena de bloques. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023; E. Esnaola, comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

⁶ Aapresid es la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa: cuya misión es “Impulsar sistemas de producción sustentables de alimentos, fibras y energía, a través de la innovación, la ciencia y la gestión del conocimiento en red” (Aapresid, s.f.)

2.5. Política europea de Cero deforestación

De todas las características y elementos que son susceptibles de demostrar a través de la trazabilidad, emergen como los prioritarios a la hora de ajustarse a las exigencias internacionales en el más corto plazo los siguientes: la libre deforestación de las tierras dónde los productos fueros primarios fueron extraídos / criados, procesados y modificados; y los derechos humanos relacionados a las actividades anteriores.

El 29 de junio de 2023, entró en vigor en la Unión Europea (UE), la Regulación “UE 2023/1115”: reglamento sobre productos libres de deforestación. Esta aborda la comercialización e importación (o exportación, desde la perspectiva argentina) de ciertas materias primas y productos relacionados con la deforestación y la degradación forestal con los siguientes objetivos:

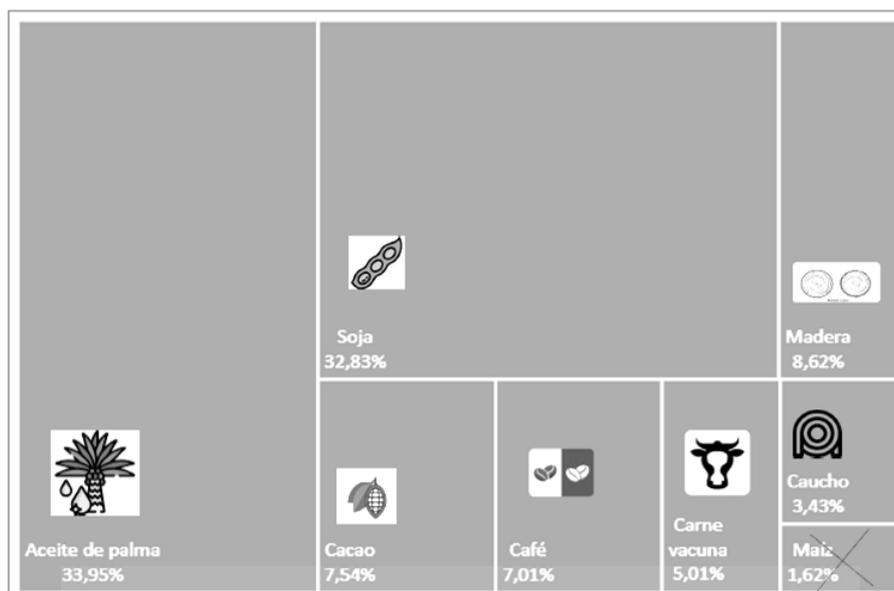
- minimizar la contribución de la UE a la deforestación y degradación forestal en todo el mundo, a partir del consumo o producción de las materias primas pertinentes y sus productos subproductos o derivados.
- Reducir la huella de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la UE, a partir del consumo o producción de las materias primas pertinentes y sus productos subproductos o derivados. (Frávega et al., 2023); (European Union, 2023)

Se aplicará a productos que contengan, hayan sido producidos con o elaborados a partir de, las siguientes materias primas: ganado bovino, cacao, café, palma aceitera, caucho, soja y madera. (Bergero et al., 2023)

Respecto a los productos que se vuelven prioritarios a la hora de poder trazar y demostrar libre deforestación la soja y la carne vacuna son los más críticos a partir de cómo se componen las exportaciones de la República Argentina para con la Unión Europea y el mundo. -Ver figura 10-. Los 2 productos preseleccionados soja y carne vacuna abarcan las siguientes formas:

- Soja: grano de soja entero o partido, harina y sémola de soja, aceite de soja y sus fracciones, tortas de aceite y otros residuos sólidos.
- Carne vacuna: ganado en pie, carne vacuna y despojos, cueros y pieles en bruto y curtidos de bovinos, cuero de bovino preparado despues del curtido. (Bergero et al., 2023)

Figura 10: Porcentaje individual de deforestación incorporada en la UE de 8 productos a regular



Nota: Se describe el porcentaje individual de relevancia en cuanto a la deforestación incorporada a la UE de los 8 productos seleccionados a regular (previo a que se desestimara el maíz, quedando 7 productos).

Tomado de: *Deforestación, nuevas regulaciones y estrategia argentina* [presentación de contenido], por P. Bergero et al., 2023, Conversatorio Encuentros en la Bolsa de Comercio de Rosario, Rosario, Argentina.

En cuanto a las obligaciones que implican cumplir con la regulación, el reglamento europeo (EUDR por sus siglas en inglés) señala que el 30 de diciembre de 2024, las materias primas y productos antes mencionados solo se podrán introducir, comercializar y exportar desde la UE si se acredita el cumplimiento de los siguientes tres requisitos:

1. No ser obtenidos o transformados en tierras donde se haya experimentado deforestación posterior al 31 de diciembre del 2020.
2. Deben ser manufacturados de acuerdo con la legislación aplicable en el país de origen.
3. Respaldados con una declaración de diligencia debida que demuestre los puntos 1 y 2, y que esta información está validada por traders e intermediarios que responden por el proceso de ingreso a Europa. (Frávega et al., 2023)

La región europea si bien es la más avanzada, no es la única que se encuentra llevando adelante iniciativas relacionadas con el resguardo de la biodiversidad y los bosques a partir de la extracción producción, y transformación de productos primarios y derivados de estos. Estados Unidos lleva años trabajando en una propuesta desde 2021 llamada Ley "Forest" (Fostering Overseas Rule of Law and Environmentally Sound Trade) mientras que Reino Unido

se avanza en la Ley de Medio Ambiente, que todavía no fue reglamentada. (Weiss et al., 2021; Bergero et al., 2023)

Por lo pronto, la principal diferencia entre la reglamentación europea y las otras, es que la europea es la más restrictiva y no permite la deforestación ni siquiera cuando esta sea legal. (Weiss J. et. al, 2021; Bergero, P. et. al, 2023)

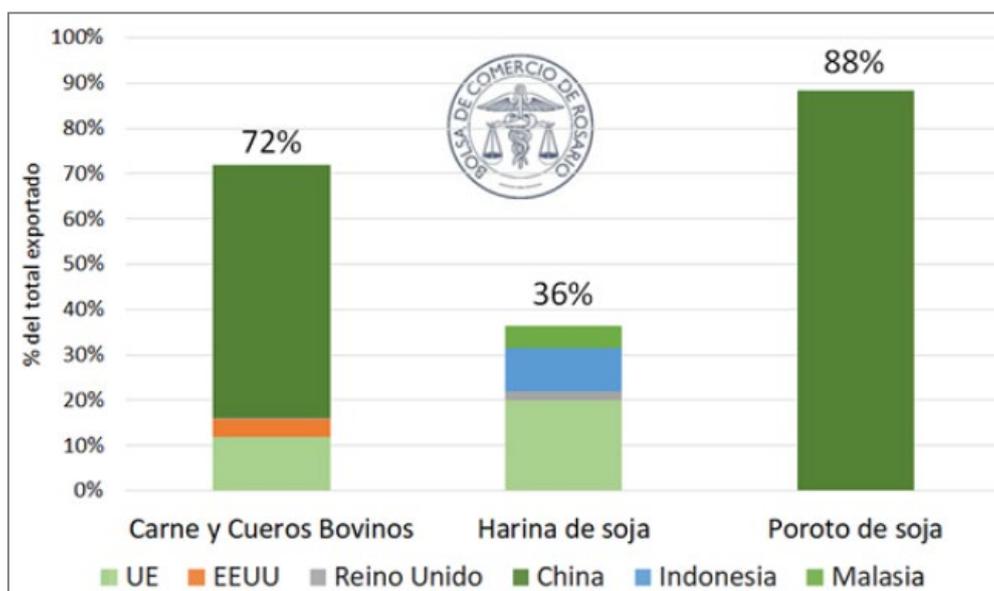
En el estadio inicial en el que están las medidas es posible que en el corto plazo experimenten cambios y transformaciones importantes, respecto a las exigencias y requisitos originales. (Weiss J. et. al, 2021)

Por otro lado, es posible que este tipo de medidas conduzcan a un aumento considerable de los gastos para los productores y/o compradores de los productos primarios y sus derivados, llegando incluso a dificultar el acceso al mercado en determinadas situaciones. (Weiss J. et. al, 2021)

En lo que respecta a Argentina, entendiendo sus exportaciones actuales a la Unión Europea, y el potencial efecto contagio que puede darse a partir de que este tipo de regulaciones pioneras se vuelvan estándar y sean adoptadas o inspiren a otros países y regiones que son mercados receptores de exportaciones alimentarias nacionales (y de biocombustibles) se vuelve muy relevante poder cumplir con las exigencias que marca esta regulación. (Bergero et al., 2023; D. Biolatto, comunicación personal, 31 de julio de 2023; D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023). Si se diera el caso de que exigencias similares a la europea se extendieran en alguno de los otros compradores de Argentina en estos productos el impacto de la trazabilidad a demostrar, sería muy significativo. La deforestación ha estado en agenda en reuniones durante el 2023 entre presidentes de China y Brasil; e Indonesia y Malasia también apuntan a intensificar el control y ordenar sus cadenas de producción que puedan implicar deforestación, ya que son responsables de más del 85% del comercio mundial de aceite de palma. Por esto, es esperable que en el mediano plazo comiencen a avanzar en iniciativas análogas a las de la UE en estos países. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2023).

En ese escenario planteado, el 72% de las carnes y cueros bovinos, el 36% de la harina de soja y el 88% del poroto de soja que se exporta desde Argentina, estaría alcanzado y debería cumplir regulaciones como la mencionada europea. -Ver figura 11-

Figura 11: Importancia en productos afectados si se incluyen otros destinos de exportación



Nota: El gráfico expresa la importancia de la incidencia en las exportaciones de los 3 productos mencionados, si los países y regiones UE, EE. UU., Reino Unido, China, Indonesia, y Malasia adoptaran medidas análogas a la propuesta por la Política Europea.

Tomado de *¿Cómo nos impacta la normativa europea de deforestación?*, Bolsa de Comercio de Rosario, 2023. Informativo Semanal, Edición 2112. <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/como-nos>

Proyecto de VISEC: Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación

La trazabilidad completa requiere la disposición de todos los agentes que participen en la cadena de valor, de formar parte del sistema y de proveer data certera y oportuna. Con que uno no quiera, la trazabilidad no se conseguiría. La creación de consorcios o alianzas industriales podría facilitar la adopción de estándares comunes y la compartición de los costos iniciales. (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023). Se necesitan estrategias integrales, ya que con falta de articulación en la cadena puede haber empresas interesadas, pero de aun eslabón por vez no tiene el impacto deseado. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023)

Un caso concreto que aspira a ser ejemplo de aplicación es la plataforma para soja libre de deforestación llamada MRV (Monitoreo, Reporte y Verificación) que está desarrollando en consorcio intersectorial VISEC. Reúne a “diversos actores de la cadena de valor de la soja: productores y asociaciones de productores, procesadores, exportadores, acopiadores, corredores, cadenas minoristas y mayoristas, organizaciones de la sociedad civil, proveedores

de insumos y servicios, entidades de gobierno, organizaciones académicas e instituciones de investigación". (Visión Sectorial del Gran Chaco Argentino [VISEC], s.f.)

Este proyecto se propone a dar solución la cadena de valor de la carne vacuna y la soja, de manera integrada, haciendo más eficientes los esfuerzos y evitando silos de información, empezando por las exigencias más urgentes que vienen del mercado europeo (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023; D. Biolatto, comunicación personal, 31 de julio de 2023).

La plataforma MRV de VISEC intenta estar a disposición como iniciativa desde Argentina para que no se espere que se termine de reglamentar las leyes para empezar a prepararse y ofrecer soluciones, especialmente entendiendo que la Normativa entra en ejecución para enero 2025. (Bergero et al., 2023)

A priori, MRV no adoptaría Blockchain para el resguardo de la información, pero permitiría integrarse con soluciones que resguarden determinada información en blockchain y certificadoras tradicionales. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023; D. Biolatto, comunicación personal, 31 de julio de 2023).

En el sector, también están quienes interpretan que la legislación europea pide una serie de cuestiones para las cuales la mejor respuesta sería a través de soluciones de cadenas de bloques. Entre los elementos exigidos y que blockchain podría responder muy bien están: el due dilligence, resguardo de la información por un determinado periodo, libre desforestación, cumplimiento de regulaciones locales, derechos humanos y otros elementos más a constatar por el importador. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023; I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

CAPÍTULO 3: El “Agro” en Argentina.

3.1. La importancia del sector

El sector agropecuario es aquella parte de las actividades económicas relacionadas con la transformación de los recursos naturales en productos primarios. (Di Ciano, 2016). Si nos extendemos más allá en la cadena, incluyendo las actividades posteriores a la extracción de los productos, nos encontramos con un concepto más abarcativo y muy extendido en su utilización: Agroindustria (agro). La cadena agroindustrial incluye: el eslabón primario, más el eslabón industrial de manufacturas de origen agropecuario), e incluye también servicios comerciales, transporte, logística y servicios conexos (FADA, 2022)

Las cadenas de valor que comprenden al mundo agropecuario son fundamentales para la economía argentina, y esto puede ser interpretado a partir de la relevancia que tiene este sector en diversas variables o indicadores como la balanza comercial, en la generación de empleo, en el aporte al fisco y por su impacto en el producto bruto interno.

En cuanto a la recaudación fiscal, la cadena agroindustrial argentina aporta al Estado Nacional año a año entre el 20 y el 24% de la recaudación total. Esto quiere decir, que, si se considera la serie que va del 2015 al 2021, todos los años la agroindustria aportó 1 peso de cada 4, o 1 peso de cada 5 de lo recaudado para las arcas del país. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022)

Al considerar la variable empleo, contabilizando empleos directos e indirectos el sector produce 2 de cada 10 puestos de empleo privado. Y si se contabiliza empleo en general, el porcentaje de este sector explica casi 1 de cada 4 empleos: 24% del empleo nacional. (FADA, 2022). Los empleos pueden desagregarse según la actividad: El 41% de las personas están empleadas en el sector primario, el 27% en el procesamiento industrial, el 29% en el comercio mayorista y/o minorista de productos agroindustriales o alimentarios y un 3% están empleadas en transporte, almacenamiento y servicios relacionados. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022)

La importancia del sector para la economía es especialmente destacada en lo que refiere a la generación de divisas para la balanza de pagos (balanza comercial). El año 2022 cerró con 88.268 millones de dólares en exportaciones totales (récord histórico en exportaciones de

Argentina), y las cadenas agroindustriales aportaron el 63% (55.516 millones de dólares). En otras palabras, prácticamente 3 de cada 5 dólares que ingresan al país, provienen de este sector. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2023)

Así mismo, resulta muy significativa la proporción del sector con relación a la actividad económica general en el país, ya que la participación relativa de la Agroindustria en el Producto Bruto Interno (PBI) es año tras año es de casi el 20% (18,3% en el 2020 y 17,4% en el 2021). (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022)

3.2. AgTech

AgTech, es un término compuesto que está formado a partir de las palabras en inglés: agriculture (agricultura) y technology (tecnología). Roberto Bisang y otros lo definen como el “conjunto de servicios basados en tecnologías digitales que pueden ser brindados a lo largo de diversos eslabones de la cadena productiva agrícola-ganadera, incluyendo desde las fases de producción a campo, hasta la industrialización y posterior comercialización.” En consecuencia, se diferencia con la definición de Agricultura de precisión que describe el Departamento de Agricultura de USA (United States Department of Agriculture, [USDA]), que es un concepto más restringido, y que no incluye eslabones que exceden lo que es estrictamente la producción a campo. (Bisang et al., 2022).

Dentro de la bibliografía específica del tema, existe consenso en la interpretación del concepto Agtech. Por ejemplo, Trigo y otros (2018), coinciden en describir a los emprendimientos o empresas Agtech a aquellas que proveen servicios intensivos en conocimiento basados en tecnologías digitales para las diversas etapas de las cadenas agroalimentarias, desde la producción a campo hasta las fases de industrialización, logística y comercialización.

En otras palabras, se considera empresas Agtech aquellas en las cuales el core del negocio pasa por el desarrollo de plataformas digitales, software o servicios informáticos especializados para el agro. (Lachman et al., 2021; 2022).

Otro término muy similar, que en determinados contextos es utilizado como sinónimo de Agtech, es: Agro 4.0. Este refiere al uso de tecnologías emergentes para el desarrollo de

servicios o productos para su aplicación en las cadenas de valor de la agricultura, la ganadería y demás actividades productivas de base biológica. (Lachman et al., 2021)

Años atrás, los efectos de la tecnología sobre las distintas cadenas de valor traían eficiencia, cambiaban los procesos, pero no modificaban los productos. Sin embargo, las tecnologías digitales actuales y futuras están revolucionando a los servicios, los participantes, los modelos de negocios y también evolucionando los productos. (Porter y Heppelmann, 2014).

Desde hace aproximadamente una década, comenzaron a emerger una serie de emprendimientos basados en tecnologías disruptivas las cuales pueden aplicarse sobre los diversos eslabones de la cadena agrícola, ganadera o alimenticia: BigData, Inteligencia Artificial (AI), Internet of things (IoT), blockchain, entre otros. (Bisang et al., 2022).

Estamos en presencia de un avance y consolidación sin precedentes que se enfoca fuertemente en la recopilación de datos de alta calidad, potente capacidad de análisis, eficiencia en la gestión de los recursos, y mejor toma de decisiones de las organizaciones. (Arcia Porrúa, 2020)

Esta corriente innovadora no solo se apoya en las nuevas tecnologías que están convergiendo globalmente para impulsar una agricultura más sustentable y eficiente, sino que también es impulsado por otros factores fundamentales y complementarios como lo son el cuidado del medio ambiente, nuevas demandas de los consumidores, políticas públicas, y dinámica propia de los productores agrícolas. (Vitón et al., 2018)

3.3. Ecosistema AgTech argentino

El sector agroindustrial está altamente distribuido, compuesto de múltiples partes interesadas, incluyendo a muchos actores diferentes, como agricultores, acopios, corredores, exportadores, industriales, mayoristas, distribuidores y tiendas de comestibles (Kamilaris et al., 2019).

En la actualidad, y para hablar del fenómeno Agtech, es necesario interpretar al sector cómo parte de un ecosistema, en el que el contexto, el ambiente y los actores implican mayor complejidad.

La transformación tecnológica abordada en la sección anterior “AgTech” afecta tanto a la forma en que se organizan las empresas, el vínculo con los proveedores, los consumidores, la generación de bienes, servicios y nuevas actividades, impactando fuertemente en la definición de la matriz productiva y tecnológica de los países; consecuentemente se van creando nuevos modelos de negocios y redes colaborativas entre organizaciones incumbentes, y nuevos actores. (Basco et al., 2018)

El término “ecosistema” es muy utilizado en el mundo del emprendedorismo, para referirse al entorno socioeconómico que termina siendo relevante para promover el espíritu innovador, para facilitar que los emprendimientos emerjan y escalen, etcétera. Además del sector emprendedor, el ecosistema está integrado por instituciones de técnica y ciencia, incubadoras y aceleradoras, fondos de inversión, y otros organismos de la sociedad civil que ayudan a divulgar las nuevas tecnologías y acercarlas a las oportunidades de negocios. (Bisang et al., 2022).

De acuerdo con el estudio de Lachman y otros (2022) el ecosistema se compone de la siguiente manera:

Los startups: Son el tipo de conformación empresaria que está a la vanguardia en el desarrollo de las soluciones innovadoras en el agro, por su versatilidad y velocidad para encontrar soluciones a problemas específicos que se identifiquen en el mercado, porque pueden recibir apoyo en aspectos críticos relacionados con el desarrollo y validaciones (de parte de universidades, centros tecnológicos, etc.) y porque están dispuestos a ser acelerados. Poder recibir apoyo externo en aspectos críticos del desarrollo o validación de las tecnologías (en universidades, centros tecnológicos, etc.), participar en espacios de incubación o aceleración. Los productores suelen ser fundadores de los emprendimientos, pero la disponibilidad de fondos provenientes de CR (capital de riesgo) y CVC (corporate venture capital) son centrales para el despliegue y crecimiento de las empresas.

El capital inversor: Capital de Riesgo (CR) y el Venture Capital corporativo (CVC): El CR en el segmento de emprendimientos basados en tecnologías disruptivas para el agro vienen experimentando un proceso de fuerte crecimiento desde 2013, alcanzando en 2020 la cifra global de 7.900 millones de dólares. El CVC por su parte,

que refiere a fondos conformados por una o más empresas grandes, sigue el mismo patrón que las CR (AgFunder, 2021).

Las empresas de maquinaria agrícola e implementos y las compañías de biotecnología: Las de maquinaria potenciadas la creciente tendencia de dispositivos interconectados y con cierto grado de autonomía para la realización de tareas. Las empresas de insumos biotecnológicos que ingresaron en este mundo con una estrategia fuerte de compra de startups.

Otros actores que nutren y complejizan la red:

Instituciones públicas o mixtas de Ciencia y Tecnología, que contribuyen a desarrollar y transferir nuevos algoritmos, software y hardware; a formar a recursos humanos en estos campos de conocimiento; y acompañan a las empresas en procesos de ideación y validación de tecnologías, entre otras actividades.

Incubadoras, que contribuyen en etapas tempranas a definir la propuesta de valor, el modelo y el plan de negocios, generando vinculaciones con referentes tecnológicos y comerciales, potenciales usuarios y fondos de inversión

Facilitadores, se pueden destacar diversas instituciones que están orientadas a promover la sinergia del ecosistema, en particular vinculando a los oferentes de tecnologías 4.0 con sus eventuales demandantes (como polos tecnológicos, y asociaciones civiles.)

Estado y marco regulatorio: La orientación de las políticas públicas podría estar dirigida tanto al desarrollo emprendedor como a la atracción de las firmas globales con el fin de que instalen en el país sus centros de I+D para el desarrollo de tecnologías 4.0 para el sector.

Sumado a estos actores protagonistas para el mundo Agtech, existen una serie de factores con presencia prácticamente universal, que constituyen un entorno favorable y propicio para que este ecosistema recién descrito y sus propuestas de valor prosperen. Vitón y otros (2018) encuentran en los siguientes factores los fundamentos para el fenómeno Agtech:

La Convergencia tecnológica: en referencia al conjunto de tecnologías crecientes, cada vez más baratas, más ágiles de desarrollar y con cada vez mayor potencia en influencia y aplicabilidad en el mundo de la agricultura y alimentación.

Medio ambiente: Los efectos del cambio climático y el calentamiento del planeta, en conjunto con la degradación de recursos naturales básicos para la agricultura como lo son el agua y el suelo, y el deterioro de la biodiversidad, convergen en que impulsar tecnologías que potencien prácticas más sostenibles y eficientes se vuelve crítico.

Consumidores: Tanto el aumento del consumo, como corrientes de mejor alimentación y alimentación sustentable en su producción también constituyen estímulos para el crecimiento sostenido y sostenible de agricultura y alimentos orientados hacia la seguridad alimentaria, con alimentos sanos.

