



Revista ASCE Magazine, Periodicidad: Trimestral Octubre-Diciembre, Volumen: 4, Número: 4, Año: 2025 páginas 3313 - 3337

Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v4i4.565>

Recibido: 2025-11-21

Aceptado: 2025-12-16

Publicado: 2025-12-24

Blockchain una tecnología alternativa para la seguridad alimentaria: Trazabilidad de los productos agroalimentarios

Blockchain, an alternative technology for food safety: Traceability of agri-food products

Autores

Milo Ernesto Escobar Ávila¹

<https://orcid.org/0009-0005-1078-9716>

ernestoescobarav@gmail.com

Investigador Independiente

Quito – Ecuador

Roger Audes Baltazar Flores²

<https://orcid.org/0009-0001-8134-5654>

baltazarfloresrogeraudes@gmail.com

Universidad Nacional Ciro Alegria

Huamachuco - Perú

Carla Danuta Campuzano Lasso³

<https://orcid.org/0009-0003-3390-6271>

carla.campuzanol@ug.edu.ec

Universidad de Guayaquil

Guayaquil – Ecuador

Anderson Mateo Guevara Guevara⁴

<https://orcid.org/0000-0003-0791-4860>

mateoguevara9314@gmail.com

Investigador Independiente

Quito - Ecuador

Katharine Beatriz Pinillos Argomedo⁵

<https://orcid.org/0000-0001-5792-2821>

pinillos.katharine@gmail.com

Universidad Nacional de Trujillo

La Libertad - Perú

Cómo citar

Escobar Ávila, M. E., Baltazar Flores, R. A., Campuzano Lasso, C. D., Guevara Guevara, A. M., & Pinillos Argomedo, K. B. (2025). Blockchain una tecnología alternativa para la seguridad alimentaria: Trazabilidad de los productos agroalimentarios. *ASCE MAGAZINE*, 4(4), 3313–3337.



Resumen

Los alimentos de origen animal y vegetal, son vulnerables a peligros que comprometen la seguridad alimentaria; a su vez, las cadenas de suministro de alimentos, requieren medidas estrictas para garantizar dicha seguridad; al incorporar la tecnología Blockchain a la trazabilidad, se podría lograr una mejora en la eficiencia de las cadenas de suministro, y mayor confianza del consumidor. El objetivo fue explorar el uso de aplicaciones Blockchain para mejorar la seguridad alimentaria y la trazabilidad de los productos agroalimentarios. Se realizó una revisión bibliográfica con el método PRISMA, se trabajó con un enfoque cualitativo, y analítico. Se conoció que, el incremento internacional de los productos alimenticios a establecido diferentes retos específicamente en el área de la industria agroalimenticia; Blockchain ha sido ampliamente aceptada como una excelente opción al momento de buscar confianza y seguridad de datos; se determinó que la seguridad alimentaria, la cadena de suministros y la trazabilidad, tienen en común el objetivo de asegurar que se cumplan con los estándares regulatorios de producción y distribución de los alimentos; una desventaja de Blockchain es que, su uso solo es rentable, para productos ganaderos de alto valor y grandes actores de la industria alimentaria. Una de las soluciones para mejorar la seguridad alimentaria y la trazabilidad, en la cadena de suministro de agroalimentos, es mediante la aplicación de Blockchain; pues su aplicación tiende a fortalecer los procesos de retirada de lotes de productos afectados, lo que contribuye de forma directa en la seguridad alimentaria.

Palabras clave: Industria alimentaria, Seguridad alimentaria, Suministro de alimentos, Tecnología alimentaria, Tecnología avanzada



Abstract

Foods of animal and plant origin are vulnerable to hazards that compromise food safety; in turn, food supply chains require strict measures to guarantee this safety. Incorporating blockchain technology into traceability could improve supply chain efficiency and increase consumer confidence. The objective was to explore the use of blockchain applications to improve food safety and traceability of agri-food products. A literature review was conducted using the PRISMA method, employing a qualitative and analytical approach. It has been observed that the international increase in food products has created various challenges, specifically in the agri-food industry. Blockchain has been widely accepted as an excellent option for achieving trust and data security. It has been determined that food safety, the supply chain, and traceability share the common goal of ensuring compliance with regulatory standards for food production and distribution. One drawback of blockchain is that its use is only cost-effective for high-value livestock products and large players in the food industry. One solution for improving food safety and traceability in the agri-food supply chain is the application of blockchain. Its implementation tends to strengthen the processes for recalling affected product batches, directly contributing to food safety.

