Trazabilidad de Carnes en Tiempo Real

Diego Manuel Piñero, *Lic. en Tecnología de la Información*

PhD. – *MBA* - Barbara Ayxa Sibler - *TFG*

***Abstract*--El objetivo de la investigación consiste en poder brindar a los consumidores herramientas para ver la calidad y seguridad de los alimentos que se consumen a partir de la trazabilidad de los mismos. En este sentido, basándose en las tecnologías y metodologías de la Industria 4.0, las empresas alimentarias podrían adoptar sistemas de trazabilidad que puedan recopilar varios tipos de información a lo largo de toda la cadena de suministro de alimentos.**

I. NOMENCLATURA

- IoT: Internet of Things, Internet de las Cosas.
- Framework: esquema o marco de trabajo que ofrece una estructura base para elaborar un proyecto con objetivos específicos.
- QR: Quick Response, es un código de respuesta rápida. Es la evolución del código de barras y permite, al ser escaneado, ver la información que contiene.
- LoRaWAN: Low Range Wide Area Network.
- GPS: Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global.
- RFID: Radio Frequency IDentification, Identificación por Radio Frecuencia.
- NB IOT: Narrow Band IoT.
- EID: Electronic Identification.
- PC: Personal Computer.
- LoRa: Long Range.
- CUIG: Clave Única de Identificación Ganadera.

II. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, surge la utilización de pesticidas en los cultivos que afecta considerablemente la salud de las personas que los consumen y a su vez, surge el engorde intensivo o feedlot, que afecta notablemente al medio ambiente pero también al animal. A partir de esto, comienza a existir una gran demanda creciente por parte de los consumidores, de información clara sobre los alimentos suministrados a los animales, y un creciente interés de los consumidores por productos alimenticios considerados seguros, naturales y respetuosos tanto con el medio ambiente como con el bienestar animal. En consecuencia, el mundo se enfrenta a un gran desafío en relación con la calidad y la seguridad de los alimentos. Los consumidores son cada vez más cuidadosos en sus elecciones de alimentos, centrándose en la información alimentaria [1]. En este sentido, el sistema actual de etiquetado de alimentos no puede garantizar que los alimentos sean auténticos, de buena calidad y seguros. Por lo tanto, la trazabi--lidad se aplica como una herramienta para ayudar a garantizar la seguridad y calidad de los alimentos, así como para lograr la confianza del consumidor. En otras palabras, los sistemas de trazabilidad bien pensados son fundamentales para lograr los beneficios óptimos del control de calidad, el control de producción y para cumplir con las demandas de los consumidores. Asimismo, la trazabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro de alimentos, desde la concepción hasta el consumo, es una necesidad apremiante para la industria alimentaria, los consumidores y los reguladores gubernamentales. Por ello, se necesita un sistema sólido de trazabilidad de toda la cadena que aborde de manera efectiva la calidad de los alimentos, la seguridad alimentaria y los problemas de defensa de los alimentos al proporcionar información en tiempo real, transparente y confiable desde la producción de carne hasta el sacrificio y la distribución al consumidor. Además, la trazabilidad es una parte integrante de la seguridad alimentaria que minimiza el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos, asegura la calidad y la integridad de la cadena de frío [2]. Al mismo tiempo, la trazabilidad puede ser una ventaja de mercado competitiva, positiva para los productores de carne que pueden verificar atributos de calidad específicos, como la producción humanitaria o la alimentación con pasto o la certificación orgánica. Por tanto, con el objetivo de superar las deficiencias actuales en el marco de la trazabilidad de los alimentos (por ejemplo, la ausencia de soluciones o herramientas de visualización de datos para los actores de la cadena de suministro y los consumidores, la adopción de estándares para la trazabilidad externa y la identificación de datos, y el cumplimiento de las dimensiones de desarrollo de la Industria 4.0)[3], y considerando los desafíos de la sostenibilidad, el objetivo de este estudio es sugerir un "framework" para la Trazabilidad de la producción de Carnes basado en tecnologías digitales y a partir de ello, poder brindar herramientas tecnológicas a los consumidores para poder controlar la calidad de los alimentos a consumir [4].

III. Marco Teórico

A. Estrategia funcional

Para asegurar la trazabilidad es necesario tener toda la información necesaria de todo lo que sucedió en el proceso productivo del campo. Por ejemplo, en el caso de los cultivos, es necesario identificar dónde se sembró, en qué fecha, con qué equipo, qué trabajos se llevaron a cabo, qué plagas lo afectaron, cómo fueron controladas, cuándo y cómo se cosechó, dónde se

almacenó, cómo se transportó y cuándo llegó a la góndola. Y en el caso de la carne vacuna, por ejemplo, es necesario registrar el historial del campo donde los animales se van a criar, el establecimiento, la unidad productiva, fecha de nacimiento, la genética, la calidad de la comida, el peso, las caravanas identificatorias, las vacunas, los movimientos de hacienda de cada animal, cómo fueron transportados, fecha de faena, ciclo del frigorífico (I, II, III), análisis de laboratorio de la tropa, tipo de almacenamiento, tipo de embalajes, cómo y cuándo llegó a la góndola.