Políticas públicas y marco regulatorio: La reducción del cambio climático, el cuidado de los recursos de la naturaleza y la seguridad alimentaria son elementos importantes que dan lugar a políticas públicas que atiendan las nuevas necesidades y demandas de la sociedad. Ya comienzan a ser visibles reclamos públicos sobre los métodos de producción agrícolas y alimenticios, que necesariamente promoverán soluciones biológicas, de trazabilidad y mayor foco en gestión de deseos y pérdidas en la cadena.

Productores: Los trabajadores agropecuarios – pequeños, medianos y grandes – absorben la presión medioambiental, las expectativas crecientes de los consumidores y el aumento de ciertas regulaciones públicas a la hora de actuar y tomar en este contexto. Se suman a estos factores la presión de los márgenes de la actividad y el creciente entendimiento de las tecnologías.

Sobre el tema de los consumidores y el medio ambiente, en sintonía con los autores citados, Lino A. Clemente Rincón (2020) también resume cuales son los factores que requieren de nuevas formas sostenibles y limpias de hacer las cosas: “creciente población mundial que alcanzará los 9 mil millones para 2050; el cambio climático y el calentamiento global; la degradación ambiental; las cambiantes demandas del consumidor; los recursos naturales

limitados; los desechos alimentarios; problemas de salud del consumidor y enfermedades crónicas, entre otras”

3.4. Actualidad AgTech en la región

En los últimos años, América Latina y el Caribe han experimentado un crecimiento en la innovación tecnológica de Agtech atravesando los sectores de agricultura y alimentación, y dicho fenómeno continua y se expande por toda la región en los distintos sectores productivos. (Vitón et al., 2018)

La región de América Latina en general, y Argentina en particular, es testigo de un importante auge de empresas que se ubican en este novedoso segmento. (Lachman y López, 2022).

Como señalan Vitón y otros (2018) Brasil y Argentina concentran 3 de cada 4 emprendimientos, por lo que lideran esta ola innovadora. Además, destacan que esto es producto de:

- Mercado local de gran escala,
- Ecosistemas que potencian los emprendimientos que se basan en tecnología,
- Masa crítica de profesionales enfocados en la agricultura extensiva,
- Tendencia de los Recursos humanos de esos países a mayor especialización, más verticalizados,

En este contexto, por lo expresado en la sección “3.3.Ecosistema AgTech argentino”, en conjunto con lo expuesto en los párrafos previos, se interpretan las variables que provocan que las iniciativas Agtech en la región encuentren terreno fértil para desarrollarse y consolidarse.

Sector Agtech en Argentina abarca a 135 emprendimientos, que en el 2021 empleaban a 1.300 trabajadores (Lachman et al., 2021)

En el año 2021 en Argentina se identificaron 28 fondos de capital emprendedor. Dentro de estos fondos, más de la mitad (17) tienen entre sus sectores de interés a la agricultura, e incluso dos de ellos (Glocal y The Yield Lab) se concentran exclusivamente en esta actividad. (Lachman et al., 2022)

3.5. Tecnologías digitales

Algunos autores, engloban a las nuevas tecnologías digitales bajo la denominación de tecnología 4.0. Esta definición alude a la articulación de un conjunto de tecnologías emergentes de propósito general (Inteligencia artificial, Big data, *Internet of things*, Blockchain, etc.), las cuales poseen la capacidad de cambiar el modo en el cual se llevan a cabo distintas tareas y procesos de producción, y no solo las repetitivas, sino que en particular las no rutinarias, cognitivas o artesanales. (Albrieu et al., 2018; Frey y Osborne, 2017)–.

Las tecnologías que pueden ser utilizadas para promover soluciones Agtech son múltiples y variadas; y no solo se deben considerar las disruptivas de los últimos años, si no que el sector también sabe crecer y aprovecharse de algunas no tan novedosas, pero cuya penetración y generalización permite que actualmente puedan ser aprovechadas de una manera más óptima: como la geolocalización o tecnología móvil (celulares).

Si se considera todo el porfolio de tecnologías disponibles para la innovación AgTech, puede detectarse un subconjunto de estas que han sido las principales herramientas adoptadas por los emprendedores de la región. Por orden de importancia son: sensores (41%), geolocalización (36%), tecnología móvil (30%), internet de las cosas (17%), big data (14%), inteligencia artificial (14%), blockchain (1%) y robots (1%). (BID, 2019)

Para entender brevemente cada una de estas tecnologías, interpretadas en el sector Agro, se tienen en cuenta las definiciones logradas por Vitón y otros (2018) en el paper “Agtech: Mapa de la innovación Agtech en América Latina y el Caribe” editado por el Banco Interamericano de Desarrollo:

Internet de las cosas (*internet of things* – IoT): avances que incluyen sensores de suelo, cámaras, estaciones meteorológicas y otros instrumentos que capturan información de factores ambientales, y actividades agrícolas y envían los datos a sistemas de procesamiento para su análisis y posterior generación de sugerencias o prescripciones.

Big Data: grandes volúmenes de datos provenientes de una gran diversidad de fuentes, usualmente obtenidas a partir de Internet de las cosas (IoT) que pueden ser

recolectados, analizados e incluso analizados para predecir y tomar decisiones en vivo.

Inteligencia Artificial: la inteligencia artificial incluye robotización (robots autónomos para realizar diferentes tareas), monitoreo de suelos y cultivos (visión computacional y algoritmos para procesamiento de imágenes) y análisis predictivos (modelos de aprendizaje para evaluar diferentes factores y generar análisis predictivos). Las soluciones de Internet de las Cosas y el Big Data se integran con la inteligencia artificial.

Blockchain: La cadena de bloques entre sus múltiples aplicaciones tiene la de trazabilidad a lo largo de la logística de productos agrícolas y alimentos. Las soluciones de IoT son un componente importante en la captura de información a ser resguardadas en blockchain (y utilizadas en Smart-contracts)

Sensores Remotos: Los sensores remotos capturan diferentes mediciones y permiten observar suelo y cultivo a lo largo del tiempo, para posterior análisis y toma de decisiones. Estos pueden ser terrestres, aéreos, satelitales y se utilizan a distancia. Son particularmente efectivos para ser utilizados en soluciones IoT, constituyen una fuente de información para soluciones de Big Data y para el desarrollo de inteligencia artificial.

Geolocalización: tecnología muy popular ya que permite generar representaciones visuales de información sobre ubicaciones específicas. Todos los sensores remotos proveen geolocalización, lo que permite el análisis de múltiples capas de información o variables sobre un área específica.

Tecnología Móvil: muy utilizada actualmente en el sector agrícola, aunque es menos frecuente en algunos países en vías de desarrollo con problemas de conectividad. Potente para ayudar a productores obtener información en tiempo real acerca de mercados, clima y para acceder a diversas soluciones (en la nube)

Robótica: En la agricultura apunta a la automatización tareas y procesos, así como también al desarrollo del equipos automáticos y maquinaria para actividades del

campo. Los sensores remotos y la inteligencia artificial son complementarios en las soluciones de robótica

Por último, no mencionada específicamente en el trabajo de Vitón y otros, pero si como una tecnología que subyace todas las otras, está Cloud Computing, o “la nube”.

Cloud (nube): las soluciones basadas en nube requieren inversiones bajas, utilización eficiente de recursos y escalabilidad (Jinesh, 2011) y brinda ventajas en términos de movilidad y accesibilidad ya que puede ser accedido desde cualquier punto. (Hayes, 2008)

La creación de valor económico a través de las tecnologías 4.0 se ve enriquecida por la incorporación de equipos que permiten la aplicación precisa de recursos, lo que implica que estas tecnologías también se relacionan con una utilización más efectiva de los elementos de producción. Esto conlleva a una disminución del impacto ambiental de la actividad. (Saiz-Rubio y Rovira-Máss, 2020; Lezoche et al., 2020). Su uso puede simplificar el logro y la obtención de certificaciones en términos de prácticas ambientales sólidas o estándares, lo cual es esencial para mantener la competitividad en la agricultura contemporánea. (Ardila et al., 2019; Katt y Meixner, 2020).

En lo que respecta a la cadena del agro, si se analiza el cuadro de creación de valor de Lachman y otros (2022) en el downstream (o actividades en la cadena que se dan tranquilas afuera) es donde emergen diversas implementaciones de tecnologías 4.0. que tienen que ver con Blockchain. En el cuadro sobresalen usos en la gestión de logística y seguimiento, contratos inteligentes y la transformación de activos en "tokens" (principalmente a través de avances en la tecnología blockchain). Asimismo, se observan varias aplicaciones en la supervisión y comercialización después de la cosecha.

Figura 12: Creación de valor a partir de tecnologías 4.0 en la cadena del agro

Aplicaciones upstream del proceso productivo	Micro-ambientación y segmentación	Automatización, control y aplicación variable	Monitoreo de cultivos y/o ganado	Aplicaciones downstream
Utilización de tecnologías 4.0 para procesos, desarrollo y comercialización de insumos agropecuarios. Aplicaciones para aseguradoras y bancos.	Determinación de variables por segmento: densidad de siembra; fertilización; concentración de plaguicidas; plan de alimentación segmentada de animales..	Control y ejecución de siembra, fertilización, etc.; aplicación selectiva, rastreo de tareas prescritas; control de BP..	Monitoreo de rendimientos; monitoreo de tasa de conversión en ganado; detección temprana de plagas y enfermedades.	Logística; trazabilidad; contratos inteligentes; crowdfunding. Aplicaciones en acopios, industria de alimentos, etc.
Plataformas de comercio, digitalización/automatización de procesos, dispositivos de captura de datos, software para toma de decisiones	Dispositivos de captura de datos, drones, IoT, digitalización, software para toma de decisiones.	Drones, agrobots, maquinaria agrícola, automatización, dispositivos de captura de datos, IoT, digitalización, software para toma de decisiones, VR/ AR.		Tokenización de activos, plataformas de comercio y gestión, dispositivos específicos.
IA, Big data, Cloud, Analytics, Simulación de entornos.	IA - Análisis de big/small data - Conectividad y Cloud - Simulación de entornos - Robótica avanzada y sistemas embebidos - Analytics			Blockchain, IA, Cloud, Simulación entornos.
Grandes players, algunas startups (e.g. EIWA, Agrofyt, AgroDisponible, S4, Auravant, etc.)	Grandes players y startups (Auravant, Taranis, GeoAgro, Kilimo, etc)	Grandes players de MA, GeoAgris, Acronex, Plantium, AC, Agrospray	Grandes players y startups (Auravant, DigRodeo, Taranis, etc.)	ZoomAgn, Carnes validadas, Avancargo, Humber, Pago Rural, AgroToken, etc.
tranqueras afuera	en la finca			tranqueras afuera

Nota: tomado de ¿Cómo puede Argentina transformarse en líder del nuevo paradigma tecnoprodutivo?, por J. Lachman et al., 2022. Cuyonomics. Investigaciones En Economía Regional, 6(10).



CAPÍTULO 4: Aplicaciones y antecedentes internacionales

4.1. Aplicaciones y casos de trazabilidad blockchain internacionales

El alcance de la problemática planteada para la presente investigación tiene foco en Argentina, pero resulta interesante la revisión de algunos casos de uso que se pueden ver en otras partes del mundo.

En 2018 IBM lanzó Food Trust para proporcionar a las empresas una infraestructura de Blockchain que registre datos alimentarios. A través de Food Trust, solo en el 2020, Walmart ayudó a la FDA⁷ en 6 investigaciones sobre inocuidad de alimentos dando información útil para establecer fuentes originales y resolviendo en horas, procesos que llevaban hasta 1 semana. (Busch, 2022)

El fabricante de pastas italianas Barilla, en alianza con la nube de Blockchain de IBM, comenzaron a resguardar todos los datos relacionados con el cultivo, el riego, y la aplicación de medios fitosanitarios de sus propias plantaciones de albahaca (que luego forma parte de la salsa). Esto les permite controlar la calidad, brindar confiabilidad y evitar la falsificación. (Gnetij, 2018)

Investigadores de la Universidad de Aalto en Finlandia están probando una aplicación piloto para ayudar a los consumidores finales a evaluar sus opciones de compra y tener nuevos conocimientos antes de concretarla. A partir de los datos almacenados en Blockchain, crearon un Índice de bienestar alimentario que ayuda a la consulta rápida y a sacar conclusiones al consumidor, a partir de huella de carbono, datos nutricionales, huella ecológica, consumo de agua, etcétera. Shreya Sood, coinvestigador responsable, sostiene que los usuarios de la prueba piloto sintieron que la herramienta podría ayudar a traducir los objetivos de sostenibilidad en acciones concretas, y que se vieron motivados para elegir de manera sostenible. (Amadae y Sood, 2022)

El Consorcio de queso Parmesano Reggiano (Consorzio del Parmigiano Reggiano), fundado en 1934, quienes sostienen la producción de históricos quesos con denominación de origen, se

⁷ FDA: Es la agencia de Administración de Alimentos y Medicamentos del Gobierno de los Estados Unidos.

aliaron con p-Chip (productores de microprocesadores para colocar en sus ruedas (u hormas) de queso rastreadores duraderos del tamaño de un grano de sal, que les permiten demostrar y determinar en cualquier momento si el producto es el original. Este es un claro ejemplo de que, con consumidores más demandantes, los fabricantes de alimentos deben incorporar innovaciones tecnológicas para dar y asegurar el valor que sus clientes requieren. (Ferrer, 2022)

Existen también otros proveedores de software cómo SourceMap, Provenance o Gouze que se enfocan en que sus marcas clientes puedan demostrar a sus consumidores a través de sus sitios de información y desde el mismo packaging de sus productos la sostenibilidad, y legitimidad de los bienes que brindan, resolviéndoles la captura de datos e información siguiendo estándares confiables para cada una de estas marcas. No constituyen soluciones sectoriales o verticales completas, si no que van resolviendo por producto. Excepto Gouze que es exclusivamente sobre la cadena de bloques, la trazabilidad puede o no estar certificada en Blockchain, según la necesidad que surja en cada caso. La adopción del servicio que prestan estas compañías se da mayormente en Europa y Estados Unidos. (SourceMap, s.f.) (Provenance, s.f.) (Gouze, s.f.)

Más recientemente, surgió un ecosistema de soluciones llamado Suku, que entre sus productos ofrece Suku Omni, creado específicamente para la transmisión de historias de productos y la accesibilidad para los consumidores. Esta plataforma está basada en Hedera Hashgraph, una especie de Blockchain nueva, con ciertas diferencias técnicas que la hacen más sustentable. Las recompensas por operar con este ecosistema son en una nueva criptomoneda propia de Hedera Hasgraph, por lo que no se encontraron casos de uso relevantes para el autor de la tesis, que ya estén avanzados y se vinculen con la agroindustria hasta la fecha de publicación del presente informe. (PortalCripto Brasil, 2023) (Lopez, 2023)

4.2. Otros casos relacionados a la cadena de suministros del sector

El universo de aplicaciones posibles dentro de la cadena de suministros utilizando Blockchain no se limita a la trazabilidad en sentido estricto, es decir, a la búsqueda de los datos generados desde la proveniencia hacía el consumidor. Existen otras posibilidades como, por ejemplo: la distribución transparente de beneficios relacionados con la seguridad alimenticia, el consumo

de la información sobre ingredientes y formas de cocción de un determinado producto, ahorros de costos financieros, e integración con IOT⁸ para automatización en la obtención de los datos a salvaguardar.

- Ejemplos de otros casos de uso de Blockchain dentro de la Cadena de Suministros:

Blockchain for Zero Hunger: es un proyecto sobre Ethereum, que distribuyó cupones de alimentos digitales a palestinos refugiados, para garantizar seguridad alimentaria. (Kamilaris y Prenafeta-Boldú, 2019)

Downstream beer utilizó la tecnología Blockchain, enfocándose en la conformación de los alimentos, habilitando a sus consumidores a saber acerca de los ingredientes y de los métodos de elaboración de las distintas cervezas. (Kamilaris y Prenafeta-Boldú, 2019)

OliveCoin utilizó Blockchain en la cadena del negocio del aceite de oliva para reducir los costos financieros generales en el mercado de la aceituna. (Kamilaris y Prenafeta-Boldú, 2019)

AgriBlockIoT es una iniciativa internacional que propone que los datos que se generan a lo largo de la cadena de suministros se produzcan a través de la integración con dispositivos de Internet de las Cosas (IoT) capturándose directamente desde la fuente. (Caro, 2018)

4.3. Aplicación blockchain complementaria: Smart-Contracts

Existen algunas aplicaciones concretas de la tecnología blockchain que en algunos casos pueden resultar complementarias para la trazabilidad, por ejemplo: los contratos inteligentes o Smart-Contracts.

Los contratos inteligentes son como los contratos del mundo real, con la diferencia de que son completamente digitales. Al estar dentro de una Blockchain, son inmutables (nadie puede alterar lo escrito), y se distribuyen en una red, por lo que la salida del contrato (acción programada automática) será validada por todos los nodos que la integran. La Blockchain

⁸ El término IoT, o Internet de las cosas, se refiere a la red colectiva de dispositivos conectados y a la tecnología que facilita la comunicación entre los dispositivos y la nube, así como entre los propios dispositivos. (Amazon, 2022)

llamada Ethereum⁹ fue creada y diseñada específicamente para el soporte de contratos inteligentes. (Demestichas et al., 2020)

- Ejemplo de Smart-Contract: Etherisc

La solución de seguros de cultivos de Etherisc (plataforma de desarrollo) basado en Ethereum, utiliza parámetros meteorológicos locales (Piloto en Kenia) como inputs para el contrato inteligente. En el caso de eventos climáticos extremos, las pólizas se activan automáticamente, disparando los pagos (premios) de manera transparente y expedita. Ejemplo: el productor recibe un pago automatizado en caso de inundación a partir de verificación por datos de GIS y GPS. (Ledgerinsights.com, 2020)

4.4. Aplicación blockchain complementaria: Tokenización

Otra aplicación concreta para la que se usa la cadena de bloques, y que por sus características puede conjugarse bien con la utilización de blockchain para trazabilidad, es la tokenización.

“El proceso de tokenización, basado en representar de manera abstracta un valor, en correspondencia con el activo real, está suponiendo una innovación trascendental en diferentes ámbitos” (Pacheco Jiménez, 2019).

Cuando un activo o bien (o algo que posee valor) es representado en un token, (en forma de activo digital que se gestiona en una cadena de bloques), este adquiere nuevas capacidades en una rara combinación de transparencia y privacidad, combinada con una agilidad asombrosa y seguridad descentralizada. (Ripple, 2022)

El token puede ser fungible o no fungible. Será fungible cuando puede intercambiarse por otras fichas o formas de valor que sean idénticas. Ejemplo: un bitcoin recién minado, es exactamente igual que un bitcoin que alguien puede tener en su billetera (o wallet). En cambio, un Token no fungible o NFT (por sus siglas en inglés), permite representar elementos o valores verificablemente únicos en el mundo real o virtual. Esto no quiere decir que no podrá ser intercambiado por otras fichas, dinero o formas de valor; pero nunca va a ser

⁹ Ethereum es una plataforma de proyectos que fue creada en 2013 por Vitalik Buterin. Esencialmente, la idea detrás del protocolo Ethereum es que todos los pares de una red estén interconectados. La tecnología Blockchain no solo permite almacenar datos transaccionales, sino también almacenar y facilitar programas, así como ejecutarlos, lo que permite descentralizar cualquier aplicación. (Demestichas et al., 2020)

intercambiado por otra cosa idéntica. El token, según su capacidad, podrá ser enviado, intercambiado, prestado, utilizado como garantía, fraccionado, colateralizado, trazado validado, compartido, recompensado, utilizado para votar, etcétera. Y todas esas posibilidades prácticamente ejecutadas desde cualquier parte del mundo, al instante y ejecutado manual o programáticamente. (Ripple, 2022)

Para poder llevar un activo del mundo real, al plano digital se requiere una prueba de existencia, tal como se detalló en el Capítulo 1, sección 1.1 Definición y características. Al momento de tokenizar, un Smart-contract puede respaldar ese proceso, (ya que contiene programadas reglas y acciones necesarias para asegurar un 100% de colateralización entre el activo digital y el real) y será este contrato el que permitirá particionar el activo si fuera posible y necesario; y también dará transparencia a los precios si estos dependen de otras variables como valores de referencia u otro output externo. El token del activo, es decir el equivalente digital, es el producto único e irreplicable por trazar, mediante el proceso de trazabilidad que se detalló anteriormente. (Agrotoken, 2020)

- Ejemplo de Tokenización: Agrotoken

Empresa argentina que está montada tecnológicamente sobre las tres principales plataformas de Blockchain que existen en la actualidad Ethereum, Matic y Algorand, en las cuales se registra cada tonelada de grano que los productores depositan en centros acopiadores, y que se transforman en tokens. Estos se resguardan y disponibilizan en una billetera virtual a través de la cual se puede vender por pesos en cualquier instante. (Tejero Vacas, 2021). La prueba de existencia en este caso la dan los acopios (oráculos) con el activo físicamente depositado. De esta forma el productor puede particionar su token para comprar (liquidando instantemente a cotización de un precio de referencia del commodity¹⁰ una porción pequeña) y no tiene que vender 30 toneladas (un camión de soja, por ejemplo). Por último, aquel productor que no tiene maquinaria propia, ni campo propio, puede igualmente demostrar capacidad crediticia gracias a sus tokens. (Agrotoken, s.f.; Tejero Vacas, 2021).

¹⁰ Commodity: productos agrícolas básicos que se encuentran en su forma original o que han sido sometidos únicamente a un procesamiento primario. Dentro de una calidad o variedad particular tienen características idénticas entre sí sin atributos distintivos. (Crawford y FAO, 1997). Sólo las materias primas pueden negociarse en los mercados de "futuros" porque todas las unidades son iguales. Los productos diferenciados tienden a ser productos terminados. (Hofstrand, 2019)

CAPÍTULO 5: Agtech argentino basado en Blockchain

5.1. Características y números del fenómeno.

En lo que respecta a la región, en 2018 la publicación del Banco Interamericano de Desarrollo “Agtech: Mapa de la innovación Agtech en América Latina y el Caribe” (Vitón et al., 2018) identificaba que, en Latinoamérica y Caribe, la tecnología de Blockchain estaba en un estadio muy incipiente, con sólo 1% de los emprendimientos utilizando alguna de estas tecnologías.

Algunos de los emprendimientos abocados a la trazabilidad mediante Blockchain que se destacan en el continente, sin incluir los casos argentinos a desarrollarse en las secciones siguientes, son BTrazer (Panamá), CoffeeChain (Honduras) y UCan (Uruguay), entre otros. (Grasso et al., 2022; BTrazer, s.f.)

En lo que refiere al plano local, el informe “Las Agtech en Argentina: desarrollo reciente, situación actual y perspectivas” realizado por Jeremías Lachman y otros (2021) releva e identifica 135 emprendimientos Agtech, contabilizándolos solo si estos tuviesen productos desarrollados y validados con usuarios.

Endeavor junto con Bain & Company con el apoyo de Santander Agronegocios en un estudio que analiza el ecosistema Agtech argentino identificaron un total de 165 compañías. (Endeavor y Bain & Company, 2022)

Dicho informe engloba cómo “midstream technologies” a aquellas que desarrollan soluciones de seguridad alimenticia, trazabilidad, transporte y logística; y soluciones de procesamientos industriales. (Endeavor y Bain & Company, 2022)

En un contexto de revolución tecnológica por parte de las cadenas de valor agropecuarias, blockchain (en conjunto de IoT, y Cloud) habilita la generación de soluciones para los siguientes desafíos: Identidad y reputación de pequeños productores, acceso a nuevas fuentes de financiamiento e ingresos, y trazabilidad total y confiable de la cadena de valor. (Grasso et al., 2022)

La generación de información ya sea por los canales de comercialización o por algoritmos inteligentes basados en datos de imágenes constituyen antecedentes que tienen 2 aspectos relevantes: facilitan a los pequeños productores el acceso a créditos, en la medida en que

permiten formas más eficientes de evaluar el clima, las capacidades financieras de los productores y el riesgo crediticio; y la trazabilidad de los productos, la seguridad alimentaria y la certificación. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2022). Es decir, que la captura de todo lo sucedido en las distintas etapas de la Agroindustria potencian directa y especialmente a las 2 puntas de la cadena: el productor y el consumidor.

A partir de estas diferenciaciones, encontraremos aplicaciones blockchain locales del sector en estudio que por un lado hacen foco especialmente en la temática principal de la tesis: el resguardo de los datos y en la información a lo largo de los distintos procesos, transformaciones y traslados de los productos (primarios, intermedios o finalizados); mientras que por el otro lado, otras aplicaciones se apalancan en blockchain para poder generar facilidades, especialmente financieras o de liquidez para el productor y otros actores de la cadena.

Cada vez más, la trazabilidad completa, entendida como el seguimiento del rastro de los alimentos en todo su proceso productivo y de distribución, es un requisito para el acceso a mercados certificando la calidad, el origen, el cumplimiento de estándares sanitarios y la sostenibilidad de los productos agropecuarios (Sotomayor et al., 2021)

La mayoría de los proyectos de trazabilidad blockchain terminan notarizando, es decir salvando determinada información para asegurar que a posteriori no fue adulterada; pero también está la posibilidad de la tokenización o NFT de bienes tangibles (o intangibles). (L. Jolíás, comunicación personal, 16 de agosto de 2023)

5.2. Categorías de soluciones de trazabilidad basada en blockchain

Los esfuerzos en Argentina para brindar soluciones basadas en blockchain para este sector se canalizan en una serie de emprendimientos que se relevaron, se investigaron, y que, para los fines de la presente investigación, se interpretan cómo: soluciones de trazabilidad digital blockchain, y otras propuestas de valor basadas en blockchain. El primer grupo, soluciones de trazabilidad digital en blockchain, detalladas en profundidad en las secciones 5.3 y 5.4 pueden ser agrupados en las siguiente 3 categorías:

- Emprendimientos que proponen la opción de llevar trazabilidad en la tecnología blockchain de manera completa: desde la generación del activo, habilitan el seguimiento de todas las interacciones y transformaciones del activo a lo largo de la cadena. Dicha trazabilidad completa, según su interacción con blockchain, da lugar a dos categorías de trazabilidad digital completa:

A) Tokenizados desde el origen, y es el token o NFT el elemento digital que va asociándose a todos los sucesos de la vida del bien.

B) Documental o hitos (sin tokenización), dónde lo que queda minado y quedan resguardado en alguna blockchain son documentos, hitos, datos o transferencias para securitizar la información en la cadena de bloques

- Además de las soluciones cuya propuesta de valor se basa en dar la posibilidad de llevar una trazabilidad completa de los activos en blockchain, también existe una tercera categoría:

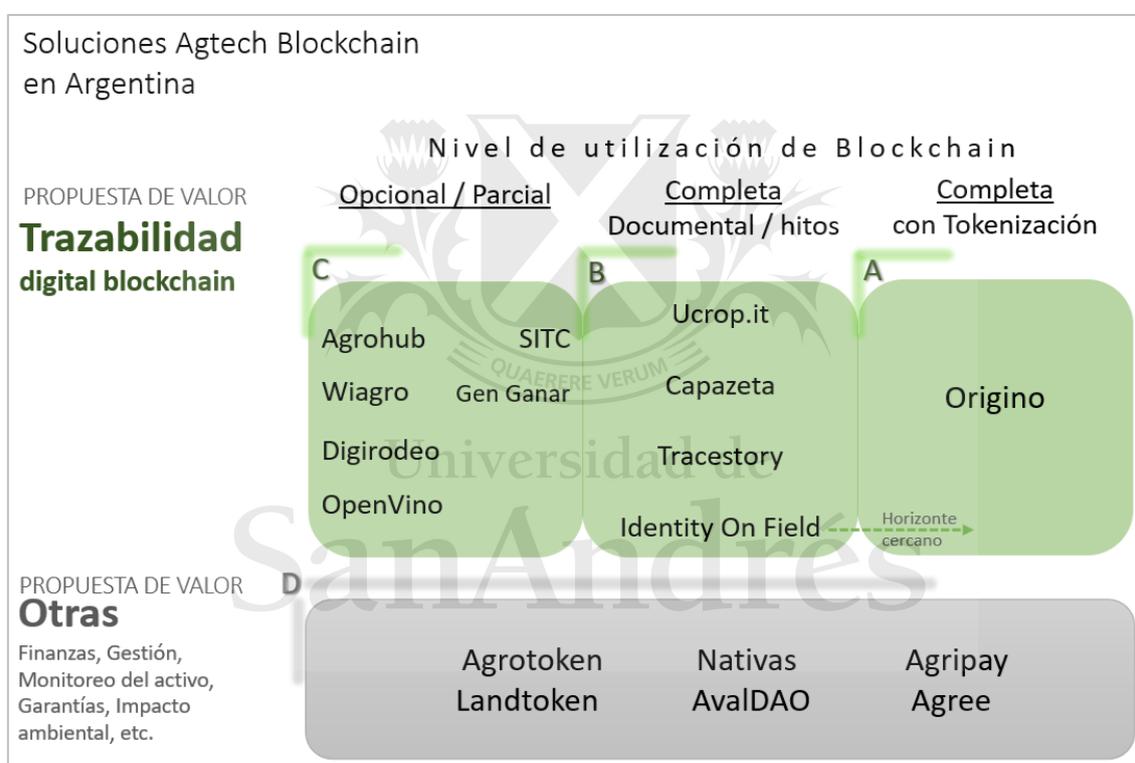
C) Emprendimientos de trazabilidad blockchain parcial u opcional, ofrecen poder resguardar datos en esta tecnología para la trazabilidad del activo, pero de una manera opcional o parcial, es decir, no completa como las 2 opciones antes mencionadas. En estos casos el activo, ya sufrió alguna transformación previo a ser cargado, o permite resguardar solo hitos específicos a lo largo de la cadena, pero no tener un seguimiento completo, o inclusive la opción de resguardar la información de manera centralizada y a opción del usuario poder salvar alguna certificación en blockchain. Es decir, permite resguardar uno o varios procesos específicos sin pretender minar en blockchain todos los eventos relacionados al bien.

Además de las soluciones de trazabilidad digital en blockchain, existen otros emprendimientos que utilizan blockchain para diversas finalidades que no son la trazabilidad y que, si bien quedan por fuera de alcance de la presente investigación, fue necesario relevarlas para terminar de interpretar que pese a utilizar blockchain, y en algunos casos tokenización, la propuesta de valor no se enfoca en la trazabilidad si no que prestan servicios de: finanzas, crédito, seguros, facilidad de pagos, etcétera.

5.3. Mapeo de soluciones argentinas de trazabilidad blockchain

Producto de la investigación de fuentes secundarias acerca de las opciones disponibles en el ecosistema, en convergencia con la serie de entrevistas realizadas a miembros relevantes de soluciones de trazabilidad blockchain para el agro, el análisis descriptivo y exhaustivo de cada una de estas, y la categorización de las propuestas disponibles según su profundidad en la relación con la tecnología detallada en la sección previa - 5.2. Categorías de soluciones de trazabilidad blockchain-, se elaboró el mapa que pretende ubicar gráfica y didácticamente a las propuestas de valor argentinas.

Figura 13: Soluciones Agtech Blockchain en Argentina: Trazabilidad y otras



Nota: elaboración propia, 2023

- Emprendimientos de trazabilidad completa con tokenización en Blockchain: Origino;
- Emprendimientos de trazabilidad completa documental en Blockchain: Ucrop.it Capazeta, Tracestory, e Identity on Field (IOF);
- Emprendimientos de Trazabilidad documental opcional o parcialmente registrada en Blockchain: Agrohub, Wiagro, Digirodeo, OpenVino, SITC y GenGanar;
- Emprendimientos complementarios basados en blockchain -no trazabilidad-: Agrotoken, Landtoken, Nativas, AvalDAO, Agripay, Agree, entre otras.

Sobre el primero grupo de emprendimientos de trazabilidad NFT basada en blockchain Nicolas Balestrini, COO y Co-funder de Origino sostiene que “los que hacemos este tipo de trazabilidad es dar identidad de los activos productivos, para eso nacimos con NFT, y desde ahí trazarlos durante toda su vida” (comunicación personal, 27 de junio de 2023)

Sin embargo, la gran mayoría de las soluciones relevadas no estan tokenizando, y su propuesta de valor primero implica un mejor tratamiento de los datos, minar en blockchain hitos para resguardar la información de manera confiable, sin necesidad de generar un token y complejizar el proceso.

Otra categorización interesante, que podría ser tenida en cuenta para profundizar en estudios futuros es poder diferenciar entre las soluciones cuyos inputs de información son meramente declarativos, y los que se abastecen de evidencias y datos externos (Apis, certificaciones auditadas, declaraciones de profesionales, IoT, etcétera.)

5.4. A) Emprendimientos de trazabilidad completa con tokenización en blockchain

• Origino

Origino es una startup que ofrece productos de trazabilidad tokenizada y soluciones blockchain para las cadenas de suministro, brindando transparencia y confianza a través de la identidad digital de los activos productivos (tokens no fungibles NFT). Inicialmente empezaron con vacas: “token vaca”, y luego extendieron su solución a cereales. Dicha identificación digital univoca del animal (con datos como sexo, raza, edad y marca de fuego) permite registrar cada evento de la vida de ese token (vacunaciones, pesajes, trasposos criador-invernador-frigorífico), agregando valor también desde la trazabilidad. Finalmente, toda esa historia se resume en un código QR que puede ser escaneado por el consumidor. (Origino, s.f.) (Agrofy.com.ar, 2021).

El Chief Operating Officer de la empresa, sostiene que la propuesta fue pivoteando, de ser ofrecida inicialmente al productor, quién en ocasiones no parece tener un estímulo muy directo para afrontar el desafío, hacía ser ofrecido a empresas (B2B) que comercian los productos, o productores integrados, con otros eslabones posteriores de la cadena, quiénes estan más cerca de observar en forma directa cómo se aprecia en ciertos productos poder demostrar trazabilidad. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

5.5. B) Emprendimientos de trazabilidad completa documental en Blockchain:

• **Ucrop.it**

Plataforma gratuita para productores y empresas de la cadena agrícola que les permite a los primeros registrar cada uno de los hitos que acontecen en el campo, abarcando desde la siembra hasta la cosecha; y esto permitirá la trazabilidad y verificación de que se implementaron prácticas sustentables de forma certera. No solo los productores, si no que los demás actores de la cadena podrán acordar, trazar y compartir información verificada del uso de suelos y la producción sustentable, a través de "Historias de cultivos" cripto-confidenciales que tienen valor rentable para todas las partes.

Funcionamiento:

- El productor se registra y comienza a transitar la digitalización de su "historia de cultivo", seleccionando y adhiriendo a los acuerdos de trazabilidad de otras empresas.
- Decide con cuál vincularse para compartir información (confidencial, criptográfica y segura) a cambio de premios y mejores condiciones comerciales.
- Las aplicaciones actuales dentro de los ecosistemas sustentables de ucrop.it permiten vincular al productor con empresas interesadas en la trazabilidad; uso responsable de agroquímicos, utilización sustentable de huella genética; impacto, financiamiento positivo climático, etcétera.

(Drincovich, 2022; Agrofy, 2023; Ucrop.it. , s.f.; E. Esnaola, comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

En los casos que la trazabilidad llegue hasta Consumer Packaged Goods (productos de consumo envasados) desde la perspectiva consumidor se podrá leer código QR para acceder a la información detrás de las prácticas y los procesos de producción. (Agrofy, 2023; E. Esnaola, comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

• **Capazeta**

La plataforma posibilita una visualización integral y continua de todas las fases de la cadena de suministro de alimentos. La información validada se mantiene inalterable y verificable mediante la tecnología Blockchain. Se centran en potenciar la confianza de los consumidores

en la calidad de los alimentos que ofrecen los productores. La trazabilidad digital va desde el origen hasta la góndola, y la información que queda visible, segura e inmutable puede ser accedida desde un QR en el producto final. Logran automatización mediante Smart-contracts. (Capazeta , s.f.)

Ignacio Casanovas, CEO y Co-funder menciona que iniciaron sus operaciones con marcas de carnes vacunas premium, premium retail masivo y de exportación segmentos dónde el consumidor aprecia la diferenciación. (comunicación personal, 5 de julio de 2023)

• **Tracestory**

Software que permite visibilizar el origen y la cadena de valor de productos de forma “transparente, segura e instantánea”. Surge de la inquietud de eliminar las barreras de información, y transparentarla especialmente hacia los consumidores.

Los actores de la cadena, los consumidores, y aquellas personas que el productor decida, pueden libremente ver la historia del producto, escaneando un código QR único que deriva a una interfaz web (sin que el usuario final tenga que instalar nada).

El objetivo a corto plazo es consolidar información y que la certifiquen terceras partes involucradas. La certificación o no en blockchain no es requisito para el uso. (Tracestory, s.f.)

Dario Baudino, CEO y cofundador de Tracestory comenta que este software de trazabilidad colaborativa permite a la unidad productiva o industria ordenar y coordinar procesos internos, e ir adoptando la solución de integración de información a partir de distintos módulos (proveedores, planta, sustentabilidad, logística, etcétera) en base a las necesidades del cliente de manera escalable y flexible. Dicha información puede ser disponibilizada externamente hacia la cadena, y hacia compradores internacionales que día a día tienen mayores exigencias. (comunicación personal, 18 de julio de 2023)

• **Identity On Field (IOF)**

Es una solución que conjuga software y dispositivos que proveen una identidad digital a los activos en campo, para poder visibilizarlos, gestionarlos y generar valor. La identificación univoca de silos que permite IOF, se denomina Silo ID y gracias a imágenes satelitales y de campo brinda al productor la posibilidad de: monitorear y trazar el proceso de almacenamiento, gestionar digitalmente los granos, y emitir un certificado de mercadería en

campo. La empresa permite la posibilidad de certificar la información en Blockchain. (Identity on Field, s.f.)

Buscan poner en valor aquellos activos que tranquilamente dentro los productores no pueden “activar” y visibilizarlos detectando identidad, existencia y estado al inicio y en distintos momentos para luego sacarles provecho en la búsqueda de otros servicios: el modelo explorado con los silos bolsa principalmente, también puede utilizarse en la siembra de un lote, el ganado, entre otros. (F. Uranga, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

Al momento de la elaboración del informe, el Product Manager de IOF, Francisco Uranga sostiene que están recorriendo el camino de trazabilidad documental completa hacia la tokenización en el 2023: NFT de silo bolsa. (comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

5.6. C) Emprendimientos de Trazabilidad documental opcional o parcialmente registrada en blockchain

• **Wiagro**

Compañía que básicamente ofrece tres servicios post cosecha: el monitoreo de las silo-bolsas, de los granos que se transportan en barcos y el de asesorías y desarrollo personalizado para otras necesidades de los productores. Para el monitoreo, utilizan sensores nanotecnológicos (IoT) que transmiten satelitalmente y posibilitan que el productor pueda acceder en vivo a la localización de sus granos, y darle seguimiento a parámetros como la temperatura, la humedad, el dióxido de carbono presente en el silo, entre otros. Los datos que recolecta Wiagro pueden ser resguardados en blockchain. (Africano, 2022) (Wiagro, s.f.)

• **Agrohub**

Plataforma de gestión de tareas, aplicaciones fitosanitarias y otros eventos de un lote (especialmente en locaciones sensibles o periurbanos) con el propósito de reducir el impacto ambiental y en la salud de las personas de los de los productos químicos utilizados en la agricultura sin afectar la producción; que utiliza blockchain para asegurar la información expuesta en el informe final dónde constan las buenas prácticas, y que luego no pueda ser modificada en el tiempo. La plataforma integra datos cargados por el productor, con datos incorporados automáticamente como climáticos, datos de la maquinas en funcionamiento,

cálculo de EIQ, recomendaciones automáticas se generan sola. (Agrohub, s.f.) (D. Ponce, comunicación personal, 4 de julio de 2023)

En las aplicaciones de fitosanitarios y mejora del proceso en otro propósito es reducir el impacto ambiental y a la salud de las personas de los de los productos químicos utilizados en la agricultura sin afectar la producción.

• **Digirodeo**

Es un conjunto de herramientas digitales y plataforma que crean y recopilan datos a campo del ganado, capturándose de manera simple y armoniosa en el desarrollo de la labor con los animales. Se registra el historial de todos los eventos productivos a los que se somete cada animal. Los datos capturados se salvan en plataforma cloud, donde son respaldados y analizados, y se convierten en indicadores de gestión para la toma de decisiones. Puede o no integrarse con plataformas que resguarden la información en blockchain. La captura de datos se realiza a través de:

- La Jeringa Inteligente que lleva registro de las vacunaciones y de qué animal se trata si estos contienen Caravana electrónica.
- Digitag sirve para digitalizar cada animal y registrar todo lo relacionado este (pesadas, nutrición, reproducción, movimientos, stocks, etc). Puede usarse offline y permite que las caravanas sean leídas de manera masiva actuando como lector RFID: El Digitag tiene una pantalla táctil, y lector de radiofrecuencia.
- La caravana electrónica Digirodeo sirve para identificar unívocamente y gracias, se coloca en el mismo; y gracias a la tecnología UHF permite leer al animal a una distancia de hasta 15 metros.
- El arco de lectura sirve para realizar lecturas masivas de animales. Puede colocarse en una tranquera y al pasar los animales por ella se produce un recuento automatico e identificación de cada animal. (Digirodeo, s.f.)

• **OpenVino**

Plataforma de software abierto basada en tecnología blockchain y Smart-contract, que proporciona a las bodegas la posibilidad de crear sus propios criptoactivos de código abierto, respaldados en vino, a través de la tokenización. Estas pueden auto certificar su producción y dar información trazable a sus consumidores. Los datos de sensores IoT, bitácoras del trabajo

realizado, imágenes 360° de los establecimientos y viñedos e información contable se registran en blockchain como testimonio de las buenas prácticas de la bodega / empresa. (República Argentina, 2022) (OpenVino, s.f.)

- **Sistema Informático de Trazabilidad Citrícola (SITC)**

El Sistema Informático de Trazabilidad Citrícola (SITC) es un sistema estatal que administra la información de control para la exportación de cítricos argentinos hacia la Unión Europea y Estados Unidos. Regulado por SENASA y promovido por La Federación Argentina del Citrus (FEDERCITRUS) ha incorporado el uso de tecnología blockchain y constituye en primer caso de utilización de la cadena de bloques BFA Blockchain Federal Argentina para trazabilidad alimentaria. . (República Argentina, 2019) (FeDerCitrus, 2019)

- **GenGanar**

Mercado online para la genética bovina: cabañas y centros de genética pueden promocionar y comercializar local e internacionalmente su material genético de forma sencilla. En algunos casos ofrece la historia del activo a vender, que incluye la tecnología de blockchain para asegurar la trazabilidad del campo a la muestra. (Mercado GenGanar, s.f.) (Selasco, 2022)

5.7. D) Otros emprendimientos blockchain -no trazabilidad-

- **Agrotoken**

Ya mencionada anteriormente en el Capítulo 4, sección “Aplicación blockchain complementaria: tokenización”, es una empresa montada sobre Ethereum, Matic y Algorand donde se registran cada tonelada de grano que los productores dejan en centros de acopio y que se transforman en tokens, que van a parar a una billetera virtual y que pueden ser transformadas en pesos para consumir en cualquier momento. (Tejero Vacas, 2021).

Se basa en blockchain ya que los contratos inteligentes permiten crear acuerdos de partes autoejecutables que no pueden modificarse, son transparentes y seguros. La prueba de existencia en este caso la dan los acopios (oráculos) con el activo físicamente depositado. De esta forma el productor puede particionar su token para comprar (liquidando instantemente a cotización de un precio de referencia del commodity una porción pequeña) y no tiene que vender 30 toneladas (un camión de soja, por ejemplo). Por último, aquel productor que no

tiene maquinaria propia, ni campo propio, puede igualmente demostrar capacidad crediticia gracias a sus tokens. Agrotoken ya implementó 3 monedas estables respaldadas por commodities: soja, trigo y maíz. (Grasso et al., 2022)

- **Landtoken**

Plataforma digital respaldada por tecnología blockchain, cuyo propósito fundamental es “hacer que el valor de la tierra sea accesible a todos” (Landtoken, s.f.)

Los inversionistas tienen la oportunidad de participar en la adquisición de parcelas, incluso en fracciones de hectáreas, otorgándoles acceso a un activo que históricamente solo estaba al alcance de unos pocos: dándoles la opción de diversificar su exposición al riesgo climático y de beneficiarse de una administración eficiente. A los propietarios les simplifica y acelera la venta al permitir la atracción de múltiples inversores, tanto para en pequeñas parcelas o para extensiones más amplias. El NFT que se negocia, que representa el establecimiento de forma digital. Para que un campo pueda ser ofrecido en la plataforma requiere tener Proof of Land, que se otorga cuando el mismo es verificado en cuanto a escritura y dominio, capacidad productiva y valuación de mercado. (Landtoken, s.f.)

- **Agripay**

Plataforma que le permite al productor convertir sus granos en poder de compra en una wallet (billetera de granos), vinculándolo con su acopio de confianza y usa sus kilos como moneda de pago de forma rápida y segura. La tokenización de su activo se realiza a través de blockchain. Por el lado de los comercios que aceptan este nuevo medio de pago, le brindan al productor la posibilidad de pagarle directamente con granos, ahorrándole el tener que acceder a otro tipo de financiamiento o intermediación. (iProUP, 2022) (Agripay, s.f.)

- **AvalDAO**

Entidad que provee solución de finanzas descentralizadas que otorgando garantías a individuos y microempresas no bancarizadas o sin historial crediticio para que estos puedan obtener créditos, en particular, especialmente comerciales. Utiliza Blockchain porque aprovecha los contratos inteligentes para facilitar gestión de microcréditos, reducir intermediación, abaratar costos y para darle confianza a los comercios de que las garantías por morosidad se ejecutan automáticamente. (Grasso, 2022) (AvalDao, s.f.)

- **Agree**

Ofrece soluciones de financiamiento flexibles sin burocracia basado en un motor que califica clientes en segundos, y un workspace para llevar un registro ordenado y transparente de la operación. También habilita la posibilidad de canjes 100% digitales. Ofrece la opción de utilizar tecnología blockchain y encriptación. (Agree, s.f.)