Así pues, en primer lugar, en cada uno de los procesos productivos descritos encontramos que ya existen plataformas digitales donde se pueden registrar cada uno de los eventos de la cadena de producción. Y en segundo lugar, actualmente se encuentran más de 80 millones de dispositivos IoT agrícolas a nivel mundial [5]. Por lo tanto, los datos generados día a día aumentan exponencialmente, dando lugar a los sistemas de integración que hacen posible comunicar todo el recorrido de un animal o de un cultivo desde el campo a la mesa del consumidor, solo con datos. En este sentido, no sólo es válido aplicar tecnologías del ecosistema de Big Data y Data Analytics en la Trazabilidad de los alimentos para un mejor soporte y seguridad de los datos, sino que, además, es necesario utilizar la tecnología Blockchain para que los datos no sean manipulados y de esta manera asegurar la eficiencia, la transparencia y la responsabilidad entre los actores participantes en toda la cadena productiva [6][7].

Por lo tanto, en la medida en que estas nuevas soluciones tecnológicas se integren simplificando la Trazabilidad con el objetivo puesto en la Sustentabilidad y la Calidad Alimentaria, la demanda de millones de consumidores aumentará hacia estos productos diferenciados.

A.1 *Satisfacción y Feedback de clientes*

Hay diferentes maneras de acercarnos a los clientes, en principio tendremos como socios estratégicos a las certificadoras orgánicas de grass fed y la asociación de grass fed argentina (GRASSFED). Y a su vez construiremos diversos canales comunicativos como los siguientes:

- Utilizar el marketing digital por medio de Instagram y Twitter.
- Crear una Landing Page para que los potenciales clientes puedan registrarse a cambio de información.
- Una muestra gratis de los productos IoT funcionando a campo y visualizando la información en tiempo real.
- Crear un blog corporativo para informar sobre temas que tengan que ver con trazabilidad, bienestar animal, alimentos orgánicos en el mundo, la importancia de las certificaciones, las demandas de los consumidores con respecto a cuidar el medio ambiente, etc.
- Crear comunidad por medio de YouTube, con contenidos sobre medio ambiente, bienestar animal, la importancia de la trazabilidad tanto para los productores como para los consumidores.
- Presentar nuestros productos en todas las exposiciones del agro a nivel nacional.

En cuanto al feedback del cliente, lo cual nos va a permitir mejorar el producto y también dar soporte, pretendemos realizar:

- Envío de correos electrónicos de seguimiento.
- Envío de encuestas por SMS.
- Entrevistas personalizadas con los clientes.
- Solicitar calificaciones por chatbot. Los chats son una de las mejores herramientas para interactuar con los clientes en tiempo real, pues ofrecen la oportunidad de brindar soporte instantáneo y respuestas rápidas.
- Monitorear las redes sociales.
- Realizar encuestas de satisfacción online.

B. Estrategia de negocios

Dado el contexto actual, donde millones de personas quieren tener a la mano la calidad de los alimentos que consumen a partir de la trazabilidad de los mismos. Y a su vez, la creciente necesidad de los productores de certificar su producción. Nos proponemos automatizar la trazabilidad para carnes vacunas provenientes de sistemas pastoriles, grass fed, y disponibilizar la información en tiempo real. *En este sentido, nuestra forma de diferenciarnos en el mercado de otras soluciones tecnológicas de trazabilidad, es mediante el monitoreo en tiempo real de toda la cadena de suministros mediante tecnología IoT, la cual entendemos como la evolución de la trazabilidad.* De este modo nuestra solución permitirá:

- Ahorrar tiempo en las certificaciones Grass Fed.
- Abrir nuevos mercados a los productores a partir de una trazabilidad automática y en tiempo real.
- Ofrecer a los consumidores un código QR para poder visualizar toda la información recolectada en el proceso de Trazabilidad [8].
- Brindar el servicio de instalación del ecosistema de tecnologías IoT para registrar todos los eventos de manera automática. Sabemos que la carga de datos, aunque sea en un sistema, es engorrosa y muchas veces no es precisa.
- Proporcionar un sistema de trazabilidad en tiempo real de todos los datos que sean necesarios para conseguir contratos por producción a nivel mundial.
- Integrar una serie de tecnologías IoT, incluidos sensores y drones, para monitorear la producción, con las empresas de logística para lograr una cadena de custodia ininterrumpida en todos los modos de transporte utilizando diferentes sistemas de información para garantizar la entrega segura de alimentos frescos desde la granja hasta la mesa, ya sea que la mesa esté en un mercado, restaurante o en una casa. Un componente clave es la garantía del monitoreo en tiempo real de cada envío mientras está en tránsito.