- **Nativas**

Persigue la regeneración de ecosistemas a través de la implantación de árboles de especies nativas de cada ecorregión, y vincula a los propietarios de la tierra donde se planten árboles que capturan carbono con empresas que estén buscando adquirir bonos de carbono para compensar las emisiones de sus actividades. Los primeros serán beneficiados por su servicio ambiental prestado en un abordaje tecnológico que contempla el uso de blockchain para emitir activos digitales (créditos de carbono tokenizados) y para que la inversión de los segundos sea transparente y trazable. La cantidad de créditos de carbono posibles en un proyecto de implantación, así como las externalidades positivas que va generando el proyecto, son certificadas periódicamente por entidades de confianza. Es un caso atípico de tokenización de un intangible: el beneficio futuro medioambiental que genera un árbol. (Selasco, 2023) (Nativas, s.f.)

CAPÍTULO 6: Agregado de valor, oportunidades y barreras

6.1. Importancia de la trazabilidad digital en el sector agropecuario argentino

La conciencia del consumidor cada vez más creciente es lo que genera valor en la trazabilidad digital, y en la actualidad tenemos la infraestructura tecnológica para permitirle conocer más, acerca del origen y el proceso sufrido de los productos que el ser humano consume. Podría ser un estándar que transparentaría la información entre productores, distribuidores y consumidores, tanto en productos primarios como elaborados. (G. Sadovoy, comunicación personal, 1 de agosto de 2023)

Así, las tendencias globales de los consumidores apalancan la búsqueda de estar seguros de lo que se consume, y esto no solo se explica por la búsqueda de inocuidad, sino también en el respeto a los derechos humanos, el comercio justo y otras características. Hoy son nicho, pero la tendencia es claramente creciente el hecho de que la trazabilidad es valorada desde el lado consumidor. Hoy hay más conciencia del vínculo de la alimentación y la salud, entonces estas cuestiones la búsqueda no es solo medioambiental si no de mejor calidad de vida. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023).

Cualquiera sea el producto originado en el campo, ya sea animal o vegetal, durante toda su cadena de valor desde el mismísimo campo hasta el consumidor final, la trazabilidad digital es fundamental para garantizar su calidad y, por ende, su valor. (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

Diego Viruega, aporta que además del consumidor final, todo comprador de la cadena va a poder comprar mejor y vender mejor y si la tendencia sigue avanzando la valoración va a producir que se van a “descommoditizar”¹¹ ciertos productos por el origen o por haber seguido ciertas prácticas. (comunicación personal, 20 de julio de 2023).

El valor que le aporta al consumidor tiene que ir pasando hacia a lo largo de la cadena y retribuir al productor por sus esfuerzos adicionales en favor de la trazabilidad. (J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023). Desde la perspectiva del productor, hay un

¹¹ Nota: descommoditizar, refiere a la transformación de los commodities en productos diferenciados, más valiosos y no estándar.

valor agregado, pero en la actualidad este no se le es remunerado, y hasta entonces, el productor no logra apreciar dicho valor. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023).

Los productores en general no llegan a percibir el valor porque le queda muy lejos el estímulo económico que podría pagarse por bienes con trazabilidad, lo que hace que algunas empresas que proveen soluciones de trazabilidad se enfoquen en segmento B2B de empresas que ubican y comercializan la producción si entienden que agrega valor y palpan más tangiblemente la retribución por dicho esfuerzo. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

Otro condicionante del aporte de valor que se ve en el corto plazo tiene que ver con los requerimientos de algunos mercados que son más competitivos y se adelantan en la exigencia de trazabilidad: cómo specialities ¹², productos orgánicos ¹³ y productos premium, entendiendo que progresivamente está sucediendo una tendencia similar con los commodities. (D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023)

En esta línea, en algunos productos parece más fácil poder traducir el valor agregado de la trazabilidad en precio, cómo ser la carne argentina, a diferencia de los commodities. (F. Uranga, comunicación personal, 2 de agosto de 2023). Ignacio Casanovas, CEO y cofundador de la startup Capazeta, ejemplifica que en el mercado de la carne se aprecia la diferenciación de marca, el origen y la calidad. (comunicación personal, 5 de julio de 2023)

En la misma dirección Gabriel Tinghitella, Líder de Innovación de CREA, considera que el aporte de valor, efectivamente se da en los casos de usos que la han incorporado y que este número es bajo porque estamos recién en el primer estadio de la curva de adopción de la innovación (curva de Rogers): en la etapa de innovadores, el número es menor al 2,5% de los potenciales usuarios. (comunicación personal, 14 de julio de 2023). También Mayco Mansilla del fondo de capital Inventure sostiene que la trazabilidad hoy es excepcional o de nicho,

¹² Speciality o Differentiated Product: a diferencia de un commodity, el speciality es singularmente diferente de los de sus competidores. Si el producto es diferente, el productor puede argumentar que es mejor. Si es un producto mejor, la empresa puede cobrar un precio más alto por él. (Hofstrand, 2019)

¹³ Orgánicos: resultantes de la aplicación de un conjunto de prácticas culturales, biológicas y mecánicas que apoyan el ciclo de los recursos agrícolas, promueven el equilibrio ecológico y conservan la biodiversidad. Estos incluyen mantener o mejorar la calidad del suelo y del agua; conservar humedales, bosques y vida silvestre; y evitar el uso de fertilizantes sintéticos, lodos de depuradora, irradiación e ingeniería genética. (USDA, s.f.)

pero todo parece indicar que se convertirá en estándar. (comunicación personal, 27 de julio de 2023)

En la actualidad se están buscando casos de usos que hagan crecer dicha adopción incipiente, y la lleve está en la resolución de dolores concretos del productor, porque este siempre está buscando profesionalizarse (I. Caram, comunicación personal, 17 de julio de 2023)

En términos concretos, N. Bisang de Cargill detalla un ejemplo de caso de uso actual es el agregado de valor que tiene tanto para determinados productores como para la empresa exportadora, el comercio de soja para los subproductos biocombustible, aceite y harina de soja. Estos bienes hoy se pagan con un valor adicional, que premia al productor, y que a su vez cumplimentan el requerimiento sobre prácticas y certificaciones para poder acceder a determinados mercados internacionales. A su vez, para la exportadora esta es una línea de negocios que representa una rentabilidad mayor, sumado a los efectos positivos que tienen las valoraciones de los consumidores sobre la imagen de marca. Aun así, y para ilustrar la maduración de algunas tecnologías muchos de los procesos y documentación de la trazabilidad actual, no son digitales y se recurre a delivery y digitalización de documentos en papel. (comunicación personal, 12 de julio de 2023)

Con una perspectiva temporal más amplia, Enrique Hofman ve valor tanto en todo tipo de productos, inclusive en los no orgánicos, o no especiales, ya que considera que va a ser relevante indagar en los productos hacia atrás sobre genética, aplicaciones fitosanitarias, inyecciones en caso de hacienda, condiciones laborales de las personas intervinientes en los establecimientos, emisiones de gases y otras cuestiones adicionales. (comunicación personal, 6 de julio de 2023)

En definitivas, la trazabilidad debe ser entendida como una consecuencia lógica de un montón de elementos que se tienen que considera e incluir y no una causa para quienes la incorporen (D. Ponce, comunicación personal, 4 de julio de 2023)

En la actualidad, en la mayoría de los productos el mercado exige poco en cuestiones de trazabilidad. En los productos que se exigen características específicas, prácticamente las certificaciones de las certificadoras son suficientes. Se vislumbra que en primer orden la trazabilidad apunta a la calidad, que se sigan ciertos procesos y que la producción cumpla ciertos estándares; y luego ciertos niveles de especificidad que se vinculan con la

sostenibilidad: huella hídrica, huella de carbono, etcétera, y es en este segundo orden donde más pueden aportar los sistemas digitales de trazabilidad. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023; D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023)

6.2. El aporte de blockchain en la trazabilidad

Respecto de las bondades tecnológicas y las características inherentes de las cadenas de bloques, prácticamente no existen diferencias entre los actores del ecosistema Agtech que fueron consultados y en el material bibliográfico revisado sobre que es virtuoso soportar la trazabilidad en esta tecnología. Pero si se perciben diferencias en cuanto a la importancia o relevancia que le dan los distintos actores al hecho de que la trazabilidad de los datos generados sea almacenada digitalmente en bases de datos convencionales, o que la información sea soportada en blockchain. Y a su vez, cómo se expresa en el capítulo previo en las subsecciones 5.2, 5.3 y 5.4 , existen adherentes a propuestas distintas para solucionar la trazabilidad con blockchain en el agro: trazabilidad blockchain completa con token, trazabilidad blockchain completa documental o de hitos, y trazabilidad parcial u opcional en blockchain.

Naturalmente existe cierto consenso sobre el aporte de valor que le da a la trazabilidad que blockchain sea la tecnología subyacente, del lado de los emprendedores y personas decisoras de empresas que proveen este tipo de soluciones.

Ignacio Casanovas, considera que blockchain en el plano global es cómo un nuevo estándar para la trazabilidad digital del sector, además de que podría ser habilitador de otras soluciones complementarias data driven.¹⁴ (comunicación personal, 5 de julio de 2023)

Blockchain es muy útil como opción para securitizar la evidencia de ciertas prácticas, pero la importancia está en primer lugar en la obtención y la gestión de los datos en general. Las características de Blockchain son especialmente adecuadas para garantizar la trazabilidad de

¹⁴ Data driven: refiere a “organización que toma decisiones basadas en el análisis y la interpretación de datos.”
 “Capturar y filtrar datos son procesos mecánicos que tan solo requieren disponer del método adecuado, como veremos a continuación. Interpretarlos y analizarlos es la labor del emprendedor, empresario(...)”
 (Confederación de Empresarios de Málaga, 2022)

las cadenas de valor agropecuarias. (D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023; M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

Ezequiel Esnaola, CFO de Ucrop.it, resalta que el aporte de valor diferencial de blockchain sobre otros métodos para soportar trazabilidad (sumado a transparencia y accesibilidad) es la inmutabilidad: “ya que podrías acudir a datos de una campaña de hace 20 años, y poder compartirlos sin que nadie pueda cuestionarte que esos datos fueron modificados desde su carga.” (comunicación personal, 16 de agosto de 2023)

Un ejemplo concreto donde la trazabilidad de blockchain podría haber agregado valor por su inmutabilidad es en casos de hackeos a entidades que cuentan con información centralizada, para poder revisar la integridad de la información que estuvo expuesta a la vulnerabilidad, sacando provecho de bondades de la tecnología como timestamp, prueba de autenticidad y de autoría. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

Para Gustavo Sadovoy, Delivery Manager de CoinFabrik y Docente de “Blockchain & Criptoassets” en la Universidad de San Andrés, las cadenas de bloques abiertas son una tecnología muy robusta y fiel para conservar la integridad de la información de forma democrática, evitando que los actores más poderosos puedan ejercer posición de poder. (comunicación personal, 1 de agosto de 2023)

En la elección entre implementar trazabilidad blockchain versus sin blockchain es interesante definir si se va a tokenizar o no. En el caso de tokenización: el mismo activo tiene la historia de inicio al fin, sin depender de otras referencias enviadas a blockchain. El NFT gracias a la web3 permite una complementariedad con servicios indirectos que parten de la trazabilidad blockchain. Ejemplo de un caso de uso completo de token: A partir de un token (con prueba de existencia, identidad) que puede ser puesto en custodia con un click, el dueño del token podría obtener un préstamo; quedando este inmovilizado hasta el cumplimiento de la cancelación del préstamo, y todo autoejecutado por Smart-contracts. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

Es decir, es valioso implementar trazabilidad blockchain en gran medida por que permite integrar otras capas de valor o negocios que también se basan en la misma tecnología. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023)

El valor que agrega trazabilidad blockchain, por encima de la trazabilidad digital en general, se explica en la posibilidad de activar bienes físicos para consumir otros servicios, más que en la búsqueda de la sustentabilidad. (I. Caram, comunicación personal, 17 de julio de 2023)

Por la misma vertiente, Diego Viruega Co-Ceo de Primary (software para mercados) destaca a las soluciones de trazabilidad blockchain por sobre soluciones no blockchain solo si incluyen la generación de token. Explica que todas las demás características de blockchain pueden (o podrían) lograrse, excepto la creación de token como activo digital. Los archivos digitales antes se copiaban y pegaban y eran idénticos, pero el cambio de paradigma de blockchain con el activo digital único e irrepetible, es que genera el concepto de escasez: si es único tiene valor, y por lo tanto puede transferirse y da lugar a aprovechar una serie de soluciones complementarias (web3) como trazabilidad del activo digital, Smart contracts, etcétera. En la misma línea, Lucas Jolíás, Head of LatAm de OS City, indica que tiene sentido tokenizar si se va a complementar o integrar la solución con otras propuestas de valor que requieran NFT. (comunicación personal, 20 de julio de 2023; comunicación personal, 16 de agosto de 2023)

Es interesante considerar si agrega valor implementar la tecnología blockchain en tanto a que existan incentivos traducidos en precio: tiene que ser mayor el valor percibido y pagado por todas las fortalezas de blockchain, que la valuación del activo que estoy queriendo transparentar y proteger. (J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023).

Profundizando en los matices de cuándo agrega valor y cuándo no la adopción de estas soluciones Lucas Jolíás, distingue que cuándo menos formalizadas, tecnificadas e integradas son las cadenas de valor, mayor será el rédito que puedan obtener de volcar (o iniciar) su trazabilidad en Blockchain, y citó como ejemplo la producción de miel del norte chaqueño, donde no hay una coordinación e integración como en otros mercados, y la cadena de bloques les permite organizarse de manera descentralizada pero eficiente, acceder a información y demostrar atributos de calidad. En cambio, en cadenas de valor de ecosistemas más aceptados, ya formalizadas, institucionalizadas y con un recorrido en intercambios comerciales, simetría de información, precios de referencia, y demás (cómo podría ser la soja) el agregado de valor de blockchain no es tan sustancial versus soportar las iniciativas de trazabilidad digital sin blockchain. (comunicación personal, 16 de agosto de 2023)

Diego Ponce, CEO y cofundador de Agrohubs puntualiza que no en todos los casos hace falta trazar en blockchain, y que, sin exigencias del lado de la demanda internacional, no tiene por qué ser de esa manera. Además, un dato capturado corrupto puede ser salvado en blockchain también. (comunicación personal, 4 de julio de 2023)

Iniciativas como la plataforma de VISEC, -expuestas en el Capítulo 2, sección 2.5- vehiculizan en cierta forma la visión de que existen una serie de capas de valor y veracidad ya instauradas por el intercambio de información, por la diversidad de actores que incorporan datos con intereses contrapuestos, y por la integración con sistemas satelitales, de imágenes, algoritmos y APIs, auditorías y habilitaciones de certificadoras, y algoritmos que detectan datos desviados del promedio, que dan la suficiente confianza y certeza en los datos y su incorruptibilidad como para no acudir a minar en blockchain, ni tokenizar. Y en tal caso se confía en que, por esa misma información cruzada e inputs de información variados, los datos no van a ser modificados, aunque su resguardo sea centralizado por el consorcio multisectorial que lleva adelante la iniciativa. (D. Biolatto, comunicación personal, 31 de julio de 2023; D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023).

Corruptibilidad del dato

Gran parte de los entrevistados se han expresado sobre la corruptibilidad del dato, en sintonía con desmitificar la veracidad con la que se suele asociar a blockchain. En palabras de Diego Viruega “Blockchain es perfecto en el mundo digital, la barrera clave es cómo funciona el vínculo de prueba de vida: mundo digital y mundo físico”. (comunicación personal, 20 de julio de 2023)

La credibilidad es dada por los crecientes niveles y avales de fortalezas como: declaraciones profesionales, certificaciones de empresas certificadoras, hitos cargados por contrapartes, integraciones con sensores. A mayor cantidad de usuarios e integraciones, más confianza. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

Entonces, el valor de las soluciones blockchain respecto a la credibilidad de los datos se ve incrementado con las cantidades mayores de usuarios, oráculos, nodos, y partes intervinientes. Las pruebas de vida o inputs de los oráculos de la mayoría de las soluciones tienen margen de equivocación o corrupción: a más eventos y más inputs de terceras partes,

más certeza de que la información es real. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023)

Dario Baudino, -Tracestory- también aporta que la seguridad se va dando por integraciones con terceras partes, capas de diversas personas y partes que van validando la información, y así el riesgo se va minimizando en la captura; y esto no cambia adoptando o no blockchain (comunicación personal, 18 de julio de 2023)

También para Gustavo Sadovoy las cadenas de bloques no son buenas para dar veracidad del dato, son buenas solo para preservarlos. En esa línea un buen sistema sofisticado de oráculos altamente confiable podría reducir las posibilidades de fraude a la mínima expresión; y el costo de hacerlo y ser descubiertos sería altísimo: esto sería viable no solo con blockchain, también con algún otro tipo de red descentralizada. (comunicación personal, 1 de agosto de 2023)

En esa corriente, Ezequiel Esnaola ilustra que Ucrop.it inició con personas en campo auditando (centauros) y progresivamente fue evolucionando con elementos como: foto georreferenciada, imagen satelital, detección y reconocimiento de cultivos, detección de siembra directa, revisión automática de porcentaje de desvío versus otros campos de la zona, Apis con terceros. Así, la relevancia de los datos declarativos por el propio interesado es menor, y que a su vez por algoritmos es revisada su consistencia. (comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

Diego Ponce también resalta que un buen sistema de oráculos fidedignos, en una red que sea pública, y accesible por todos, haría que blockchain en sí, sea un diferencial para la trazabilidad. (comunicación personal, 4 de julio de 2023)

6.3. Barreras en la adopción

A lo largo de la indagación investigativa sobre las barreras de la adopción, resulta notorio que muchas de las trabas que se describen en los párrafos subsiguientes no son elementos específicos de la incorporación de soluciones de trazabilidad digital, o de trazabilidad digital blockchain, si no que estas resultan comunes o generalizadas para buena parte de las tecnologías digitales mencionadas en el capítulo 4 (sección 4.5.) para el sector agropecuario.

En otras palabras, el estadio en el que las tecnologías en su conjunto se encuentran en la “Curva de Rogers”, es similar: la mayoría se encuentran en la etapa de “innovadores” o “early adopters” -primeros seguidores-.

6.3.1. Estímulo económico nulo o insuficiente

Una de las principales barreras detectadas para la incorporación de soluciones de trazabilidad por parte del sector es la carencia o inexistencia de estímulos económicos suficientes para que tanto el productor, cómo los eslabones vendedores intermedios asuman los esfuerzos necesarios.

La trazabilidad está diferenciando la producción, pero en la generalidad no está capturando un precio mayor. Hoy implica costos que no necesariamente se traducen en ingresos. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023).

A la hora de enfocar sus recursos, los productores optan por invertir en otras cuestiones que le mejoran ciertos parámetros y le dan mayor productividad en el corto plazo, cómo por ejemplo agricultura de precisión. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023). Francisco Uranga de Identity On Field explica en el mismo sentido que el estímulo “la zanahoria” no está tan clara, porque la trazabilidad es una decisión de impacto a mediano plazo, y se opta por invertir en algo que a corto plazo le produce mejores rendimientos cómo podría ser contratar un agrónomo adicional o invertir en una determinada maquinaria. (comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

Juan Manuel Vergara, coautor en publicación de la FAO indica que además del costo monetario, la incorporación de tecnología tiene un costo de oportunidad muy alto porque lleva tiempo, cambio de procesos esfuerzo en cargar datos, etc. Adicionalmente, en referencia a esfuerzos no económicos, Natalia Bisang de Cargill, destaca las barreras burocráticas en la presentación anual de documentación que exigen los programas de las empresas certificadoras. (comunicación personal, 2 de agosto de 2023; comunicación personal, 12 de julio de 2023)

Las relaciones de las cadenas de valor están en tensión, y faltan incentivos para que se agregue valor desde el inicio: en los casos de productos dónde se plus-pagan las buenas

prácticas, ese valor prácticamente no se traspasa al productor. El valor que le aporta al consumidor tiene que ir pasando en términos monetarios al productor por dicho esfuerzo. (D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023; J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

Diego Viruega remarca que todavía no hay tan clara correlación entre los costos y los estímulos, es decir, que hay mucho por crecer en casos de usos en los que gracias a la trazabilidad, bancos, aseguradoras y consumidores lo valoren positivamente y así se obtenga mejor scoring para crédito, o mayor retribución o beneficio. (comunicación personal, 20 de julio de 2023)

Puntualizando en las tendencias de consumo de Argentina, Ignacio Casanovas de Capazeta ejemplifica que en algunos segmentos aproximadamente 8 de cada 10 argentinos eligen por precio sus alimentos, lo que demuestra que el proceso detrás del alimento no es central en estos casos. (comunicación personal, 5 de julio de 2023)

Esos pocos consumidores o nichos que recién están en desarrollo y que pueden elegir productos de determinadas características, no alcanzan para incentivar a la producción en general (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023). G. Tinghitella reflexiona que conlleva un esfuerzo no solo los costos sino también saber explicar y comunicar los beneficios de la trazabilidad. (comunicación personal, 14 de julio de 2023)

Los costos de demostrar trazabilidad no solo tienen que ver con la cuestión de adopción tecnológica, sino también con las condiciones que los establecimientos, procesos y materias primas tienen que cumplir para obtener alguna característica distintiva o certificación (ejemplo: producto orgánico), lo que también resulta costoso desde lo económico y desincentiva. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

Para la adopción de cualquier tecnología, se necesita que exista un “match” entre el valor percibido y pagado (excepto que sea una exigencia regulatoria): puede que, por eso, varios de los casos de uso actuales, sean en productos premium. (G. Sadovoy, comunicación personal, 1 de agosto de 2023)

En algunos productos que no son de venta directa seguir la trazabilidad es más complejo, como, por ejemplo, seguir la identidad de un grano que va pasando por establecimientos

intermedios como silos, requiere un proceso de no contaminación y una serie de inversiones para mantener la segregación del producto: por lo que no es lo mismo hablar de trazabilidad de granos, que por ejemplo de ganado. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023)

Martín Wessel también agrega una barrera referida a costos de pasarse a blockchain por los precios con los que las soluciones de trazabilidad llegan al mercado Latam: que implican costos del cambio de bases de datos (generalmente centralizadas) a un sistema distribuido como Blockchain. Además, estamos en el estadio de soluciones ad-hoc y especializadas que implican costos mayores a los que presentan los sistemas empaquetados que empiezan a aparecer cuando se estandariza o masifica la tecnología. (comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

6.3.2. La (no) cultura del dato

En el capítulo 2, se define trazabilidad según Olsen y Borit (2013) como la capacidad de acceder a cualquiera o toda la información relacionada con un producto que se está controlando, a lo largo de todo su ciclo de vida por medio de su identificación y registro. Naturalmente la posición y postura que se tiene para con los datos (el insumo de la información) es central para cualquier tipo de trazabilidad, en papel, digital con bases centralizadas, o en blockchain.

Con la creciente adopción de tecnologías digitales, especialmente propulsados por las tecnologías englobadas en Big Data, y en Internet of things, cómo se detalló en capítulo 3 - sección 3.5-, el entorno que nos rodea y los activos con los que producimos y consumimos están constantemente generando datos que son valiosos para múltiples fines.