Por todo esto, el objetivo es utilizar todos estos datos y la

información almacenada para generar nuevas aplicaciones y productos que redunden en más beneficios y mejoras de productividad.

C. *Liderazgo en costos*

- Suscripción gratuita por un mes.
- Suscripción mensuales y anuales por establecimiento teniendo en cuenta la cantidad de animales.
- Suscripción por contratos de producción.

IV. FODA

A. *Fortalezas*

- Nuestra solución de Trazabilidad en Tiempo Real aún no existe en el mercado de las carnes. En este caso, salimos al mercado con un producto totalmente innovador. En este sentido, la competencia es muy baja.
- Además de ofrecer el paquete tecnológico (hardware y software) también ofrecemos capacitación a productores, capacitación a profesionales del sector y capacitación a frigoríficos (gerentes y operarios).
- Contamos con un equipo multidisciplinario de profesionales con sólida experiencia en el sector ganadero de carnes Grass Fed a nivel mundial.
- Nuestra solución tecnológica de Trazabilidad en Tiempo Real tiene una mejora continua a partir de que contamos con una red de investigadores en diversas Universidades del país.
- Contamos con un equipo especializado para atención al cliente totalmente personalizada. Esto nos permite recabar información en campo y realizar una mejora continua de nuestro producto.

B. *Oportunidades*

- Existe una tendencia creciente de los consumidores hacia productos más saludables, que su producción no contamine, y que esté alineado con las bases del bienestar animal. Es así, que buscan en el producto final más información que la nutricional, se preocupan y se toman el tiempo de entender qué es lo que consumen. En este sentido, tener una trazabilidad innovadora de cada producto alimentario pasará a ser una constante.
- La Trazabilidad en Tiempo Real puede abrirnos otros mercados en diferentes rubros como el de la Logística, Industrias, Energía, Salud, Educación, etc.
- Fácil adaptación de nuevas tecnologías.
- Posibilidad de colaboración con socios estratégicos como la Asociación Grassfed Argentina, Grass Fed Beef, EOV-Land to Market, Orgánico, USDA Organic, Alianza del Pastizal, UE Hilton, Bienestar Animal y Regenerative Organic, entre otros [9].
- En el contexto de la crisis mundial del cambio climático, dentro de las actividades ganaderas, el engorde a corral en la Argentina genera el 71% de las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido será necesario pasar del engorde a corral al pastoreo tradicional con el objetivo de producir carnes sin afectar al medio ambiente y en pos del bienestar animal. Sobre este marco de producción vamos a estar listos para escalar nuestro producto.
- Objetivamente existe un cambio generacional que apuesta a la tecnología en el agro.
- Dada la alta volatilidad de los mercados mundiales, los protocolos de importación para productos alimenticios cárnicos son cada vez más estrictos. Por lo que, el productor necesita cumplir con una trazabilidad con los más altos estándares mundiales. Y es aquí donde nuestro producto tecnológico puede agregar valor de alta calidad para respaldar las carnes a pasto argentinas en todo el mundo. Brindando una transparencia en los procesos de producción cárnica en tiempo real y de esta manera cumplir con la certificación en tiempo y forma.

C. *Debilidades*

- Escasa visibilidad en redes sociales.
- Recursos humanos limitados.
- Enfoque sólo en Carnes Grass Fed.
- Relaciones incipientes con socios estratégicos.

D. *Amenazas*

- Desconfianza en la tecnología por parte de los productores.
- Escasa cultura de innovación tecnológica en el sector.
- El costo de la tecnología es percibido por los productores como alto, sin que éstos analicen sus ventajas.
- Baja cobertura de conectividad a internet en zonas rurales.
- Cierre a las importaciones de productos tecnológicos (IoT).

V. PROPUESTA ESTRATÉICA

a. Problema

En primer lugar, los consumidores están cambiando su forma de consumo hacia hábitos que tienen que ver con no

contaminar y a favor del bienestar animal. En este sentido, el informe presentado por la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2017 (FAO, 2017), detalla que la ganadería es responsable del 14.5% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) (7.1 Gt de carbono) y que el ganado, tanto vacuno como de leche, es responsable de dos terceras partes de esa cantidad [10].

En segundo lugar, en un mundo que camina hacia los 9.000 millones de habitantes, los desafíos de seguridad e inocuidad alimentaria y el cuidado del medioambiente van a ser inevitablemente crecientes. No se va a poder seguir produciendo tal como lo venimos haciendo. Ahora mismo, esa forma de producir es inviable [11].

En tercer lugar, cada vez más consumidores a nivel mundial exigen el etiquetado frontal, un código QR con más información de dónde proviene el producto a consumir y también exigen las etiquetas de las certificadoras de comida orgánica, etc.

En cuarto lugar, no existe una transformación digital en la ganadería como lo hay en otros sectores de la industria alimentaria [12].

En quinto lugar, los contratos para exportar carne orgánica no sólo se obtienen cumpliendo altísimos estándares de calidad en el campo sino que también se piden datos históricos de la producción de la carne. Y no hay tecnología para respaldar dichos datos [13].

b. Solución

Nuestra propuesta se basa en ofrecer un paquete tecnológico de Trazabilidad en Tiempo Real para productores de carnes orgánicas. El mismo incluye, instalación de tecnología IoT a campo, disponibilidad de datos en tiempo real en una plataforma web amigable (dashboard), posibilidad de realizar Smart Contract por medio de Blockchain y código QR para producto final en góndola.

Este paquete tecnológico será el primero en integrar tecnología IoT, Blockchain, Inteligencia Artificial y Business Intelligence para gestionar de manera eficiente el campo del productor de carnes Grass Fed.

Es el único sistema capaz de mostrar el campo del productor en cualquier parte del mundo en tiempo real, ya sea para abrir nuevos negocios o para que los consumidores puedan verificar la calidad de la carne antes de comprarla.

Tendremos como principales partners a las certificadoras de carnes orgánicas a nivel mundial para que puedan certificar de manera virtual un campo.

Actualmente, el mercado de carnes grass fed en Argentina es reducido pero muy rentable dado que las exportaciones alcanzan el valor de Cuota Hilton, que es un contingente arancelario de exportación de carne vacuna sin hueso de alta calidad y valor que la Unión Europea otorga a países productores y exportadores de carnes [14].

Este paquete tecnológico sólo estará disponible para aquellos establecimientos ganaderos que se dediquen exclusivamente a la producción de carnes a pasto. Dado que, nuestro objetivo es incentivar el cuidado del planeta, el bienestar animal, la sustentabilidad agroalimentaria y un consumo de carnes totalmente saludables.

c. Mercado

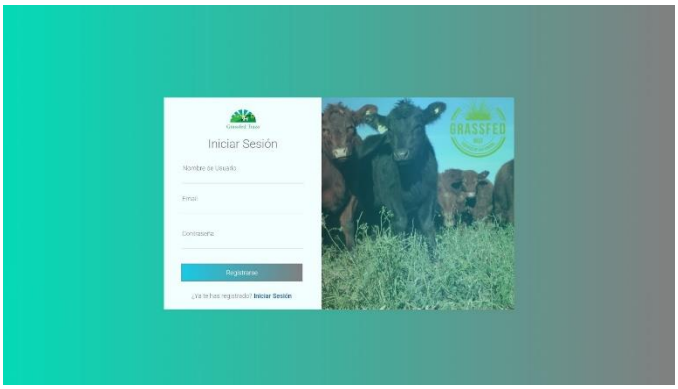
En USA, de ser un producto inexistente, el consumo de carne de origen pastoril (con certificación) se estima en el 10% del mercado de carne bovina interno, o sea el equivalente a una exportación de 900.000 a 1 millón de toneladas de carne equivalente res con hueso por año (todo lo que podría anhelar exportar Argentina en unos años). Hoy el 60% de ese mercado se cubre con carne importada de Nueva Zelanda, Uruguay y Australia. El problema, entre otros, para Argentina es que ese producto requiere del compromiso de certificación del proceso y del producto. Es decir, no se podría vender carne de terminación a corral o con suplementación a campo, haciéndola pasar por pastoril con el argumento de que el ganado estuvo 85% de su vida en el sistema pastoril.

Aunque técnicamente se pueda argumentar que una suplementación energética limitada permitiría mejorar la predictibilidad de calidad del producto, sin perder atributos de terminación pastoril (sobre esto hay sobrada información científica en el mundo e incluso en Argentina), el consumidor no está dispuesto a negociar percepción por ciencia, y triunfa la percepción y por ello está dispuesto a pagar un plus o aceptar alguna variabilidad. Ese consumidor ya no compara y elige por los atributos tradicionales al precio. La carne pastoril se vende entre un 15 y un 20% más cara que la de corral típica en USA y todo lo que tiene trazabilidad apunta a un mercado exclusivo para lograr mejor precio [15].

VI. DESARROLLO

A. Registro de Usuario

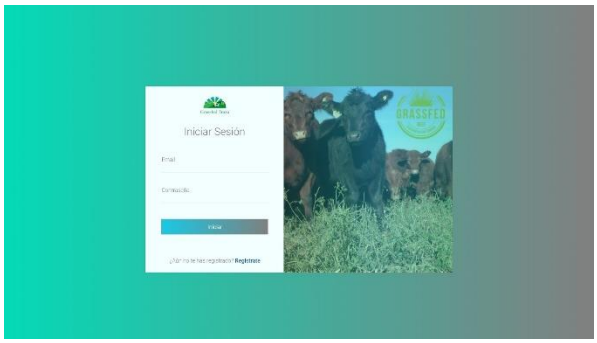
En esta pantalla el usuario podrá registrarse rápidamente para poder entrar al sistema de trazabilidad. Sólo se le pedirá nombre de usuario, email y contraseña. Si ya estuviera registrado y accede por equivocación a esta página, podrá ir a iniciar sesión con el link que se encuentra debajo del botón de registrarse.