Para que los productores de agroalimentos aborden el desafío de la trazabilidad, tienen que estar dispuesto a ordenarse: significa pasar al mundo digital para algunos que, por ejemplo, ni siquiera pasaron por agricultura de precisión. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023). Para Dario Baudino CEO y cofundador de Tracestory, esto requiere adoptar la concepción cultural de que toda acción es importante y tiene impacto, y que hay que resguardar los datos de las practicas realizadas. (comunicación personal, 18 de julio de 2023)

Los mismos dueños de los activos primarios muchas veces tienen falta de información, de saber qué es lo que está pasando en su campo, y es por eso por lo que las propuestas de valor de trazabilidad intentan ser un puente para llevarle esa información. (F. Uranga, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

Los esfuerzos tienen que ser integrados, si un solo eslabón de la cadena lo hace, la trazabilidad pierde sentido (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023). Inclusive SENASA, RUCA, AFIP y otras agencias del gobierno, si tuvieran sus datos liberados podrían fomentar la integración de las soluciones. (D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023)

El factor generacional también emerge, en las empresas agropecuarias donde nuevas generaciones se hacen cargo de la gestión, es más fácil que ponderen el valor de los datos y se interesen a las cuestiones sustentables. (N. Bisang, comunicación personal, 12 de julio de 2023; I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

Ezequiel Esnaola de Ucrop.it en referencia a sus clientes define a su empresa de la siguiente manera: “(clientes) tenían problemas de datos, prácticamente somos una compañía de datos” (comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

6.3.3. Brecha de tecnología, lenguaje y aspectos culturales.

Sobre los aspectos de adopción tecnológica, barreras culturales y de lenguaje no hay un consenso generalizado, cada miembro del ecosistema carga tintas o relativiza uno u otro factor al considerarlos barreras.

Gabriel Tinghitella lo describe de una manera bidireccional, y sostiene que si bien es real que existe gente que no conoce, ni ve las posibilidades de algunas tecnologías, y que hay deficiencias en capacitación o brecha digital, también destaca que existen falencias del lado de la oferta de las propuestas tecnológicas: la dificultad de comunicar el valor y los beneficios reales que el cliente tendría. Diego Viruega también resalta que la brecha existe en esas dos direcciones, y que quizás hay más distancia entre el innovador tecnológico y la comprensión de la problemática del agro, que entre el productor argentino y el entendimiento de la tecnología. (comunicación personal, 14 de julio de 2023; comunicación personal, 20 de julio de 2023)

No existen verdaderas causas tecnológicas para no adoptar soluciones en trazabilidad en el corto plazo, ya que no son más complicadas para operar que otros sistemas informáticos con los que las partes están en contacto diariamente. Las únicas razones podrían ser el desconocimiento, o culturales que se ilustran en frases como “es muy sofisticado para lo que necesito o “siempre lo hicimos así”. (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

En ocasiones son las grandes empresas agropecuarias las que tienen el negocio estructurado, están bien en márgenes y no son adeptas al cambio. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023)

Francisco Uranga resalta que es importante que las startups con propuestas de valor conozcan bien el target y con qué lenguaje comunicar. Ezequiel Esnaola destaca la importancia de que no conlleve mucho esfuerzo o fricción la carga de datos en las plataformas sistema, y que las integraciones y automatizaciones ayuden para tal fin. (comunicación personal, 2 de agosto de 2023; comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

Otra perspectiva interesante referida a tecnología en general, y falta de integraciones es el nivel de adopción de las certificadoras. Hoy reciben mucha información importante para dar certificar prácticas que valen la pena trazar y dan valor al producto agroalimentario, pero la documentación clave (documentos e imágenes satelitales) para la renovación anual de la certificación en ocasiones es en formato papel, o papel digitalizado. (N. Bisang, comunicación personal, 12 de julio de 2023)

Específicamente en soluciones Blockchain, juega también un papel el desconocimiento sobre la tecnología y las características distintivas de la misma, para que el usuario (o potencial usuario) de este tipo de plataformas termine de valorar y reconocer la solidez de las propuestas (I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

6.3.4. Trazabilidad (des)articulada

Otra barrera que aflora para la adopción de soluciones de trazabilidad es que los esfuerzos están resultando individuales y los actores de la cadena entre sí, no están masivamente exigiendo características a los productos que requieran un sustento digital de trazabilidad: mayormente descansan en la relación comercial de confianza y en certificaciones vigentes.

Se requieren estrategias integrales: si bien hay empresas interesadas en recorrer el camino, falta articulación a nivel cadena, y de a un eslabón no tiene el impacto deseado, e inclusive una incorrecta manipulación del eslabón posterior puede dejar sin efecto las buenas prácticas de los actores previos. Se debe contar con la disposición de todos los agentes que participen en la cadena de valor, para formar parte del sistema y para proveer data certera y oportuna. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023; M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

Cómo cualquier iniciativa en la que los participantes exponen información voluntariamente y no por exigencias o control, factores como la confidencialidad, y la privacidad con la que algunos agentes prefieren manejar sus acciones, reducen la adopción. En ocasiones lo que gustaría mostrar no coincide con la realidad de las empresas. Mayco Mansilla ejemplifica esto con el hecho de que parte importante de la producción agrícola argentina presenta bajos niveles de reposición de nutrientes en el suelo y elevados niveles de uso de químicos por hectárea. La trazabilidad de dichas prácticas no va a producir un mayor valor perceptible por los consumidores, y requiere de mejorar procesos productivos previamente, para que la trazabilidad sea genuina y valiosa. (comunicación personal, 27 de julio de 2023)

La apertura de los datos es especialmente crítica en soluciones con blockchain, donde la información es pública y más allá de que sea difícil de vulnerar su acceso o la misma esté cifrada, existen muchas cuestiones confidenciales en la agroindustria. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023)

6.3.5. Coyuntura

A partir de la investigación, tanto los entrevistados que forman parte de soluciones con propuestas de valor de trazabilidad digital, como los actores del ecosistema AgTech, y los consultores y académicos expertos en tecnología, coinciden todos en que la adopción de trazabilidad voluntaria compite con otras prioridades y problemáticas de los distintos actores, que en mayor o menor medida contribuyen a debilitarla o dilatarla.

En Argentina por las características del país, a los potenciales usuarios les cuesta mirar el mediano plazo, y quienes estén dando esos pasos, quedaran muy bien posicionados cuando

la trazabilidad digital (con o sin blockchain) sea estándar. (I. Caram, comunicación personal, 17 de julio de 2023).

El productor y otros agentes del mundo agropecuario argentino son innovadores como puede verse en la adopción de soluciones biotecnológicas para semillas, o la extensa penetración de la siembra directa, pero se encuentran problemas que prácticamente no existen en otros países. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023). Por mencionar algunos obstáculos de los últimos años, además de la situación macroeconómica del país: el fenómeno de escasez de combustibles del 2022, dificultades para tener precios por las sucesivas versiones del Programa de Incremento Exportador ¹⁵, la peor sequía de los últimos 60 años, etcétera. (L. Jolías, comunicación personal, 16 de agosto de 2023; D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023; J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023; Centenera, 2023)

En síntesis, la trazabilidad y sus beneficios son de mediano plazo, y muchos actores pequeños y estructuras familiares no pueden darse el lujo de tener esa visión estratégica intentando resolver las cuestiones de muy corto plazo. (F. Uranga, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

Diego Ponce, CEO y cofundador de Agrohubs sintetiza la sensación de algunos productores ante la propuesta de soluciones de trazabilidad, en medio de la coyuntura local: “la trazabilidad es mi problema 1001” (comunicación personal, 4 de julio de 2023)

También desde el Estado existen cuestiones coyunturales que demoran el interés en regular y promover temas como el origen de los alimentos y la sustentabilidad, por otras problemáticas que estos consideran básicas o prioritarias y todavía no están resueltas. Quizás recién con las personas alimentadas, puede ponerse el foco regulatorio en que dichos alimentos sean de la mejor calidad posible, y luego considerando el menor impacto medioambiental en su producción. (J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

¹⁵ El Programa de incremento exportador para economías regionales establece un tipo de cambio diferencial para la liquidación de divisas provenientes de la exportación de los productos definidos en una serie de Resoluciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. El alcance temporal y los productos alcanzados han ido variando en sus distintas versiones lanzadas entre 2022 y 2023. (Ministerio de Economía de la República Argentina, s.f.)

6.3.6. Falta de regulación de Blockchain

Al investigar los obstáculos para la adopción de trazabilidad específicamente en las soluciones blockchain emerge la falta de regulación en la actualidad respecto a esta tecnología en Argentina. En esta materia, Ismael Caram argumenta existen actores económicos que son regulados y que no pueden contratar o adquirir servicios desregulados: fondos comunes de inversión, aseguradoras, agentes de mercados, entre otros podrían querer adquirir servicios o bienes vinculados con criptoactivos que por el momento tienen o poca o nula regulación específica. Parece prometedor entonces, la legislación que (para agosto de 2023 cuando se completó la presente investigación) ya tiene media sanción en Argentina que crea Registro para proveedores de servicios de activos virtuales y los coloca bajo la órbita de la Comisión Nacional de Valores, y así estos tengan un reconocimiento formal de algunas actividades y las propuestas de blockchain puedan captar clientes regulados (comunicación personal, 17 de julio de 2023; Olveira, 2023)

6.4. Drivers para su utilización

Al igual que sucede con las barreras, las palancas o drivers cómo elementos que activan, facilitan o aceleran la adopción de soluciones de trazabilidad digital (y blockchain en algunos casos) son comunes y potenciarían también la incorporación de otras tecnologías digitales que están cursando los primeros estadios de la “Curva de Rogers”. Algunos drivers de los relevados en la investigación aportados por los expertos en los temas que subyacen la problemática prácticamente tienen su contracara en algunas de las barreras descritas en la sección anterior (6.3.); mientras que otros, no se corresponden de manera tan directa con alguna barrera.

Un elemento que no se considera driver, porque es una variable inherente al desarrollo de la curva de adopción de tecnologías y porque se presenta como factor que se describe en todas las palancas es el paso del tiempo. En todos los casos, en mayor o menor medida tiene que pasar un periodo de evolución lógica para que las palancas que se describen a continuación accionen sobre las barreras y se adopten las soluciones de trazabilidad digital en el sector.

6.4.1. Valor percibido por los consumidores

La consideración que tienen los consumidores en cuanto a la valía de determinadas características de calidad, y sustentabilidad en la producción de los alimentos constituye un impulso en la adopción de soluciones de trazabilidad, prácticamente para todos los expertos que fueron consultados en la presente investigación. Lógicamente este driver, es asociado cómo el aliviador de la barrera: “6.3.1. Estímulo económico nulo o insuficiente”. J.M Vergara resume esa relación barrera-driver en que el valor que le aporta al consumidor tiene que ir pasando al valor monetario que le tiene que aportar al productor dicho esfuerzo. (comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

El proceso es lento y progresivo, y se está pasando de un contexto en el que no importaba el origen y el proceso productivo de nuestro alimento, a qué ahora si interesa, pero todavía hay desinformación, y a futuro gracias a las tecnologías se va a poder realizar un consumo consciente. (E. Esnaola, comunicación personal, 16 de agosto de 2023)

En el corto plazo, ese valor diferencial es más posible que sea considerado y reconocido en precio por parte de ciertos mercados internacionales, no se ve que en Argentina el consumidor esté altamente dispuesto a pagar más, salvo en cuestiones excepcionales de segmentos específicos de altos ingresos orientados a productos premium. (G. Tinghitella, comunicación personal, 14 de julio de 2023). En países desarrollados puede darse la validación de precio por factores socioeconómicos y de enfoque en la calidad. (F. Uranga, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

El aporte de la trazabilidad no solo debe ser percibido por el consumidor, sino también por eslabones compradores intermedios de determinados productos, cómo los brokers que ubican los productos en los puntos de venta y tienen más conocimiento de lo que colocan en las góndolas y del segmento que lo consume. (G. Sadovoy, comunicación personal, 1 de agosto de 2023; D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023)

Es posible que el precio adicional de productos con trazabilidad sea reconocido cuando se trate de alimentos que se asocien con la salud; por encima de otros consumos dónde también se utiliza trazabilidad para conocer su origen y procesos, cómo por ejemplo el biocombustible. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023). También refiriéndose a la salud, y aventurándose acerca de qué hechos podrían acelerar sustancialmente la adopción

generalizada de soluciones de trazabilidad y el efecto de este driver, Diego Ponce supone que podría ser algún fenómeno de salud generalizada, cómo pandemias o virus. Sin algún suceso extraordinario cómo los mencionados, recién considera que un despegue en la masificación de la adopción podría suceder en los próximos 5 años. (comunicación personal, 4 de julio de 2023)

Existe una unidad de medida que se utiliza en investigaciones en marketing y tendencias de consumo, cuyo cálculo, y revisión puede resultar útil para ver la evolución en la construcción del presente driver: “Willingness to pay” -WTP-, que estima cual es el máximo precio que un consumidor está dispuesto a pagar por un producto o servicio. El WTP de un determinado producto, puede indicar a los actores de la cadena si tienen margen de acción para poder incorporar prácticas de trazabilidad y sus consecuentes costos incurridos en un determinado producto, para un determinado target. (J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023; Stobierski, 2020)

6.4.2. Marco regulatorio de los mercados

Las iniciativas normativas mencionadas en el capítulo 2, sección 2.5, especialmente de Europa, y también de Estados Unidos y Reino Unido podrían constituir el elemento más potente de todos en cuanto a la adopción generalizada de soluciones de trazabilidad, ya que podrían llegar a ser un estándar mínimo para cumplir, sin el cual, dichos mercados no aceptarían los productos agroalimentarios argentinos.

Hasta ahora los consumidores no lograron forzar la adopción masiva de la cadena, más allá de que hay casos, prototipos y ejemplos, las regulaciones si lo forzarán (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023). Dichas regulaciones establecerán un piso mínimo de exigencias, dónde quién no se adapta queda afuera porque se le cierran los mercados. (G. Sadovoy, comunicación personal, 1 de agosto de 2023; J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023; L. Jolías, comunicación personal, 16 de agosto de 2023). Las exigencias regulatorias de los distintos mercados hacen que el que quiere vender, quiera o no quiera trazar, deberá hacerlo. (I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

Especialmente en segmentos que no hay estímulo económico (premium o productos de alto valor) se va a requerir regulación estatal o de exigencias de la cadena para ir hacia la trazabilidad de los datos. (G. Tinghitella, comunicación personal, 14 de julio de 2023)

A partir de normativas o regulaciones podría existir un buen sistema de castigos ante los datos falsos, llevando a que los actores que corrompen la veracidad de estos se queden afuera del mercado, como sucede hoy por otras faltas. (D. Ponce, comunicación personal, 4 de julio de 2023)

Argentina es un actor muy importante y gran parte de la exportación se dirige a hacia donde se están haciendo las normativas, lo que debería representar un estímulo para acelerar esa adaptación a la reglamentación y ser pioneros en exportaciones de agroalimentos con trazabilidad (I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

Como ejemplo de adaptaciones a regulaciones sin las cuales pueden cerrarse mercados, está el proyecto de Plataforma de VISEC -mencionado en el capítulo 2 (sección 2.5)-, que intenta estar a disposición como iniciativa desde Argentina para que no se espere que se confirme y exija la regulación para empezar a prepararse y ofrecer soluciones. Como se describe en dicha sección, son 7 los productos que están poniendo en jaque los biomas prioritarios de América del Sur (Amazonía, Cerrado y Chaco), entre los que están la soja y la carne vacuna. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023; D. Biolatto, comunicación personal, 31 de julio de 2023).

A diferencia del proyecto de VISEC, que es una solución integrada multisectorial que no adoptaría Blockchain, hay quienes interpretan que la legislación europea pide una serie de cuestiones para las cuales la mejor respuesta sería a través de soluciones de cadena de bloques. Las exigencias de la ley europea incluyen due dilligence, resguardo de la información por un determinado periodo, libre desforestación, cumplimiento de regulaciones locales, derechos humanos y otros elementos más a constatar por el importador. (N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

La articulación entre universidades (públicas y privadas) y el sector empresario o privado son importantes para complementar el rol del estado en la creación y promoción de nuevas regulaciones y que los protocolos a seguir tengan sustento técnico y científico. (I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

6.4.3. Propuestas de valor para dolores reales e implementación

Desde la perspectiva prácticamente generalizada en los representantes del ecosistema entrevistados, la precisión y consistencia con la cual las propuestas digitales de trazabilidad abordan los dolores y dificultades reales del sector con productos y servicios, es una situación importante y a tener muy en cuenta para potenciar la verdadera adopción de este tipo de soluciones. En otras palabras, es muy relevante que, desde el inicio, o en un estadio muy temprano de la propuesta se cuente con Product Market Fit ¹⁶.

Las soluciones ofrecidas tienen que ser concretas y tangibles para Francisco Uranga. Ismael Caram señala que además tiene que significar un aporte desde el lado del negocio, y no desde lo técnico o tecnológico, y traza la siguiente analogía: “todos utilizamos autos, y la mayoría no sabemos bien cómo funciona”. (comunicación personal, 2 de agosto de 2023; comunicación personal, 17 de julio de 2023)

La relevancia de la identificación del aporte concreto para el productor o negocio agropecuario es tal, que pueden existir soluciones disruptivas, que, aunque sean gratuitas serán ignoradas si el beneficio no afecta al negocio, o si no se conoce dicho beneficio por parte del cliente de la propuesta; y este beneficio, además, tiene que ser fácilmente cuantificable. (G. Tinghitella, comunicación personal, 14 de julio de 2023). Es muy frecuente encontrarse en el sector que luego del primer acercamiento la respuesta sea “¿y esto a mí de qué me sirve?” (I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

Constituye un verdadero driver que las proposiciones de valor deben dar resolución a las necesidades concretas del productor, y no ser meras propuestas de marketing de trazabilidad, o de blockchain. (D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023)

En cuanto a la incorporación de la tecnología una vez adquirida la solución o luego de que se detecta el caso de uso concreto, en este sector no suele ser un proceso autogestivo, por lo que es necesario que la gestión de la propuesta tecnológica realice un acompañamiento durante la implementación y posterior seguimiento para que la adopción sea exitosa. (G. Tinghitella, comunicación personal, 14 de julio de 2023). En otras palabras, “se requiere un

¹⁶ Product Market Fit: El product-market fit (PMF) es cuando una empresa ha confirmado señales de que su producto puede satisfacer una demanda existente en un mercado con un alto potencial. La señal habitual de que se ha alcanzado el PMF es que la gente está dispuesta a comprar el producto (aunque todavía no sea perfecto), usarlo activamente y recomendarlo a otras personas. (Makosiewicz & Pecáneck, 2022)

buen proceso de consultoría posterior”. (M. Mansilla, comunicación personal, 27 de julio de 2023). En tal sentido Ignacio Casanovas aporta que la escucha activa es importante porque la solución como tal (Capazeta) adopta una forma en función de lo que necesita cada empresa de alimentos, es decir que al ser lo suficientemente blanda en el diseño, facilita la posibilidad de empatizar y ajustarse. (comunicación personal, 5 de julio de 2023).

El proceso de acompañamiento e implementación suele estar enfocado en problemas con los datos (captura, inconsistencia, falta de cultura, etcétera) y busca aliviar la barrera de “no cultura del dato” vista en la sección 6.3. La gran mayoría de los usuarios presentan al inicio inconvenientes con los datos, sin siquiera empezar a pensar en trazabilidad. (E. Esnaola, comunicación personal, 8 de agosto de 2023)

El Product Market Fit, y la implementación son grandes desafíos para las startups que están recorriendo el camino de la trazabilidad con o sin blockchain, que son en su gran mayoría muy jóvenes, en términos de captura de fondos están en etapas pre-seed, seed, o serie A. (J.M. Vergara, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

De cara al futuro, con el aumento paulatino en el conocimiento sobre el tema, y del número de adoptantes de buenas prácticas trazables, podrían ir ganando espacio soluciones de trazabilidad basadas en blockchain que estén preconfiguradas, listas para usar, y que produzcan menos fricción en la incorporación por parte de las empresas agropecuarias. (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

6.4.4. Soluciones integradas e interoperabilidad

La colaboración y asociación entre diferentes partes interesadas, como productores, procesadores, distribuidores, minoristas y reguladores, puede ser clave. La creación de consorcios o alianzas industriales podría facilitar la adopción de estándares comunes y la compartición de los costos iniciales. (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

Ya detallado previamente en el capítulo 2 (sección 2.5), y también como ejemplo de propuestas apalancadas por Regulaciones, el Proyecto de plataforma de VISEC (que ya es un consorcio de actores del sector), pretende dar solución a la cadena de valor de la carne vacuna y la soja, de manera integrada, haciendo más eficientes los esfuerzos y evitando silos de

información. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023; D. Biolatto, comunicación personal, 31 de julio de 2023).

A su vez, es importante que existan criterios y estándares que faciliten la interoperabilidad de las distintas soluciones de trazabilidad disponibles y futuras. (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

En cuanto a los casos específicos de trazabilidad con blockchain, su adopción puede apalancarse ya que luego de la activación del bien, puede complementarse con la utilización de servicios adicionales que la web3 habilita, y para esto se requiere de integración. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023; N. Balestrini, comunicación personal, 27 de junio de 2023)

6.4.5. Red de Oráculos confiables

Cómo se conceptualizó en el Capítulo 1 -sección 1.1- y se ejemplificó en el 4 -sección 4.4- los oráculos son un elemento crucial de las propuestas de trazabilidad blockchain ya que funcionan de puente entre los sucesos y elementos del mundo no digital, y lo que sucede adentro de las cadenas de bloques.

Los oráculos traen información desde el afuera, hacia el adentro de blockchain: pueden ser uno o muchos, pero mientras más oráculos, más confiabilidad (G. Sadovoy, comunicación personal, 1 de agosto de 2023)

Los oráculos, y una organización integrada, amplia, automatizada y variada de estos, podría empujar la adopción de las soluciones, ya que contribuyen a derribar la barrera de Trazabilidad desarticulada y Brecha tecnológica. Pero especialmente serían útiles para consolidar el aporte de Blockchain y potenciar el agregado de valor de esta tecnología en el campo de la trazabilidad ya que podría resolver parcial o totalmente el problema de la corruptibilidad en la captura del dato -detallado en la sección 6.2.-.

El armado de una red oráculos que compitan entre sí, que tengan incentivos para decir la verdad, para dedicar tiempo, esfuerzos, y recursos; y que a su vez sustenten su compromiso con la veracidad con una garantía económica, sería un esquema que posibilitaría la obtención de veracidad y confianza. La confianza deja de ser una preocupación, porque ya no se

depende de la buena voluntad de los participantes intermedios, auditores, o certificadores centralizados: reduciendo a la mínima expresión la posibilidad de fraude por las mismas reglas del sistema. (G. Sadovoy, comunicación personal, 1 de agosto de 2023)

Diego Ponce también resalta que un buen sistema de oráculos fidedignos, en una red que sea pública, y accesible por todos, haría que blockchain en sí, sea un diferencial para la trazabilidad. (comunicación personal, 4 de julio de 2023). Las pruebas de vida o inputs de los oráculos de la mayoría de las soluciones tienen margen de equivocación o corrupción: a más eventos y más inputs de terceras partes, más certeza de que la información es real. (D. Viruega, comunicación personal, 20 de julio de 2023)

La automatización posible en la carga de datos a partir de oráculos también podría constituir un alivio en las barreras mencionadas anteriormente como La no cultura de datos, y la Coyuntura. (D. Ponce, comunicación personal, 4 de julio de 2023)

Una amplia red de oráculos, especialmente del tipo hardware, como los sensores IoT requieren también mejores soluciones de conectividad y energía. (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

6.4.6. Incentivos y situación económica

Los países con más ingreso por producción agropecuaria y mayor disponibilidad como pueden ser Brasil o Estados Unidos, muestran mayor predisposición a incorporar tecnología o personal necesario para gestionar dicha adopción. (G. Tinghitella, comunicación personal, 14 de julio de 2023).