B. Pantalla de Login

En esta pantalla inicia sesión el usuario de la empresa y/o del

establecimiento. Si no está registrado, el usuario tiene un link para registrarse por primera vez con pasos completamente sencillos para que pueda entrar rápidamente al Sistema.



C. Registro de Lote

Una vez que se haya dado de alta la empresa y/o establecimiento, el usuario está en condiciones de poder registrar su lote de manera totalmente intuitiva. Lo único que hará en esta pantalla es ir a la provincia y localidad donde se encuentra. Una vez allí, deberá reconocer en el mapa haciendo zoom en mismo su lote y dibujarlo con el mouse. De esta manera se registran la latitud, la longitud y los metros cuadrados. También podrá ingresar la latitud y la longitud para poder ir rápidamente al punto georreferenciado del lote y no pasar por provincia y localidad. También podrá ingresar el nombre del lote. Este último dato es importante, dado que una empresa puede tener uno o más lotes y los podrá visualizar en el mismo sistema. El lote lo consideramos como el lugar donde se crían los animales a pasto.



D. Alta de Animales

En esta pantalla el usuario va a poder cargar los datos de cada animal. Por lo que pedimos: caravana (es la identificación única del ganado bovino y se compone de la Clave Única de Identificación Ganadera (CUIG), el código de identificación individual del animal en el establecimiento y el dígito verificador), raza, especie, categoría y peso en kg.



Al presionar sobre el botón de agregar, automáticamente en la pantalla se visualizará un icono rojo dentro del lote anteriormente marcado, que representa al animal cargado. El icono rojo que aparecerá en pantalla dentro del lote de una manera georreferenciada solo es, en una primera instancia, a modo de ejemplo de cómo se comenzará a interactuar con el sistema y los animales. Dado que luego, el ganadero podrá comprar collares GPS y ver a la tropa en tiempo real. O también podrá comprar los dispositivos para generar "corrales virtuales" y poder ver al ganado cómo se comporta.

E. Pantalla Principal

La siguiente es la pantalla principal del sistema y con la cual el usuario usará como nodo central para ir a comprar dispositivos IoT, visualizar los datos en el Dashboard de su establecimiento, solicitar los certificados Grass Fed, generar el código QR para los productos finales, registrar establecimiento de faena y poder agregar o modificar los datos de animales de una manera totalmente interactiva clickeando dentro del lote o en cada icono que representa a un animal vivo diferente.



F. Solicitar dispositivos IoT

Se podrá elegir en el menú los dispositivos IoT, como por ejemplo sensores, cámaras de video, satélite, servicio de drones, corrales virtuales. A su vez, esta pantalla es en la que también el ganadero podrá visualizar sus animales en tiempo real. Si el usuario hace un click sobre algún icono rojo georeferenciado dentro del lote, el mismo representará la selección de un animal. En este sentido, una vez seleccionado el animal, toda su información se verá en la parte inferior del

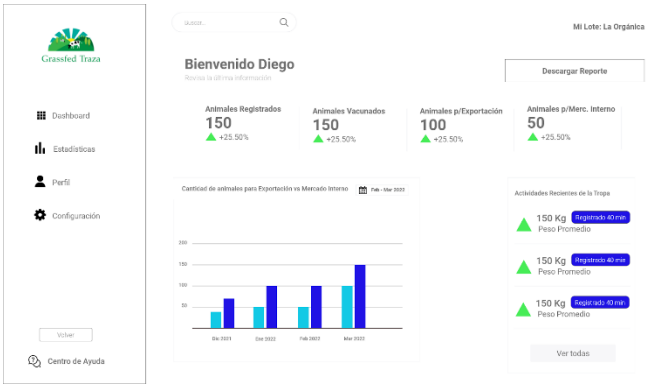
mapa, mostrando identificación de caravana, kilos, vacunaciones, foto del animal y video de la tropa. La idea de esta pantalla es que el usuario pueda ver qué dispositivo IoT pueda llegar a serle útil para eficientizar la producción.



G. Dashboard y Reportes

En la siguiente pantalla el usuario podrá visualizar rápidamente cómo está la producción, hacer comparaciones con meses anteriores, gestionar datos de ventas, comparar la producción de exportación con la producción del mercado interno, esto le ayudará a ver las tendencias del mercado Grass Fed. También podrá ver las acciones recientes de la tropa en Tiempo Real, por ejemplo, eventos de kilaje por diversos sensores ubicados en el lote, entre otros.

En esta misma pantalla el productor podrá hacer un análisis comparativo para luego descargar el reporte en PDF y compartirlo con quien desee. Esta parte del sistema es una de las más importantes, dado que el productor puede compartir toda la información de su campo tanto para cerrar un contrato de producción para exportar o tanto sea para conseguir las diversas certificaciones orgánicas que existen a nivel mundial.



VII. TECNOLOGÍA UTILIZADA

a. Tecnología – Software

Apache Kafka: Es una plataforma de transmisión de eventos distribuidos de código abierto utilizada por miles de empresas para canalizaciones de datos de alto rendimiento, análisis de transmisión, integración de datos y aplicaciones de misión crítica. Kafka nos permite consumir diversos eventos que emiten los dispositivos IoT, integrarlos al sistema y mostrar información en tiempo real.

Azure App Service: Es una plataforma completamente administrada para crear e implementar aplicaciones en la nube. Permite definir un conjunto de recursos de proceso para que una aplicación web se ejecute. En este sentido, Azure nos permite tener en un solo ecosistema, la aplicación web, el procesamiento de datos en Databricks, orquestar el mismo con Data Factory y disponibilizar los dashboard en Power BI.

Node.js: Es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación JavaScript, asíncrono, con E/S de datos en una arquitectura orientada a eventos y basado en el motor V8 de Google. En este caso, elegimos Node.js para desarrollar nuestro backend dado que tiene una comunidad muy grande lo que hace que el proyecto siga escalando. Por otra parte, JavaScript nos permite desarrollar tanto el backend como el frontend y así tener un sólo lenguaje de programación para toda la plataforma.

React.js: Es una biblioteca Javascript de código abierto diseñada para crear interfaces de usuario con el objetivo de facilitar el desarrollo de aplicaciones en una sola página. Es mantenido por Facebook y la comunidad de software libre. En el proyecto hay más de mil desarrolladores libres.

Power BI: Es un servicio de análisis de datos de Microsoft orientado a proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial con una interfaz lo suficientemente simple como para que los usuarios finales puedan crear por sí mismos sus propios informes y tablero. En nuestro caso nos sirve para embeber en nuestra plataforma diferentes gráficos y reportes.

Blockchain: Es una técnica de almacenamiento distribuido de información, en la que no existe una gestión centralizada de la misma. Dicha técnica hace uso de políticas de consenso para validar la información incluida y de políticas de detección de integridad de los datos originalmente registrados. Esto nos sirve para respaldar los datos y hacer smart contract. En este sentido, la tecnología a utilizar es Quorum Blockchain Service (QBS), el cual es un servicio de contabilidad totalmente administrado que brinda a las empresas la capacidad de crecer y operar redes blockchain a escala. Acelera el desarrollo de la aplicación de blockchain de extremo a extremo sin la molestia de administrar la infraestructura.

Deep Learning: Python, Databricks, YOLO V5, PyTorch y MLFlow. Estas tecnologías nos permiten construir modelos de visión artificial con imágenes satelitales o RGB que pueden provenir de un drone, robots o cámaras. Las utilizamos para predecir y alertar sobre enfermedades en los animales que se pueden ver a simple vista. Por ejemplo, detectar la Fiebre Aftosa, donde el animal presenta salivación excesiva, ampollas (o vesículas) en la nariz, lengua, labios, cavidad oral, entre los dedos, encima de las pezuñas, ubres y puntos de presión en la piel. Las ampollas reventadas pueden ocasionar cojera extrema y desgana para moverse o inapetencia.

b. Tecnología - Hardware

IoT para ganadería

Corral Virtual: El dispositivo genera "corrales virtuales" y dinámicos a través de un dispositivo (Collar o Caravana) que se coloca en el animal y emite estímulos inocuos, arreándolos y conteniéndolos en un sector del potrero predeterminado por el usuario. Esta tecnología la utilizamos y la sugerimos para el ganadero dado que, el dispositivo está conectado a una estación base que envía los datos a la nube y permite crear un sinnúmero de cercas sin necesidad de alambrar o disponer contenciones físicas, cuidando la integridad de los animales. De esta manera, el productor puede manejar el rodeo a la distancia conociendo en tiempo real la ubicación de los animales, los sectores donde pasan mayor tiempo pastando, su estado de salud, peso, promedio de engorde y toda información que permita realizar la trazabilidad de la hacienda. Para enviar esta información al sistema, el mismo triangula tres tipos de tecnologías: sistema Lora, Bluetooth y GNSS y se enfoca en brindar una plataforma que permita la eficiencia en el uso de pasturas y geolocalizar al animal en el lote deseado.

Cámaras de video: Las cámaras que recomendamos utilizar para nuestro "framework" son una solución de video vigilancia autónomo, a través de una cámara para exteriores de alta definición, capaz de grabar vídeo y ver sus imágenes en tiempo real, desde cualquier smartphone o PC, incluso en aquellos lugares donde no existe internet, ni luz eléctrica, gracias a que la misma se retroalimenta mediante paneles solares con las cuales obtiene energía continua a través de sus baterías recargables internas de larga duración. Esta tecnología la utilizamos y la sugerimos para la ganadería dado que, nos ayuda a vigilar, visualizar y controlar posibles intrusiones o usurpaciones, haciéndolo en tiempo real y grabando todo en su memoria interna hasta los últimos 30 días incluyendo grabación cíclica o en la nube para una mayor seguridad.