Desde la perspectiva del sector público, la política puede dinamizar este tipo de adopciones tecnológicas mediante incentivos como créditos blandos y alivios fiscales. (L. Jolías, comunicación personal, 16 de agosto de 2023). Los incentivos financieros pueden provenir del Estado o de distintas Asociaciones (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

6.4.7. Efecto contagio

El sector de los productos elaborados alimenticios está compuesto por pocas empresas, y es posible que los primeros que sigan este tipo de acciones y vean resultados favorables, contagiarán al resto. (D. Baudino, comunicación personal, 18 de julio de 2023)

Desde el lado de los productores, puede ayudar que se genere una especie de FOMO ¹⁷ si los grandes siguen a los innovadores y se pasa a la etapa de early adopters, los seguidores van a aparecer en consecuencia. También del lado del consumidor, hay momentos de adopción de tecnologías, incorporación masiva y efecto contagio que dependen de que se genere un hype.¹⁸ (F. Uranga, comunicación personal, 2 de agosto de 2023)

El contagio también sucede intra-empresa, cuando un cliente de la tecnología (productor) prueba una propuesta de valor para un proceso o producto luego lo termina escalando para las demás líneas, unidades de negocio, o lotes según el caso. (I. Casanovas, comunicación personal, 5 de julio de 2023)

La divulgación de historias de éxito y casos de uso concretos de cómo la trazabilidad basada en blockchain ha beneficiado a otras empresas agropecuarias podría inspirar a otros a adoptar la tecnología (M. Wessel, comunicación personal, 9 de agosto de 2023)

Universidad de
San Andrés

¹⁷ FOMO: es el acrónimo para la expresión original en inglés Fear of missing out, cuya traducción al castellano es miedo a perderse algo.

¹⁸ Hype: es una fuerte expectación frente a alguna novedad. La emoción exagerada por algo.

CONCLUSIONES

A. Contextualización

La presente tesis se propone como objetivo general analizar descriptivamente el estado del arte, y las soluciones disponibles basadas en la tecnología blockchain para la trazabilidad en el sector agropecuario de Argentina. A priori, surge el interrogante para profundizar acerca de cómo la tecnología en general y blockchain en particular aportan valor para la trazabilidad en este sector. También se anhela conocer el escenario argentino, y las posibles soluciones en blockchain que existen para contar con productos trazables. El entendimiento del escenario actual se completa con una perspectiva un poco más amplia para entender cuáles son las barreras que obstaculizan la acogida de soluciones de trazabilidad y cuáles son los drivers que potencian o potenciarían su adopción.

La temática abordada en la presente investigación responde a una serie de elementos, actores y procesos que están en plena dinámica de evolución y movimiento:

- creciente interés y compromiso de ciertos segmentos de consumidores con el origen, la calidad y el impacto medioambiental de la producción, procesos y prácticas que implican los bienes y servicios que consumen (no generalizado por el momento, y concentrado en países desarrollados);
- las soluciones que dan propuestas de valor para la trazabilidad en el sector agropecuario (y en otros sectores también) son nuevas, muchas de las cuales en formato startups están en estadios previos o atravesando su Serie A (pre seed o seed);
- la tecnología blockchain, apenas llega a la primera quincena de años desde que se publicó el whitepaper inicial “Bitcoin: un sistema de dinero en efectivo electrónico peer to peer (Nakamoto,S., 2008)” y menos tiempo aun ha pasado desde que las evoluciones de esta tecnología por fuera de las criptomonedas dieran lugar a contemplar la posibilidad de casos de uso de trazabilidad, Smart-contracts y tokenización;
- la trazabilidad digital se encuentra en un estadio inicial “Innovadores” de acuerdo con la teoría de la curva de adopción de la innovación (de Rogers).

- las normativas de países centrales que podrían marcar el rumbo del comercio internacional en el corto plazo, recién están siendo elaboradas, debatidas y consultadas;
- algunos actores muy específicos de las cadenas de valor del sector agropecuario, están dando sus primeros pasos en trazabilidad, y en adoptar buenas prácticas que valgan la pena ser trazadas, sin que esto se amplifique en el sector o conlleve una clara obtención directa y masificada de estímulo económico;
- incipiente perspectiva de la potencialidad que puede implicar la tokenización para el posterior consumo de otros servicios con la web3.

Dichos factores recién mencionados, que se encuentran en plena evolución y transformación, producen que ninguna de las conclusiones que vaya a expresarse a continuación pueda ser considerada definitiva, permanente o perpetua.

Si bien, la situación sobre la problemática no está del todo determinada, y están jugando muchos factores y variables que están en movimiento, todavía no muy maduros, sea cual sea el desenlace: Argentina por su rol de productor mundial de alimentos va a estar si o si implicado. La trazabilidad digital se encuentra en un estadio inicial “Innovadores” de acuerdo con la teoría de la curva de adopción de Rogers. Y el debilitamiento de las barreras y la potenciación de las palancas puede incidir en la velocidad, desarrollo y penetración de las soluciones.

B. Conclusiones

1. La trazabilidad digital de la actividad agropecuaria aporta valor

La pregunta de investigación planteada y objetivo específico respecto al aporte de valor de la trazabilidad soportada o resguardada a través de tecnologías digitales (no necesariamente basada en blockchain) en el sector agropecuario obtiene una respuesta bastante generalizada tanto en base a las publicaciones e informes existentes sobre el tema, cómo en las entrevistas realizadas para la presente investigación dónde convergen perspectivas bien diversas que se vinculan con la problemática: Si, aporta valor.

Luego podemos encontrar algunos contrapuntos que se concentran en diversas aristas de la respuesta posible: algunos se enfocan en quiénes son los que dentro del sector se ven beneficiados de ese valor; otros puntualizan en si el valor que aporta es potencial o tangible hoy en día; algunos plantean si la valoración de los consumidores en la actualidad se corresponde o no con los esfuerzos que conlleva; y también existen respuestas de quienes si bien afirman el aporte, pero su valoración queda condicionada a que se desarrollen otros factores exógenos, o que se activen determinados drivers.

Se puede concluir que el aporte de valor que existe está siendo capturado por los casos de uso que se están desarrollando, que, si bien son progresivos, no son la generalidad, y que el número bajo de casos coincide con la etapa de “innovadores” respecto a la curva de adopción de la innovación (de Rogers). Las cadenas específicas que tomaron la delantera refieren a specialities, productos orgánicos y productos premium. Estos productos, han ido encontrando un WTP (Willingness to pay) en su mercado consumidor, que es suficiente para estimular a la cadena hasta el productor.

2. La trazabilidad digital soportada en Blockchain aporta valor

El escenario de propuestas de valor para la trazabilidad digital, soportadas o potenciadas por la tecnología blockchain en Argentina es joven, creciente, y con diversidad de profundidades y aplicaciones.

La importancia o relevancia que le dan los distintos actores al hecho de que la trazabilidad de los datos generados sea almacenada digitalmente en bases de datos convencionales, o que la información sea soportada en blockchain, tiene que ver con los siguientes factores que son valorados.

- Se puede vislumbrar a blockchain en el plano global cómo un potencial estándar para la trazabilidad digital en el sector, es decir una herramienta aliada para demostrar la trazabilidad.
- Blockchain (especialmente las cadenas abiertas, por su descentralización) aporta un valor diferencial ya que puede garantizar la inmutabilidad de lo que fue minado, además de la transparencia y accesibilidad abierta -principales diferencias con las bases de dato centralizadas-. Conserva la integridad de la información de forma

democrática, evitando que los actores más poderosos puedan ejercer posición de poder.

- Otro aporte valioso, deriva de la trazabilidad que se basa en tokenización de activos, ya que gracias a la web3 permiten una complementariedad con servicios indirectos que van más allá, y permiten integrar otras capas de valor o negocios que también se basan en la misma tecnología. Es decir, con blockchain está la posibilidad de activar bienes físicos para consumir otros servicios cómo el acceso al financiamiento, a seguros, y a contratos inteligentes.
- Algunos valoran que todas las características de blockchain pueden (quizás con mayor esfuerzo) lograrse, excepto la creación de token como activo digital, que es único e irrepetible, por lo que genera el concepto de escasez, y si algo es escaso tiene valor y posibilidad de negociarse.
- Otro aporte posible es en cadenas de valor no formalizadas, no institucionalizadas, sin acceso a información simétrica, sin instituciones intermedias y sin precios de referencia, donde les permite organización descentralizada, transparencia en el acceso a la información y posibilidad de demostrar creíblemente atributos de calidad.

El principal punto de dolor, que iguala a la blockchain con otros sistemas de trazabilidad digital es la posibilidad de corrupción en la captura del dato. Mas allá de la inmutabilidad del dato, si la captura fue errónea o fraudulenta no tiene valor. Un sistema integrado y bien orquestado con diversas capas de confianza, información contrapuesta y especialmente multiplicidad de oráculos bien remunerados y de distintos tipos, se vislumbra como el camino a seguir para mitigar esta barrera clave de las soluciones que incluyen cadena de bloques.

3. Se hallaron 3 categorías de propuestas de trazabilidad basada en Blockchain según su profundidad en la relación con la tecnología:

- trazabilidad completa con tokenización en blockchain
- trazabilidad completa documental o de hitos en blockchain
- trazabilidad documental, opcional o parcialmente registrada en blockchain

Se investigaron y profundizaron las soluciones disponibles en Argentina que abordan la trazabilidad para el sector agropecuario y habilitan el resguardo en cadenas de bloques.

Además, se realizaron entrevistas con miembros clave de Origino, Ucrop.it, Capazeta, Tracestory, Identity On Field, y Agrohub. Producto de la investigación, y según la profundidad y completitud en la relación con la tecnología, se puede concluir que existen 3 categorías de propuestas de trazabilidad basada en Blockchain.

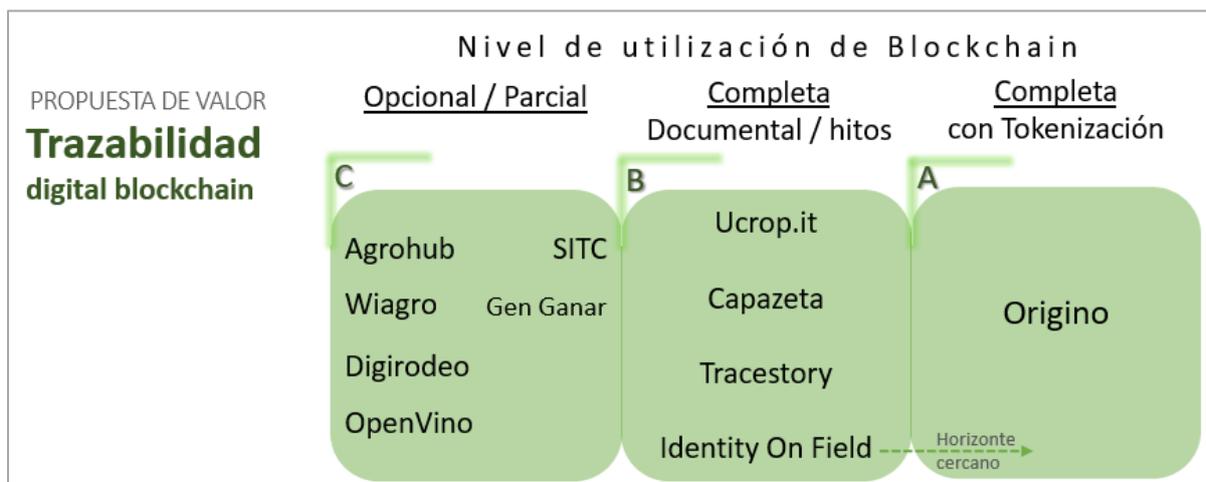
Las dos primeras categorías incluyen emprendimientos de trazabilidad completa en blockchain -Ver Figura 14, secciones A y B- donde se ofrece trazabilidad en tecnología blockchain desde la generación del activo, y posibilitan el seguimiento de todas las interacciones y transformaciones del activo a lo largo de la cadena. Las soluciones de trazabilidad completa pueden ser de bienes o activos tokenizados desde el origen, y es el token o NFT el elemento digital que va asociándose a todos los sucesos de la vida del bien que van siendo minados -Figura 14, sección A-; o pueden ser soluciones sin tokenización, en las cuales lo que se mina en blockchain son documentos, hitos, datos o transferencias para securitizar la información en la cadena de bloques -Figura 14, sección B-. La tercer categoría engloba emprendimientos de trazabilidad blockchain parcial u opcional -Figura 14, sección C- que ofrecen trazabilidad minada en blockchain del activo que ya sufrió alguna transformación y/o de uno o varios procesos específicos en la cadena, pero no pretenden dar la opción de salvar todos los eventos.

Además, existe una basta cantidad de otras iniciativas AgTech en argentina que utilizan la tecnología Blockchain, pero quedan fuera del alcance del estudio, ya que su propuesta no se relaciona con la trazabilidad de manera directa, y su core tiene que ver con finanzas, crédito, seguros, facilidad de pagos, etcétera

4. Se elaboró el mapa de soluciones argentinas de trazabilidad blockchain disponibles

A partir de la investigación de fuentes secundarias acerca de las opciones disponibles en el ecosistema, sumado a la serie de entrevistas realizadas a miembros relevantes de soluciones de trazabilidad blockchain para el agro, el análisis descriptivo de cada una de estas, y la categorización de las propuestas disponibles según su profundidad en la relación con la tecnología mencionada en la conclusión previa, se elaboró el mapa que pretende ubicar gráfica y didácticamente a las propuestas de valor argentinas.

Figura 14: Soluciones Blockchain en Argentina de Trazabilidad



Nota: adaptado de figura 13, desestimando aquellas propuestas de valor que no son de trazabilidad.

Elaboración propia, 2023

5. Se identificaron las siguientes barreras que dificultan la adopción de soluciones de trazabilidad digital en el sector, y de blockchain en particular

- **Estímulo económico nulo o insuficiente** para retribuir los esfuerzos de los productores de agro alimentos en la incorporación de prácticas tendientes a demostrar la trazabilidad.
- **La (no) cultura del dato**, respecto a la importancia de registrar, ordenar y aprovechar los datos que se generan en las actividades y procesos.
- **Brecha de tecnología, lenguaje y aspectos culturales** en referencia a la distancia existente entre el actor de la cadena agropecuaria que incorporará la tecnología y la propuesta tecnológica que debe entender los problemas y comunicar su innovación. También aspectos de la cultura y del lenguaje afectan.
- **Trazabilidad (des)articulada** de algunos actores en distintos niveles de la cadena que están comenzando a recorrer el camino, pero sin articulación, asociación y estándares comunes. Si la trazabilidad en un único eslabón no tiene el impacto deseado.
- **Coyuntura**, ya que la adopción de trazabilidad voluntaria compite con otras prioridades y problemáticas de los distintos actores, relativas a la macroeconomía, eventos climáticos, regulaciones temporales específicas, entre otros.

- **Falta de regulación de Blockchain** para una multiplicidad de agentes supervisados por órganos de contralor, que requieren que las actividades del mundo cripto, también sean reguladas para poder contratarlas.

Resulta notorio que muchas de las trabas que se describen, no son elementos específicos de la incorporación de soluciones de trazabilidad digital, o de trazabilidad digital blockchain, si no que estas resultan comunes o generalizadas para buena parte de las tecnologías digitales mencionadas en el capítulo 3 (sección 3.5.) para el sector.

6. Se identificaron los siguientes drivers que potencian o potenciarían el proceso de adopción de la tecnología y sus posibles aplicaciones para la trazabilidad en el sector.

- **Valor percibido por los consumidores**, es decir, la consideración que tienen los consumidores en cuanto a la valía de determinadas características de calidad, y sustentabilidad en la producción de los alimentos constituye un impulso en la adopción de soluciones de trazabilidad.
- **Marco regulatorio de los mercados**, con iniciativas normativas que podrían constituir un elemento potente en cuanto a apalancar la adopción generalizada de soluciones de trazabilidad, ya que pueden llegar a ser un estándar que cumplir sin el cual, dichos mercados no aceptan los productos agroalimentarios argentinos.
- **Propuestas de valor para dolores reales e implementación** con precisión y consistencia en el Product Market Fit es clave para potenciar la verdadera adopción de este tipo de soluciones; sumado al acompañamiento y personalización en las implementaciones.
- **Soluciones integradas e interoperabilidad** a partir de la colaboración y asociación entre diferentes partes interesadas, como productores, procesadores, distribuidores, minoristas y reguladores; en conjunto con la creación de consorcios o alianzas industriales que podrían facilitar la adopción de estándares comunes y la coparticipación de las erogaciones iniciales. Específicamente en soluciones blockchain podrán apalancarse con la utilización de servicios complementarios que trae web3 gracias a la integración.
- **Red de Oráculos confiables** en un sistema integrado, variado y automatizado sería determinante para consolidar el aporte de Blockchain y potenciar el agregado de valor

de esta tecnología. Así, se mitigaría parcial o totalmente el problema de la corruptibilidad posible en la captura del dato.

- **Incentivos y situación económica**, ya que el Estado puede dinamizar adopciones tecnológicas mediante incentivos como créditos blandos y alivios fiscales; y en cuanto a la situación económica, los países con más ingreso por producción agropecuaria cuentan mayor predisposición a incorporar tecnología.
- **Efecto contagio**, ya que la divulgación de historias de éxito y casos de uso concretos de cómo la trazabilidad basada en blockchain ha beneficiado a empresas innovadoras podría inspirar a otros a adoptar la tecnología.

7. La trazabilidad blockchain es importante para demostrar sustentabilidad, pero también para valorizar activos que podrán ser muy útiles en servicios disponibles en la web3

Aparece con cierta relevancia el hecho de que los servicios digitales conexos o complementarios sean la razón la causa de la trazabilidad, y no lo sea exclusivamente la necesidad de demostrar características de calidad o sustentabilidad.

Esta alternativa es una vía adicional que puede causar la necesidad de minar en blockchain determinadas prácticas de la actividad para que puedan ser trazadas, pero no con el foco en que el consumidor pague mayor valor, o para cumplir con regulaciones vigentes, sino que la valorización de ciertos activos, a partir de los datos que hay detrás de ellos, permite utilizarlo para mejores scoring en seguros, soluciones de financiamiento o liquidez, y otros servicios, a desarrollarse potencialmente sobre la web3.

8. En cuanto a trazabilidad digital estamos en la primera etapa de la curva de Rogers de adopción de la innovación: los innovadores.

Si bien la velocidad en la adopción de soluciones de trazabilidad varía según tipo de productos, y se desprende que los casos de uso principales responden a productos no commodities, en términos generales estamos en la etapa de innovadores, es decir que menos del 2,5% de los posibles adoptantes utiliza este tipo de soluciones. Naturalmente este punto tiene mucho contacto con las conclusiones referidas a las barreras que marcan el ritmo en la velocidad de la adopción de la innovación en tanto se puedan ir mitigando, y también tiene

estrecho vínculo con los drivers que podrían apalancar la adopción. El ejemplo más claro para vislumbrar cambios en la velocidad de la adopción y el paso de etapas es si se activara el driver de la regulación normativa, yendo a una exigencia generalizada y excluyente en ciertos mercados.

9. La trazabilidad de las cadenas agropecuarias requiere voluntad colectiva: no hay trazabilidad completa sin soluciones integrales o red de integraciones

La colaboración y asociación entre diferentes partes interesadas, como productores, procesadores, distribuidores, minoristas y reguladores es clave. La consistencia de los datos depende de la adopción y voluntad de resguardar información de todas las partes. Además de la confiabilidad que les da a las soluciones el hecho de que los inputs provengan de distintas fuentes con datos de distintos “dueños”, la trazabilidad de un actor de la cadena no tiene sentido alguno si en el eslabón siguiente ya no hay información y transparencia.

La creación de consorcios o alianzas industriales podría facilitar la adopción de estándares comunes y la participación en los costos iniciales. Ejemplo de esta conclusión, puede llegar a ser (ya que al momento de la presente investigación, se encuentra en etapa de proyecto) el sistema MRV de VISEC (consorcio de actores del sector), que pretende dar solución a la cadena de valor de la carne vacuna y la soja, de manera integrada, haciendo más eficientes los esfuerzos y evitando silos de información, y apalancándose en la necesidad de cumplimentar la inminente regulación europea, que es la que potencialmente puede dejar afuera a quienes no adopten buenas prácticas para la comercialización de determinados productos críticos en las agroexportaciones que se realizan desde Argentina.

A su vez, es importante que existan criterios y estándares que faciliten la interoperabilidad de las distintas soluciones de trazabilidad disponibles y futuras, y que la interrelación pueda darse sin que ninguna categoría quede afuera: soluciones de trazabilidad digital con resguardo de los datos de manera centralizada, soluciones de trazabilidad blockchain, desde distintos tipos de cadenas de bloques, y también con y sin tokenización del activo a trazar.

C. Prospectiva

En la actualidad, Blockchain no es el único camino, y no parece que sea el estándar para la trazabilidad de la agroindustria en el corto plazo.

Múltiples opciones y aristas muy interesantes fueron aflorando en la investigación sobre trazabilidad digital y específicamente con la utilización de blockchain en el agro. De menor a mayor complejidad, aparece en primer lugar la alternativa de resguardar la trazabilidad agropecuaria sin blockchain (o en bases de datos centralizadas). En mi opinión, posiblemente esta se convierta en el mínimo estándar para la trazabilidad de algunos productos y subproductos en el corto plazo, especialmente si continúan desarrollándose en la trayectoria creciente que lo vienen haciendo, los siguientes dos elementos o drivers: valor percibido por los consumidores y marco regulatorio de los mercados.

Luego, también se presenta un conjunto de soluciones basadas en blockchain parcial u opcional, que podrían inclusive integrarse con soluciones de trazabilidad centralizada, en la cual algunos aspectos, o partes de procesos tienen una capa de resguardo descentralizado e inalterable en alguna cadena de bloques.

Un paso más adelante en la profundidad del caso de uso con cadena de bloques, se observa el escenario en el que la propuesta de valor que ofrece la solución tecnológica es de trazabilidad completa documental o a través de hitos que son minados en blockchain a medida que se van desarrollando o sucediendo en el tiempo.