Caravanas electrónicas para ganado: Estos dispositivos nos facilitan y sistematizan el conteo de animales a distancia. Además, las caravanas electrónicas son reutilizables, posibilitando su reinstalación en otros animales sin dañar el medio ambiente. A su vez, nos permiten una identificación electrónica (EID) precisa mediante radiofrecuencia (RFID), nos brindan una excelente relación costo-beneficio y no son invasivas para el animal.

Collar GPS para ganado: Este dispositivo IoT nos sirve para la geolocalización del ganado en tiempo real a través de sensores GPS instalados en collares. Es un aprovechamiento muy útil dentro de la ganadería extensiva desarrollada en grandes superficies de terreno en las que los animales se mueven con libertad. Esta tecnología permite un sustancial ahorro del tiempo que los pastores dedicaban a buscar a los rebaños, ahorrando de esta forma en combustible y trabajo.

Sensores de Control: Los sensores se colocan en las aguadas, para controlar los niveles de los tanques y bebederos; en depósito de combustible para determinar quién, cuándo y cuántos litros se consumieron; en puertas y tranqueras, para detectar cuándo se entra y sale de los lotes o del campo, o si se abrió una tranquera o portón; trackers para vehículos y una tobillera de caballos para censar signos vitales, dónde se localizan y el recorrido que hicieron. A su vez, posee un botón de emergencia que posibilita al personal dar aviso sobre incidentes o siniestros de forma inmediata.

Toda la información es presentada de manera automática y amigable utilizando el software de Grassfed Traza. Los usuarios acceden con diferentes dispositivos independientemente del tipo de plataforma que utilicen (MacOS, LINUX, Windows, IOS, Android) y pueden interactuar para resolver problemas a través del Grassfed Traza. El ecosistema tecnológico de Grassfed Traza se implementará sobre LoRaWAN (Low Range Wide Area Network), que es la primera red en Latinoamérica de cobertura nacional, regional y abierta, para el desarrollo acelerado de soluciones IOT (Internet of Things) en Argentina, donde ya cuenta con más de 140 localidades cubiertas.

Grassfed Traza es un desarrollo que está constantemente analizando y probando diversas tecnologías como: RFID (identificación por radiofrecuencia) y el estándar de LoRaWAN, que permite dar conectividad eficiente incluso en campos marginales. En este sentido, también, trabajamos con los sensores Multiple Technologies, lo que permite coexistir con NB IOT (Narrow Band IoT, bandas de teléfonos celulares) y los futuros desarrollos en 5G.

VIII. Aplicaciones futuras

Como parte de desarrollo a futuro estaremos trabajando en mejorar diversas funcionalidades como:

Pantalla de Login: Sólo podrá ingresar el usuario una vez que haya llenado el Regisro de Empresa.

Pantalla de Login: Se podrá acceder por medio del registro de Google para tener mayor seguridad y por otro lado facilitarle el registro al usuario.

Pantalla de Certificados Grassfed: Por ahora, las solicitudes de certificados orgánicos Grassfed lo hacemos vía email hasta conocer todos los procesos y estandarizar el producto. Por lo que, en las próximas versions el usuario podrá administrar las solicitudes de certificados totalmente automáticas y sin intermediaries.

Pantalla de Blockchain: Actualmente, los datos se guardan en base de datos relacionales y cuando se solicita el QR o cuando se solicita algún certificado grass fed los datos pasan a guardarse en la blockchain. La mejora que está en nuestro roadmap es que el usuario pueda visualizar los datos que tiene guardados en la blockchain.

IX. Conclusión

A partir de todo lo expuesto, podemos afirmar que la trazabilidad tradicional nos permite conocer dónde ha estado

previamente el producto, los cambios y transformaciones que ha sufrido, así como toda incidencia que haya experimentado durante su producción y transporte hasta el punto de entrega. Pero la trazabilidad en tiempo real nos permite ir más allá y conocer no sólo los estados por los que ha pasado un producto sino que permite conocer cómo se está produciendo en el campo el producto que estamos comprando. Y este último punto, es realmente interesante dado que un consumidor puede decidir si comprar o no, a partir de escanear el código QR ("Quick Response") del producto con su celular. En ese momento de la compra, un consumidor que esté a favor del bienestar animal y a favor del cuidado del medio ambiente, podrá consultar, chequear y confirmar cómo se encuentran los animales en el lugar de cría. En este caso, el engorde del ganado vacuno exclusivo en pastizales naturales o implantados, la prohibición del engorde a corral, el permiso para la suplementación con concentrados proteicos y minerales, la utilización de rollos y fardos de pasturas, los criterios de bienestar animal (sombras, instalaciones, aguadas) y los criterios de sanidad (calendario sanitario, prohibición de uso de anabólicos) entre otros. En este sentido, nuestro sistema cumple con el objetivo propuesto en esta investigación que consiste en brindar a los consumidores herramientas para ver la calidad y seguridad de los alimentos a partir de la trazabilidad en tiempo real. Y a su vez, asume la responsabilidad de ayudar a las empresas alimentarias con un gran framework tecnológico que podrían adoptar para trazar diversos datos a lo largo de toda la cadena de suministro de alimentos.