Por último, y siguiendo en la línea de soluciones de trazabilidad completa en blockchain, está la opción que mayor potencial presenta para aprovechar el hub de soluciones basados en otras alternativas que ofrece blockchain más allá de la trazabilidad: la tokenización. Tokenizar el activo agropecuario, permite resguardar para trazabilidad todos los sucesos de la vida a lo largo de la cadena, y que estos queden vinculados a ese activo digital NFT, que a su vez es único y escaso, por lo que habilita la posibilidad de integrarse con otras soluciones de la web3 cómo incluirlo en contratos inteligentes, compraventa del token, partición de este, o utilizarlo como garantía para obtener préstamos.

En las tres categorías de trazabilidad que incluyen blockchain, subyace una perspectiva obtenida a lo largo de la investigación (especialmente proveniente de estudiosos de blockchain o que trabajan en propuestas de valor con esta tecnología) que sostiene que la

mejor manera de cumplimentar las regulaciones que se están proponiendo en el plano internacional es a través de blockchain, y que vale la pena aprovechar las características inherentes de esta tecnología si se va a avanzar en la cultura del dato y el resguardo confiable, transparente y seguro de la información.

Existe otra posición, con la cuál tiendo a coincidir luego de realizada la presente investigación, que asume que en el corto y mediano plazo no será requerido que las soluciones del sector tengan blockchain como estándar. Esta postura se basa en la poca cultura de los datos, los bajos estímulos económicos para los usuarios de la tecnología, la no integración de la información y sus fuentes, la escasa percepción del valor adicional por parte de los consumidores y de algunas otras barreras que todavía se deben sortear; y que no parece que se mitiguen en a la brevedad.

Si parece razonable, que, en algunas cadenas de productos específicas, y especialmente para aquellos que obtienen un mercado que valore y aprecie la elección de blockchain, o que ya han recorrido el camino de trazabilidad con esta tecnología como elemento de diferenciación y su mayor confiabilidad, puedan integrar sus certificaciones e información de blockchain en sistemas integrados de trazabilidad más amplios.

Ejemplos de esta posición, podrían ser iniciativas análogas a la mencionada del proyecto de Visec en soja y carne vacuna para la exportación desde Argentina hacia Europa: es decir una única solución de todos los actores de una cadena de valor, integrada por un consorcio de las partes intervinientes, alimentado desde fuentes de datos diversificadas una base centralizada, y que posiblemente no incluya blockchain como base, pero pueda opcionalmente integrarse con soluciones y propuestas de empresas y startups que expongan hitos minados en blockchain o certificaciones de buenas prácticas de fuentes externas.

Esta visión, además, se enfoca en agregar capas de certidumbre interconectando actores con intereses contrapuestos, para sortear así la dificultad que tienen las soluciones con o sin blockchain: el dato erróneo o fraudulento en la captura.

En base a toda la información obtenida e investigada sobre la temática, y teniendo en cuenta los hallazgos y la información resultante previamente mencionada a lo largo de la presente sección en “A. Contextualización” y “B. Conclusiones”, se enlistan las siguientes sugerencias o posibles vías de acción:

1. Profundizar las iniciativas de **difusión, articulación y capacitaciones** a través de **instituciones públicas, o mixtas de Ciencia y Tecnología**, de universidades públicas o privadas, de participantes de polos tecnológicos y de asociaciones civiles acerca de: los usos de las tecnologías para resolver dolores concretos en el sector, la importancia de los datos para los agroalimentos y para los negocios, y las perspectivas de negocios futuros a través de demostrar trazabilidad.
2. **Dinamizar e incrementar créditos blandos y alivios fiscales** desde el sector público y desde entidades privadas que favorezcan o premien la adopción de la tecnología en el sector, y específicamente en lo referido a demostrar trazabilidad.
3. **Promulgación de regulaciones y normativas tendientes a preservar la calidad de los alimentos y la sostenibilidad de los ecosistemas y biomas** que alojan el proceso de extracción, transformación, comercialización (mercado interno, o externo). En este sentido se pueden tomar de referencia las iniciativas y los debates actuales de los países o regiones que están llevando la delantera en estos temas, pero se requiere una política activa y no reactiva de la preservación del medioambiente y de la calidad de los alimentos.
4. **Concientizar, en la comunidad en general del impacto que tiene en la salud, y en el medioambiente la calidad y sustentabilidad** de los alimentos que comemos, y los procesos que estos atraviesan a lo largo de su elaboración y distribución. La trazabilidad de malas prácticas no produce un mayor valor perceptible por los consumidores, y requiere de mejorar procesos productivos previamente, para que la trazabilidad sea genuina y a su vez monetizable.
5. Fomentar **espacios de encuentro**, cómo meetups, mesas colaborativas y sandbox de pruebas para que se encuentren los **emprendimientos tecnológicos** que brindan estas soluciones, los **clientes de las soluciones de trazabilidad, y los consumidores finales** de la cadena, en torno a poder comprender, retroalimentarse y que las soluciones puedan empatizar y comunicar exactamente el dolor que resuelven en lenguaje accesible para las partes. Es decir, poder ajustar el product market fit actual y futuro, de las propuestas de trazabilidad hacia sus clientes (actores de la cadena), y a su vez que estos, entiendan cómo, y cuánto es la valoración que le dan sus clientes consumidores al hecho de poder acceder a productos (y servicios) trazables que demuestren buenas prácticas y calidad.

6. Promulgación de **regulaciones y normativas tendientes a favorecer y establecer estándares comunes que favorezcan la aparición de soluciones integradas e interoperabilidad** entre las distintas opciones, avanzando en qué los actores intervinientes en las cadenas puedan optar por las distintas soluciones, integrarlas con soluciones completas de la cadena, y viceversa, sin importar si la elección fue trazabilidad digital, en blockchain parcial, o completa. En este contexto también potenciar y dar confianza y supervisión periódica a una red de oráculos creíbles y de buena reputación (tanto hardware, cómo software), que constituyan palabra autorizada para poder fomentar el diferencial de que los datos que se vuelcan a la trazabilidad digital, en cualquiera de sus formas sean confiables. En esa dirección, SENASA, RUCA, AFIP, STOP (El Sistema de Turnos Obligatorio para Descarga en Puertos) y otras agencias del gobierno que cuentan con datos importantes, deberían disponibilizarlos.
7. **Regulación de blockchain**, para que una multiplicidad de agentes de la economía que hoy son supervisados por órganos de contralor y solo pueden contratar actividades que también sean reguladas, puedan tener más certezas, y seguridad y participar de estas actividades. Esto especialmente a los usos potenciales anexos, a la trazabilidad digital con NFT (web3).

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos. (s.f.) *Implementación de las leyes y normas sobre el aire*. Recuperado el 6 de agosto julio de 2023 de <https://espanol.epa.gov/espanol/implementacion-de-las-leyes-y-normas-sobre-el-aire>

Africano, L. (2022, 15 de febrero). *Wiagro, la firma argentina que busca reducir la pérdida de alimentos después de la cosecha usando sensores en los silos y blockchain*. La Nación. Consultado el 21 de junio de 2023 de <https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/wiagro-la-firma-argentina-que-busca-reducir-la-perdida-de-alimentos-despues-de-la-cosecha-usando-nid15022022/>

Agree. (s.f.) *Agree*. Recuperado el 26 de julio de 2023 de <https://www.agreemarket.com/ar/index.html>

Agripay (s.f.) *Agripay*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://agripay.ar/>

Agrofy. (2021, 6 de mayo). *“Argentina, ya hay 25000 token vaca”*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023 de: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/193505/argentina-ya-hay-25000-token-vaca-asi-funciona-plataforma-que-rastrea-origen-carne>

Agrofy. (2023, 11 de abril). *La apuesta de ucrop.it: “El productor va a cobrar más por ser sustentable que por el producto en si*. Recuperado el 18 de agosto de 2023 de: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/204438/apuesta-ucropit-productor-va-cobrar-mas-ser-sustentable-que-producto-si>

Agrohub. (s.f.) *Agrohub*. Recuperado el 19 de junio de 2023 de <https://agrohub.com.ar/>

Agrotoken. (s.f.) *Agrotoken*. Recuperado el 25 de agosto de 2023 de <https://agrotoken.com/>

Agrotoken. (2020). *Agrotoken Whitepapper 2020*. Recuperado 2 de octubre de 2022, de https://agrotoken.io/whitepaper_es.pdf

Albrieu, R.; Rapetti, M.; Brest López, C.; Larroulet, P. & Sorrentino, A. (2018). *Inteligencia artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Argentina. Inteligencia Artificial y Crecimiento Económico en América Latina*. CIPPEC.

Amadae, S. Sood, S. (2022). *Food Futures Fieldwork Report 2022*. Recuperado 5 de octubre de 2022, de: <https://atarca.eu/wp-content/uploads/Mooc-report-Aug-1.pdf>

Amazon. (s.f.). *What is IoT*. Recuperado 2 de octubre de 2022, de <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/AvalDao>. (s.f.) *AvalDao*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://avaldao.com/>

Arcia Porrúa, J. (2020). De la agricultura precisa a la agricultura de precisión. *Revista Ingeniería Agrícola*, 10(3), e09. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5862/586264607009/html/index.html>

Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa [Aapresid]. (s.f.) *Quienes somos*. Recuperado el 6 de agosto de 2023 de <https://www.aapresid.org.ar/quienes-somos>

Babich, V. Hilary, G. (2019). *OM Forum—Distributed Ledgers and Operations: What Operations Management Researchers Should Know About Blockchain Technology*. *Manufacturing & Service Operations Management* 22(2):223-240. <https://doi.org/10.1287/msom.2018.0752>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *AgTech: mapa de innovaciones AgTech en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C., EE.UU.: BID.

Baralla, G. Ibba, S. Marchesi, M. Tonelli, R. y Missineo, S. (2018). *A Blockchain based system to ensure transparency and reliability in the food supply chain.* In European Conference on parallel processing. Springer Cham. (pp. 379 - 391)

Basco, A., Beliz, G. Coatz, D. & Garnero. P. (2018). *Industria 4.0. fabricando el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo. Buenos Aires, Argentina.

Beck, R. y Müller-Bloch, C. (2017). *Blockchain as Radical Innovation: A Framework for Engaging with Distributed Ledgers as Incumbent Organization.* Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, 5390-5399. DOI: <https://doi.org/10.24251/hicss.2017.653>

Belasco, L. (10 de enero de 2022). *Qué es la Web3 y cómo podría transformar internet*. BBC News Mundo. Recuperado el 5 de agosto de 2023 de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59746140>

Bergero, P., Biolatto, D., D'Angelo, G. (2023, 15 de agosto). *Deforestación, nuevas regulaciones y estrategia argentina*. [Presentación de contenido]. Conversatorio Encuentros en la Bolsa de Comercio de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina.

Bernstein, D. J. & Lange, T. (2017, 14 de septiembre). *Post-quantum cryptography*. *Nature*. 549 (7671): 188–194. doi:10.1038/nature23461. ISSN 0028-0836. PMID 28905891. S2CID 4446249.

Bhusal, C. (2021). *Blockchain Technology in Agriculture: A Case Study of Blockchain Start-Up Companies*. International Journal of Computer Science and Information Technology.. 13. 10.5121/ijcsit.2021.13503

BIS Research, (2022). *Global Blockchain in agriculture and food market*. Recuperado 2 de octubre de 2022, de <https://bisresearch.com/industry-report/global-Blockchain-agriculture-food-market.html>

Bisang, R., Lachman, J., López, A., Pereyra, M. & Tacsir, E. (2022). *Agtech: startups y nuevas tecnologías digitales para el sector agropecuario: los casos de Argentina y Uruguay*. Banco Interamericano de Desarrollo, Nota Técnica N°2252. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/agtech-startups-y-nuevas-tecnologias-digitales-para-el-sector-agropecuario-los-casos-de-argentina-y>.

Bolsa de Comercio de Rosario (2023, 25 de agosto). *¿Cómo nos impacta la normativa europea de deforestación?*. Informativo Semanal. Edición 2112. Recuperado el 25 de agosto de 2023 de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/como-nos>

Bolsa de Comercio de Rosario (2023, 3 de febrero). *El agro aportó 3 de cada 5 dólares de exportaciones en 2022*. Informativo Semanal. Edición 2087. Recuperado el 22 de agosto de 2023 de <http://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/el-agro-aporto>

Bolsa de Comercio de Rosario (2022, 6 de octubre). *¿Qué aportó la agroindustria en 2021?*. Informativo Semanal. Edición 2071. Recuperado el 22 de agosto de 2023 de <http://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/que-aporto-la>

Btrazer LLC. (s.f.) *Btrazer*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://www.btrazer.com/>

Bureau Veritas. (s.f.) *Servicios y soluciones Bv Green dedicados a la sustentabilidad*. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <https://www.bureauveritas.com.ar/servicios-y-soluciones-bv-green-line-dedicados-la-sustentabilidad>

Busch, K. (2022). *Blockchain: Novel Provenance Applications (R47064)*, United States of America Congressional Research Service. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47064/3>

Calatayud, A. y Katz, R. (2019). *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001956>

Campbell, C., (2023, March). *What are the 4 different types of blockchain technology?* TechTarget. Retrieved April 15, 2023, from <https://www.techtarget.com/searchcio/feature/What-are-the-4-different-types-of-blockchain-technology>

Capazeta. (s.f.) *Capazeta*. Recuperado el 16 de julio de 2023 de <https://capazeta.com/>

Caro, M. Ali, M. Vecchio, M. y Giaffreda, R. (2018). *Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation*. IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany), pp. 1-4, doi: 10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373021.

Centenera, M. (2023, 30 de marzo). *El campo argentino da por finalizada la peor sequía en 60 años*. El País. Recuperado del 20 de agosto de 2023 de <https://elpais.com/argentina/2023-03-30/el-campo-argentino-da-por-finalizada-la-peor-sequia-en-60-anos.html>

Clemente Rincón, L. A., (2020). *Los nuevos retos del sector agroalimentario: Fintech 3.0, AgTech y FoodTech*. Agroalimentaria Journal - Revista Agroalimentaria, Centro de Investigaciones Agroalimentarias, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad de los Andes, vol. 26(51). DOI: 10.22004/ag.econ.316842

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe*. (LC/CMSI.8/3), Santiago, Chile.

Confederación de Empresarios de Málaga. (2022). *Guía "data driven". Impulsa tu negocio con datos*. Recuperado el 8 de agosto de 2023 de <https://www.cem-malaga.es/portalcem/novedades/2022/Data%20Driven%20Impulsa%20tu%20Negocio%20con%20Datos.pdf>

Congreso Aapresid. (2023, 9-11 de agosto) Rosario, Santa Fe, Argentina.

Congreso BCR AgTech Forum. (2023, 8 de agosto) Bolsa de Comercio de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina.

Control Union (s.f.) *2bsvs - Esquema voluntario de biomasa y biocombustibles sostenibles*. Recuperado el 6 de agosto de 2023 de <https://certifications.controlunion.com/es/certification-programs/certification-programs/2bsvs-esquema-voluntario-de-biomasa-y-biocombustibles-sostenibles>

Control Union (s.f.) *Certificaciones*. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <https://argentina.controlunion.com/es/acerca-del-servicio-certificaciones>

Crawford, I. M., FAO (1997). *Agricultural and food marketing management*. Editorial Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. Cap 6. <https://www.fao.org/3/w3240e/w3240e06.htm>

Dankers, C. (2004). *Las normas sociales y ambientales, la certificación y el etiquetado de cultivos comerciales*. FAO Commodities and Trade Technical Paper. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <http://www.fao.org/docrep/008/y5136s/y5136s00.htm>. ISBN 92-5-305068-3 ISSN 1811-7252

Demestichas, K. Peppes, N. Alexakis, T. y Adamopoulou, E. (2020). *Blockchain in Agriculture Traceability Systems: A Review*. Applied Sciences 10, no. 12: 4113. <https://doi.org/10.3390/app10124113>

Denzin, N., & Lincoln, Y. (1994). *Introduction: Entering the Field of Qualitative Research*. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative*. California, CA, USA: Sage Publication, Inc

Di Ciano, M. (2016). *Análisis del Sector Agropecuario*. Recuperado el 27 de abril de 2022 de: <https://aduba.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/Sector-Agropecuario.pdf>

Digirodeo (s.f.) *Digirodeo*. Recuperado el 21 de junio de 2023 de <https://digirodeo.com/>

Drincovich, S. (2022, 23 de junio). *Por medio del uso de nuevas herramientas, compañías tecnológicas colaboran con un sector clave que crece en generación de divisas*. iProUP. Recuperado el 21 de junio de 2023 de <https://www.iproup.com/innovacion/30530-agtech-como-el-campo-genera-mas-produccion-y-dolares>

Endeavor y Bain & Company. (2022) *Situación actual y perspectivas del ecosistema AgTech de Argentina*. <https://www.endeavor.org.ar/wp-content/uploads/2022/11/ecosistema-agtech-argentina-2022-1.pdf>

Endeavor y Bain & Company. (2022) *Situación actual y perspectivas del ecosistema AgTech de Argentina*. Recuperado 22 de agosto de 2023 de <https://www.endeavor.org.ar/wp-content/uploads/2022/11/ecosistema-agtech-argentina-2022-1.pdf>

Ethereum.org . (2022, 22 de agosto). *Comparación entre web2 y web3*. Recuperado el 5 de agosto de 2023 de <https://ethereum.org/es/developers/docs/web2-vs-web3/>

European Union (2023, 11 de abril). *Towards deforestation-free commodities and products in the EU*. EU Legislation in Progress. 4th Edition. Recuperado el 15 de agosto de 2023 de [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698925/EPRS_BRI\(2022\)698925_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698925/EPRS_BRI(2022)698925_EN.pdf)

Fernandez, A. Waghmare, A. y Tripathi, S. (2020). *Agricultural Supply Chain Using Blockchain* In *Proceedings of International Conference on Intelligent Manufacturing and Automation*. Springer Singapore. pp. 127 – 134.

FeDerCitrus. (2019, 1 de enero). *La exportación de cítricos de Argentina incorpora tecnología blockchain para asegurar la trazabilidad*. [Comunicado de prensa]. https://www.federcitrus.org/wp-content/uploads/2019/10/RESUMEN-DE-PRENSA-1-ENERO-2019_3.pdf

Ferrer, B. (2022, 1 de abril). *Smarter cheesemark: Parmigiano Reggiano's traceability boosted with microchipped casein labels*. FoodIngredientFirst.com, Recuperado 1 de octubre de 2022, de <https://www.foodingredientfirst.com/news/smarter-cheesemark-parmigiano-reggianos-traceability-boosted-with-microchipped-casein-labels.html>

Food and Agriculture Organization of the United Nations & International Telecommunication Union. (2019). *E-agriculture in action: Blockchain for agriculture: Opportunities and challenges*. Editor Food & Agriculture Org. ISBN 978-92-5-131227-8

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Introducing the Agrifood Systems Technologies and Innovations Outlook*. Rome FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2506en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2005). *Codex Alimentarius Alimentos Producidos Orgánicamente*. Rome FAO. <https://www.fao.org/3/a0369s/a0369s.pdf>

Frankenfield, J. (2021, 26 de julio). *Merkle Tree in Blockchain: What it is and How it Works*. Investopedia. Recuperado del 7 de agosto de 2023 de <https://www.investopedia.com/terms/m/merkle-tree.asp>

Frávega, M., Silveyra Perdriel, C., Vechio, A., Perrino, A. (2023, 26 de junio). *Reglamento de la UE sobre productos libres de deforestación*. Beccar Varela. Recuperado 15 de agosto de 2023 de <https://beccarvarela.com/novedades/reglamento-de-la-ue-sobre-productos-libres-de-deforestacion/>

Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2017). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254– 280. doi:10.1016/j.techfore.2016.08.019

Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina [FADA]. (2022, enero). *Aporte de las cadenas agroindustriales a la recaudación tributaria - Año 2020*. Recuperado el 22 de agosto de 2023 de <http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/az5374.pdf>

Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina [FADA]. (2022, junio). *Empleo en las cadenas agroindustriales*. Recuperado el 22 de agosto de 2023 de <https://bit.ly/3NoAJLH>

Furlonger D. y Uzureau C. (2022, 2 de Marzo). *¿Qué es el Blockchain?*. Gartner. Recuperado 5 de octubre de 2022, de <https://www.gartner.es/es/articulos/que-es-el-blockchain>

Gartner. (2021) "Hype Cycle for Blockchain, 2021". Recuperado 2 de octubre de 2022, de: <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2021/07/14/hype-cycle-for-Blockchain-2021-more-action-than-hype/#:~:text=Hype%20Cycle%20for%20Blockchain%2C%202021>

Gartner. (s.f.). *Gartner Hype Cycle*. Recuperado 2 de octubre de 2022, de <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>

Gnetii, V. (2018, 5 de Junio) *Icons of italian business opt for Blockchain*. Cryptonews. Recuperado 5 de octubre de 2022, de <https://cryptonews.net/editorial/technology/icons-of-italian-business-opt-for-Blockchain/>

Gouze (s.f.) *Gouze*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://gouze.io/es/>

Grasso, D., Castillo A., Castillo, F., & Castro Baldón, C. (2022, Octubre). *Casos de uso de blockchain en las cadenas de valor agropecuarias América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0004500>.

GSM Association. (2019). *Connected Society - The State of Mobile Internet Connectivity Report 2019*. London.

Gurtu, A. y Johny, J. (2021). *Supply Chain Risk Management: Literature Review*. Risks. 9. 16. [10.3390/risks9010016](https://doi.org/10.3390/risks9010016).

Harvard Business Review, Tapscott, D., Iansiti, M., Lakhani, K., & Tucker, C. (2019). *Blockchain : The Insights You Need From Harvard Business Review*. Harvard Business Review Press.

Hayes, B. (2008). *Cloud computing*. *Commun. ACM* 51 (7), 9–11. [http://refhub.elsevier.com/S0168-1699\(20\)30469-5/h0100](http://refhub.elsevier.com/S0168-1699(20)30469-5/h0100)

Hofstrand, D., (2019, Marzo). *Commodities Versus Differentiated Products*. Iowa State University of Science and Technology, File C5-203 Recuperado el 28 de agosto de 2023 de: <https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/pdf/c5-203.pdf>

Identity on Field. (s.f.) *Identity on Field*. Recuperado el 19 de junio de 2023 de <https://iofcompany.com/>

ICONTEC. (2015, 2 de febrero). *NTC-ISO 9000 Sistemas de Gestión de la Calidad - fundamentos y vocabulario*. Icontact, no.571, pp. 1–23, 2015, doi: 10.18086/swc

International Organization for Standardization [ISO]. (1996). *ISO Guide 2*. Geneva.

Intertek (s.f.) *Alimentos*. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <https://www.intertek-ar.com/alimentos/>

IProUP. (2021, 10 de mayo). *Conocé a Agripay, una fintech enfocada en la operación de canje y pago con granos*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://www.iproup.com/economia-digital/22749-agripay-fintech-enfocada-en-operacion-de-canje-y-pago-con-granos>

Javatpoint. (s.f.). *Blockchain Merkle Tree*. Recuperado el 16 de abril de 2023 de <https://www.javatpoint.com/blockchain-merkle-tree>

Jornada Nuevas tecnologías en el agro y oportunidades para invertir en AgriFoodTech. (2023, 3 de marzo) Bolsa de Comercio de Rosario, Rosario, Santa Fe, Argentina.