A. Referencias

[1] *Aprobado el Plan de Seguridad Alimentaria 2021-2025 para proteger la salud de los consumidores*. Disponible: https://valenciaplaza.com/aprobado-plan-seguridad-alimentaria-2021-2025-proteger-salud-consumidores

[2] Myo Min Aung, Yoon Seok Chang, *Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives*, Food Control, Volume 39, 2014, Pages 172-184, ISSN 0956-7135. Disponible: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713513005811

[3] *¿Qué es la Industria 4.0?* Disponible: https://www.argentina.gob.ar/produccion/planargentina40/industria-4-0

[4] R. Badia-Melis, P. Mishra, L. Ruiz-García, *Food traceability: New trends and recent advances. A review*, Food Control, Volume 57, 2015, Pages 393-401, ISSN 0956-7135, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713515002698

[5] Juan Chiummiento, Agrofy News. (2019, Oct 30). *El futuro ya llegó: qué es el Internet de las Cosas y cómo se aplica en el campo*. [Online]. Disponible: https://news.agrofy.com.ar/noticia/183849/futuro-ya-llego-que-es-internet-cosas-y-como-se-aplica-campo

[6] Salamanca Vega, J. M, "*Importancia de la transformación digital con el uso de big data y iot en la potenciación del sector agrícola y mejora de las condiciones laborales*", [Online]. Disponible: https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/39124

[7] Forero Forero, E. A., & Moyano Soto, S. D. (2020), *Pasos a tener en cuenta para un proceso de implementación del blockchain en el sector cafetero colombiano*. [Online]. Disponible: https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3953

[8] Mora, D. S., Torrejano, V. M., & Tafur, C. A. P. (2020). *Modelo de aplicación Qr (Quick Response Code) en actividades de trazabilidad en banco de germoplasma de cacao (Theobroma cacao L.) en el Centro de Formación Agroindustrial*, Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura, 7(1), 52-63. [Online]. Disponible: https://revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/2849

[9] *Certificación Grass Fed*, [Online]. Disponible: https://www.asociaciongrassfed.ar/asociaci%C3%B3n-grassfed-argentina/certificaci%C3%B3n

[10] Leonardo Sallesse, "*Forestar, una opción para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero en feedlots*", EEA INTA Balcarce, 2 Fac. Cs. Vet. - UNCPBA, 3 CIFICEN (UNCPBA - CICPBA - CONICET), [Online]. Disponible: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/10130/INTA_CRBsAsSur_EEABalcarce_Sallesses_LF_Forestar_mitigar_emisi%C3%B3n_gases_efecto_invernadero.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[11] Sebastian Tamashiro, *Feedlots: Una actividad con fuerte impacto en el ambiente*, 2018, [Online]. Disponible: http://sobrelatierra.agro.uba.ar/feedlots-una-actividad-con-fuerte-impacto-en-el-ambiente/

[12] Jaurena, Gustavo & Pordomingo, Anibal & Stritzler, Nestor & Viglizzo, Ernesto. (2019*). Oportunidades y Amenazas para la ganadería Argentina*, [Online]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/331592301_Oportunidades_y_Amenazas_para_la_ganaderia_Argentina

[13] *La ganadería vacuna en la provincia del Chaco*, [Online]. Disponible: http://www.prosap.gov.ar/webDocs/scripts/contenidos/cp_desccaso.html

[14] *Grass-Fed, un estilo de vida sostenible*, [Online]. Disponible: https://pasionparrillera.com/index.php/2017/01/20/grass-fed-un-estilo-de-vida-sostenible/

[15] *Con el modelo grass fed, un grupo de ganaderos hace novillos de exportación*, [Online]. Disponible: https://agroempresario.com/publicacion/41975/con-el-modelo-grass-fed-un-grupo-de-ganaderos-hace-novillos-de-exportacion/

B. Biografía



Diego Manuel Piñero nació en Pilar, Provincia de Buenos Aires, Argentina, el 14 de Mayo de 1985. Se graduó del Instituto Terciario E.S.B.A., y estudió en la Universidad de Palermo. Su experiencia laboral incluye el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección Nacional de Control Comercial Agropecuario, Banco Santander y Grupo Logístico Andreani. Sus campos especiales de interés incluyen la Inteligencia Artificial, la IoT, Big Data y las imágenes satelitales. Diego ha recibido varias certificaciones como: Big Data: adquisición y almacenamiento de datos, Big Data: el impacto de los datos masivos en la sociedad actual, Especialista en Big Data con Apache Hadoop y ha recibido la Diplomatura en Business Intelligence por la Universidad Tecnológica Nacional.