Jinesh, V. (2011). *Best practices in architecting cloud applications in the AWS cloud*. *Cloud Computing: Principles and Paradigms*, vol. 18, 459–490. [http://refhub.elsevier.com/S0168-1699\(20\)30469-5/h0115](http://refhub.elsevier.com/S0168-1699(20)30469-5/h0115)

Kamilaris, A. Fonts, A. y Prenafeta-Boldú, F. (2019). *The rise of Blockchain technology in agriculture and food supply chains*. *Trends in Food Science & Technology*, 91, pp. 640-652

Katt, F., & Meixner, O. (2020). *A systematic review of drivers influencing consumer willingness to pay for organic food*. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 374-388. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.029>

King, S., & Nadal S. (2012). *Ppcoin: Peer-to-peer crypto-currency with proof-of-stake*.

Kshetri, N. (2021). *Blockchain and sustainable supply chain management in developing countries*. *International Journal of Information Management*. Volumen 60. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102376>.

Kshetri, N. Bhusal, C. y Chapagain, D. (2021). *BCT-AA: A Survey of Blockchain Technology-Based Applications in Context With Agribusiness*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3834004>

Lachman, J. , Braude, H. , Monzón, J. , López, S. , & Gómez-Roca, S. . (2022). *El Agro 4.0: ¿Cómo puede Argentina transformarse en líder del nuevo paradigma tecnoproductivo?*. *Cuyonomics. Investigaciones En Economía Regional*, 6(10). <https://doi.org/10.48162/rev.42.047>

Lachman, J. & López, A. (2022). *The nurturing role of the local support ecosystem in the development of the Agtech sector in Argentina*. Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies, 12(4), 714-729. <https://doi.org/10.1108/JADEE-10-2021-0264>

Lachman, J., López, A., Tinghitella, G. & Gómez-Roca, S. (2021). *Las Agtech en Argentina: Desarrollo reciente, Situación actual y perspectivas*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP-BAIRES).

Landtoken (s.f.) Landtoken. Recuperado el 6 de agosto 2023 de <https://landtoken.io/>

Ledger Insights. (2020). *Etherisc to develop a Blockchain-based crop insurance for Kenyan farmers*. Recuperado 2 de octubre de 2022, de <https://www.ledgerinsights.com/etherisc-Blockchain-parametric-crop-insurance-kenya-chainlink/>.

Lezoche, M.; Hernandez, J. E.; Díaz, M. D. M. E. A.; Panetto, H. & Kacprzyk, J. (2020). *Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture*. Computers in industry, 117, 103-187.

López, A. (2023, 14 de marzo). *¿Qué es Hedera Hashgraph (HBAR)?*. Cryptoconexion. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://cryptoconexion.com/que-es-hedera-hashgraph/>

López Guillén, Y. (2023, 6 de julio). *¿Qué son los Oráculos en Blockchain? ConquerCrypto*. Recuperado el 21 de agosto de 2023 de <https://www.conquercrypto.com/post/la-conexion-entre-el-mundo-real-y-la-blockchain-los-oraculos>

Makosiewicz, M. y Pecáneck, M. (2022, 28 de abril). *Cómo alcanzar product-market fit en 5 pasos*. Ahrefs. Recuperado el 21 de agosto de 2023 de <https://ahrefs.com/blog/es/product-market-fit/>

MeetUp Agrifintech. (2023, 6 de junio). Megamuestra Agroactiva, Armstrong, Santa Fe, Argentina

McKinsey. (2018, junio). *Blockchain beyond the Hype: What is the Strategic Business Value?* McKinsey Digital. <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/blockchainbeyond-the-hype-what-is-the-strategic-business-value>

McKinsey & Company. (2022, 24 de agosto). *McKinsey Technology Trends Outlook*. Recuperado el 2 de octubre de 2022, de <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech>

Menezes, A., van Oorschot, P., & Vanstone, S. (1996, Octubre). *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press. pp. 283–319. ISBN 0-8493-8523-7.

Mercado GenGanar (s.f.) *Mercado GenGanar*. Recuperado el 16 de julio de 2023 de <https://www.mercado.genganar.com/es/>

Ministerio de Economía de la República Argentina. (s.f.) *Programa de incremento exportador para economías regionales*. Recuperado el 20 de agosto de 2023 de <https://www.argentina.gob.ar/economia/comercio/programa-de-incremento-exportador-para-economias-regionales>

Mondragon, V. (2017). *Las certificaciones claves en las agroexportaciones*. Diario Del Exportador. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <https://www.diariodelexportador.com/2017/10/las-certificaciones-claves-en-las.html>

Mondragon, V. (2015). *Normas y certificaciones para exportar a los mercados internacionales*. Diario Del Exportador. Recuperado el 2 de julio de 2023 de https://www.diariodelexportador.com/2015/01/normas-y-certificaciones-para-exportar_22.html

Nascimento S. (ed), Pólvara A. (ed), Anderberg A., Andonova E., Bellia M., Calès L., Inamorato dos Santos A., Kounelis I., Nai Fovino I., Petracco Giudici M., Papanagiotou E., Sobolewski M., Rossetti F., & Spirito L., (2019). *Blockchain Now And Tomorrow: Assessing Multidimensional Impacts of Distributed Ledger Technologies*. EUR 29813 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-08977-3, doi:10.2760/901029, JRC117255

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: un sistema de dinero en efectivo electrónico peerto peer*. Recuperado de https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_es.pdf

Nativas. (s.f.) *Nativas*. Recuperado el 26 de julio de 2023 de <https://nativas.la/>

NFS (s.f.) *Alimentos y bebidas*. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <https://www.nsf.org/mx/es/alimentos-bebidas?serviceType=auditing>

Okuda Benavides, M., Gómez-Restrepo, C. (2005). *Métodos en investigación cualitativa: triangulación*. Revista Colombiana de Psiquiatría, vol. XXXIV, núm. 1, pp. 118-124.

Olsen, P. Borit, M. (2013). *How to define traceability*. Trends Food Sci. Technol., vol. 29, no. 2, pp. 142–150 .doi: 10.1016/j.tifs.2012.10.003.

Oliveira, D. (2023, 24 de abril). *Primero fue el dólar, ahora el Bitcoin: el proyecto de ley oficial para multar y "complicar" las operaciones en cripto*. iProUP. Recuperado del 20 de agosto de

2023 de <https://www.iproup.com/economia-digital/39680-bitcoin-que-dice-el-proyecto-de-ley-en-argentina>

OpenVino (s.f.) *OpenVino*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://openvino.org/es/>

Organización Internacional Agropecuaria [OIA], (s.f.). *Alimentos Argentinos*. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <https://www.oia.com.ar/index.php/certificaciones/programas-de-certificacion/alimentos-argentinos/>

Origino. (s.f.) *Origino*. Recuperado el 21 de junio de 2023 de <https://origino.io/>

Pacheco Jiménez, M. (2019). *De la tecnología Blockchain a la economía del token*. Derecho PUCP, (83), 61 - 87. <https://doi.org/10.18800/derechopucp.201902.003>

Porter, M. E. y Heppelmann, J. (2014). *How smart, connected products are transforming competition*. *Harvard Business Review*, Reprint R1411C (November edition).

PortalCripto Brasil. (2022, 27 de junio) *¿Qué es el token Suku coin (SUKU), Web3 Solutions Ecosystem y Metaverse?*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://portalcrypto.com.br/es/o-que-e-suku-coin-suku-token-ecossistema-de-solucoes-web3-e-metaverse/>

Provenance (s.f.) *Provenance*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://www.provenance.org/>

Purdy, R., & Leung, D. (2012). *Evidence from Earth Observation Satellites: Emerging Legal Issues*. Studies in Space Law. Martinus Nijhoff Publishers.

Quadintel. (2022). *Latin America Blockchain Technology Market (2018-2023)*. <https://www.quadintel.com/report/latin-america-blockchain-technology-market/QI042>

Rangan, U. (2002, 7-9 de noviembre). *Ecolabels and Greening of the Food Market*, [Presentación de contenido] Boston, MA, USA.

República Argentina (2022, 5 de abril) *Bodegueros argentinos se podrán sumar al mundo de la criptomoneda respaldada por vino*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/bodegueros-argentinos-se-podran-sumar-al-mundo-de-la-criptomoneda-respaldada-por-vino>

República Argentina (2019, 2 de octubre). *Tecnología blockchain en el Sistema Informático de Trazabilidad Citrícola*. Recuperado el 19 de julio de 2023 de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/tecnologia-blockchain-en-el-sistema-informatico-de-trazabilidad-citricola>

Ripple. (2022). *New value Crypto trends in business and beyond*. Recuperado 5 de octubre de 2022, de <https://ripple.com/lp/new-value-report/>

Rogers, E. (2003). *Diffusions of Innovation*. 5th ed. (New York: Free Press). p281

Round Table on Responsible Soy Association. (s.f.) *¿Cuáles son los beneficios de la certificación RTRS?*. Recuperado el 26 de julio de 2023 de <https://responsiblesoy.org/certificacion>

Round Table on Responsible Soy Association. (s.f.) *¿Qué es la Round Table on Responsible Soy Association?*. Recuperado el 26 de julio de 2023 de <https://responsiblesoy.org/sobre-la-rtrs>

Round Table on Responsible Soy Association. (2021, 27 de Abril). *RTRS Certified soybean production, a tool chosen by argentine producers*. Recuperado 2 de octubre de 2022, de <https://responsiblesoy.org/rtrs-certified-soybean-production-a-tool-chosen-by-argentine-producers>

Saiz-Rubio, V. & Rovira-Más, F. (2020). *From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management*. *Agronomy*, 10(2), 207.

Schollmeier, R. (2001). *A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications*. *Proceedings First International Conference on Peer-to-Peer Computing*. Linköping, Sweden, pp. 101-102, doi: 10.1109/P2P.2001.990434

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Economía de la República Argentina. (s.f.) *Biodisel*. Recuperado el 6 de agosto julio de 2023 de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/observatorio_bioeconomia/indicadores/06/index.php

Selasco, S. (2022, 19 de abril). *La pista central de Palermo cabe en un celular: Crearon GenGanar, una plataforma especializada en la genética, tanto de animales a pie como de semen y embriones*. *Bichos de campo*. Recuperado el 16 de julio de 2023 de <https://bichosdecampo.com/la-pista-central-de-palermo-cabe-en-un-celular-crearon-genganar-una-plataforma-especializada-en-la-genetica-tanto-de-animales-a-pie-como-de-semen-y-embriones/>

Selasco, S. (2023, 12 de julio). *El caso Nativas: Tres amigos desarrollaron una startup para realizar proyectos de forestación con especies nativas y engancharse en la posibilidad de cobrar por los bonos de carbono*. *Bichos de campo*. Recuperado el 26 de julio de 2023 de <https://bichosdecampo.com/el-caso-nativas-tres-amigos-desarrollaron-una-startup-para-realizar-proyectos-de-forestacion-con-especies-nativas-y-engancharse-en-la-posibilidad-de-cobrar-por-los-bonos-de-carbono/>

Serale, F., Redl, C. & Muenta Kunigami, A. (2019). *Blockchain en la Administración Pública ¿Mucho ruido y pocos bloques?* Recuperado el 11 de agosto de 2023 de https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Blockchain_en_la_administraci%C3%B3n_p%C3%BAblica_Mucho_ruido_y_pocos_bloques_es.pdf

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA]. (s.f.) *Trazabilidad*. Recuperado 22 de agosto de 2023 de <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/equinos/industria/trazabilidad>

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA]. (2009). Bases para la implementación de un sistema de trazabilidad. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/trazabilidad.pdf>

SGS. (s.f.) *Agricultura y alimentos*. Recuperado el 2 de julio de 2023 de <https://www.sgs.com/es-ar/nuestros-servicios/agricultura-y-alimentos>

Simões, C. (2022, 3 de marzo). *¿Qué es el Árbol de Merkle en Blockchain?* Recuperado el 22 de agosto de 2023 de <https://www.itdo.com/blog/que-es-el-arbol-merkle-en-blockchain/>

Sodhi, M. Tang, C., (2019, 4 de Octubre). *Research Opportunities in Supply Chain Transparency*. Production and Operations Management Society. <https://doi.org/10.1111/poms.13115>

Sotomayor, O., Ramírez, E. & Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las MiPyMEs agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/65). Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO].

SourceMap (s.f.) SourceMap. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://sourcemap.com/>

Stallings, W. (1990, 3 de Mayo). *Cryptography and Network Security: Principles and Practice*. Prentice Hall. p. 165. ISBN 9780138690175

Stobiersky, T. (20 de octubre 2020). *Willingness To Pay: What It Is & How To Calculate*. Harvard Business School Online. Recuperado 20 de agosto de 2023 de <https://online.hbs.edu/blog/post/willingness-to-pay>

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). *La revolución blockchain. Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global*. Ediciones Deusto.

Tejero Vacas, A. (2021, 27 de noviembre). *Así es Agrotoken, la empresa que vincula a las criptomonedas con el agronegocio*. Forbes Digital. Recuperado 2 de octubre de 2022, de

<https://www.forbesargentina.com/money/asi-agrotoken-empresa-vincula-criptomonedas-agronegocio-n10349>

The Insight Partners. (2022). *South America Blockchain Market Forecast to 2028 - COVID-19 Impact and Regional Analysis*. The Insight Partners.

Tracestory. (s.f.) *Tracestory*. Recuperado el 19 de junio de 2023 de <https://www.tracestory.com/>

Trigo, E., Fernández Díez, M. C., Méndez, J. C., y Demichelis, F., Tinghitella, G. & Bert, F. (2018). *La revolución Agrotech en Argentina: Financiamiento, oportunidades y desafíos*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C. 1-100. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0001154> [26/04/2022]

Ucropit. (s.f.) *Ucropit*. Recuperado el 21 de junio de 2023 de <https://ucrop.it/>

United Nations Conference on Trade and Development. (2021). *Technology and Innovation Report*. United Nations Publications. https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf

United States Department of Agriculture [USDA], (s.f.) *Fact Sheet: Introduction to Organic Practices*. Recuperado el 28 de agosto de 2023 de <https://www.ams.usda.gov/publications/content/fact-sheet-introduction-organic-practices>

Visec. (s.f.) *Miembros*. Recuperado el 22 de agosto de 2023, de <https://www.visec.com.ar/miembros/>

Vitón, R., Castillo, A., & Lopes-Teixeira, T. (2018). AGTECH: Mapa de la innovación Agtech en América Latina y el Caribe. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0001788>

Weiss, J., Shin, K., Monard, E., Tilling S., & Maniatis, B. (2021, 21 de enero) *Comparing Recent Deforestation Measures of the United States, European Union, and United Kingdom*. The Steptoe Global Trade and Investment Law Blog. Recuperado el 15 de agosto de 2023 de <https://www.steptoeglobaltradeblog.com/2022/01/comparing-recent-deforestation-measures-of-the-united-states-european-union-and-united-kingdom/>

Wright, A., & De Filippi, P. (2015). Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2580664>

Wiagro. (s.f.) *Wiagro*. Recuperado el 21 de junio de 2023 de <https://www.wiagro.com/es/inicio/>

Yadav, V. y Singh, A. (2019). *A systematic literature review of blockchain technology in agriculture*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management , pp. 973-981.



Universidad de
San Andrés

ANEXOS

Anexo 1: Expertos entrevistados

A - Representantes de soluciones de Trazabilidad Blockchain en el Agro:

1. Nicolas Balestrini, COO y Co-funder de Origino.

Relevancia: Miembro clave de la startup que provee soluciones de trazabilidad completa Blockchain en el sector Agropecuario.

Entrevistado el 27 de junio de 2023.

2. Ezequiel Esnaola, CFO de Ucropit, ex Monsanto y Silohub.

Relevancia: Miembro clave de la startup que provee soluciones de trazabilidad completa Blockchain en el sector Agropecuario. Fuerte experiencia anterior en puestos de liderazgo y dirección de Supply Chain en Monsanto y Silohub.

Entrevistado el 8 de agosto de 2023.

3. Ignacio Casanovas, CEO y Co-funder de Capazeta.

Relevancia: Miembro clave de la startup que provee soluciones de trazabilidad completa Blockchain en el sector Agropecuario.

Entrevistado el 5 de julio de 2023

4. Dario Buadino, CEO y Co-funder de Tracestory.

Relevancia: Miembro clave de la startup que provee soluciones de trazabilidad completa Blockchain en el sector Agropecuario.

Entrevistado el 18 de julio de 2023

5. Diego Ponce, CEO y Co-funder de Agrohub.

Relevancia: Miembro clave de la startup de gestión que permite trazar y asegurar información específica en Blockchain en el sector Agropecuario.

Entrevistado el 4 de julio de 2023

6. Francisco Uranga, Product Manager de Identity on field (IOF)

Relevancia: Miembro clave de la startup que provee soluciones de trazabilidad completa Blockchain en el sector Agropecuario.

Entrevistado el 2 de agosto de 2023.

B- Expertos del Ecosistema AgTech

7. **Gabriel Tinghitella**, Líder de Innovación de **CREA**, Responsable del Proyecto **BIDLab CREA** y **Coautor de publicaciones** sobre AgTech

Relevancia: Miembro clave de CREA (Consortios Regionales de Experimentación Agrícola) asociación integrada y dirigida por empresarios agropecuarios; responsable del Proyecto BIDLab CREA (en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo); y coautor en publicaciones cómo: “Las Agtech en Argentina: desarrollo reciente, situación actual y perspectivas” (2021) y “La revolución Agrotech en Argentina: Financiamiento, oportunidades y desafíos” (2018)

Entrevistado el 14 de julio de 2023

8. **Mayco Mansilla**, Co-funder y Managing Partner de **Innventure**, Docente en Bionegocios Sostenibles en la **Universidad Nacional de Buenos Aires** (Agronomía), Ex Gerente técnico **Aapresid**

Relevancia: Co-funder y Managing Partner en el primer fondo federal que genera una red de inversores para acelerar startups de AgriFoodTech; Gerente técnico en Aapresid hasta enero de 2023; y Docente de Bionegocios Sostenibles, en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

Entrevistado el 27 de julio de 2023

9. **Diego Viruega**, Co-Ceo de **Primary S.A.** (del grupo Matba-Rofex) y Ex CTO de **Bolsa de Comercio de Rosario**.

Relevancia: Co-Ceo de Primary, empresa que desarrolla tecnología de alta performance para mercados y sus participantes. Hasta abril de 2023, Director de Tecnología de Bolsa de Comercio de Rosario organización central para el desarrollo del principal polo exportador de commodities agrícolas del país (Gran Rosario).

Entrevistado el 20 de julio de 2023

10. **Ismael Caram**, Head of Crypto Assets de **Matba-Rofex**.

Relevancia: Representante de Cripto Activos del Mercado de futuros y opciones de Argentina, que provee infraestructura y herramientas para el correcto funcionamiento de mercados.

Entrevistado el 17 de julio de 2023

11. **Dario Biolatto**, Gerente de Proyecto de **WISEC** y Gerente de Servicios Digitales en **Bolsa de Comercio de Rosario**.

Relevancia: Gerente de Proyecto de la plataforma VISEC: plataforma de trazabilidad y monitoreo que protegerá la ecorregión más grande de Argentina de varios productos entre los que está la Soja. Gerente de Servicios Digitales de la Bolsa de Comercio de Rosario, dónde se lideran los productos AgTech de la institución.

Entrevistado el 31 de julio de 2023

12. **Juan Manuel Vergara**, Investigador Co Autor en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (**FAO**). Consultor de Tecnología e Innovación.

Relevancia: Coautor de reporte de la FAO: “Introducing the Agrifood Systems Technologies and Innovations Outlook” (Rome: 2022). Consultor de Tecnología e Innovación.

Entrevistado el 2 de agosto de 2023

13. **Natalia Bisang**, Analista de Sustentabilidad en **Cargill Argentina**

Relevancia: Analista de Sustentabilidad involucrada en la comercialización de productos agrícolas que se desarrolla en la exportadora Cargill, 2da mayor exportador de granos y subproductos de Argentina (12% del total en 2022).

Entrevistada el 12 de julio de 2023

C- Representantes académicos / Consultores de Tecnología

14. **Enrique Hofman**, Director en Posgrado **Universidad de San Andres**. Presidente en **Consultora QOMG**

Director y docente en la Maestría en Business & Technology de la Universidad de San Andres (UdeSA). Presidente en empresa que brinda consultoría en Management, competitividad, calidad y procesos.

Entrevistado el 6 de julio de 2023

15. **Gustavo Sadovoy**, – Delivery Manager **CoinFabrik** y Docente Blockchain & Criptoassets en Posgrado **Universidad de San Andres**.

Delivery Manager en la empresa de investigación, desarrollo y auditoría de seguridad especializada en tecnologías Web3 y asesoramiento. Docente de “Blockchain & Criptoassets” en la Maestría en Business & Technology de la Universidad de San Andres (UdeSA).

Entrevistado el 1 de agosto de 2023

16. **Lucas Jolías**, – Head of Latin America en **OS City**, Director en Prince Consulting.

Especializado en Blockchain, se desempeña cómo Head of Latin America de OS City, empresa que crea software para gobiernos que van hacia Smart cities. Director en Prince Consulting, dónde se hace investigación y consultoría sobre TICs en Latinoamérica.

Entrevistado el 16 de agosto de 2023

17. **Martín Wessel**, – Principal Telcos Consultant en **SAS** y Docente de Tendencias Digitales en Posgrado **Universidad de San Andres**.

Principal Telcos Consultant para Latinoamérica en la compañía multinacional de software empresarial y analytics SAS. Docente de “Tendencias Digitales” en la Maestría en Business & Technology de la Universidad de San Andres (UdeSA).

Entrevistado el 9 de agosto de 2023



Anexo 2: Guía de entrevista

La guía semiestructurada contiene preguntas abiertas que pretenden ser lineamientos para poder indagar una serie de cuestiones de manera generalizada a todos los entrevistados, pero no es limitante o rígida se esperan respuestas abiertas, y fomenta el surgimiento de comentarios no planificados.

PREGUNTA 1:

¿Considera usted que aumentar la incorporación de trazabilidad con tecnología digital, (no necesariamente blockchain) agrega o agregará valor en la cadena agropecuaria Argentina?

Líneas repreguntas posibles:

¿Porqué? ¿Existen problemas más críticos en corto plazo en Latam que la trazabilidad alimenticia, cuáles?

PREGUNTA 2:

¿Considera que Blockchain, con todas sus características (transparencia, incorruptibilidad, descentralización), podría agregar valor real o resolver dolores concretos en la trazabilidad de las cadenas agropecuarias ahora o en el corto plazo?

Líneas repreguntas posibles de ser afirmativa:

¿es hoy el momentum, o todavía no? ¿porqué?

Líneas repreguntas posibles de ser negativa o neutral:

¿este mercado y sus actores no requieren tanta sofisticación y complejidad, o les es suficiente menor rigurosidad que la que plantean las soluciones blockchain? ¿porqué?

PREGUNTA 3

¿Cuáles son las barreras o impedimentos para que el sector hoy no siempre exponga trazabilidad, y cuando lo hace no adopte soluciones blockchain?

PREGUNTA 4

¿Cuáles crees podrían ser los drivers o aceleradores que resolverían las barreras e impedimentos y posibilitarían la adopción generalizada de soluciones blockchain para la trazabilidad?

Líneas repreguntas posibles:

¿Qué actores deberían involucrarse?