Keywords: Food industry, Food safety, Food supply, Food technology, Advanced technology



Introducción

Los alimentos de origen animal y vegetal, son vulnerables a peligros biológicos, químicos y físicos que comprometen la seguridad alimentaria y plantean riesgos para la salud humana y animal (Revelou et al., 2025). En este caso, las cadenas de suministro de alimentos, requieren medidas estrictas para garantizar la seguridad alimentaria, adhiriéndose a las normas legales e implementando medidas de gestión de riesgos (Liberty et al., 2024). Pues la seguridad alimentaria tiene el objetivo de permitir que todas las personas tengan alimentos seguros, nutritivos y suficientes para cubrir sus necesidades, preferencias dietéticas, mantener una vida sana y activa, esta cumple un papel importante en la economía y el comercio en la sociedad moderna, específicamente para la industria alimentaria (Zhou et al., 2022).

Cabe considerar que, la demanda de alimentos en todo el mundo aumenta los riesgos de la seguridad alimentaria durante el proceso de producción de alimentos, procesamiento, transporte y venta minorista de estos, por lo tanto, es urgente y difícil asegurarla (Yu et al., 2022). Según Ding et al. (2023) los problemas de inocuidad de los alimentos pueden surgir durante cualquier proceso de la industria alimentaria, dado que se trata de un procedimiento complejo.

Antes, era difícil saber de dónde provenían los alimentos que se compraban, hoy en día, la trazabilidad alimentaria permite consultar fácilmente la información de todo el proceso alimentario, pues en su producción, se utilizan sensores y otros dispositivos para supervisar la seguridad alimentaria y recopilar datos aptos para la trazabilidad (Hassoun et al., 2023). A su vez, se han implementado procesos rigurosos para el seguimiento de la calidad y la trazabilidad, en respuesta a la necesidad crítica de inocuidad alimentaria, tras los incidentes mundiales de enfermedades transmitidas por los alimentos y la escasez de estos (Ellahi et al., 2024).

En la actualidad, el movimiento global de los alimentos involucra varios modos de transporte, lo que introduce preocupaciones adicionales sobre la calidad, problemas de trazabilidad y desafíos de transparencia, para abordar estos problemas, se ha propuesto la integración de la tecnología Blockchain en el proceso logístico para mejorar la seguridad y la calidad de los alimentos en general, en este caso, al incorporar Blockchain en el marco de trazabilidad existente, se podría lograr una mejora en la eficiencia de las cadenas de suministro y una mayor confianza del consumidor (Kayikci et al., 2022).

Según Rocha et al. (2021) el papel de Blockchain en la agricultura y ganadería sostenible, otorga ventajas y desafíos en la promoción de la sostenibilidad, a lo largo de las cadenas de suministro de

alimentos, por ello, se lo conoce como una tecnología facilitadora de la innovación en el sector agroalimentario, mejorando la eficiencia y la sostenibilidad. Por ello, el objetivo de la investigación es explorar el uso de aplicaciones Blockchain, para mejorar la seguridad alimentaria y la trazabilidad de los productos agroalimentarios.

Material y métodos

El estudio se realizó a través de una revisión bibliográfica, con ayuda del método PRISMA (Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), el mismo que tiene como finalidad principal canalizar la planificación y desarrollo de artículos científicos de revisión mediante el uso de información publicada en bases de datos confiables, dicha información debe ser sometida a diversos filtros, los cuales permiten por medio de criterios de elegibilidad agrupar investigaciones selectas y de calidad para proceder a la elaboración de la investigación (Eras Lévano et al., 2025). Se trabajó con un enfoque cualitativo, y analítico. La elaboración de la investigación se desarrolló mediante un estricto orden que consta de diversos procesos (Figura 1), con la finalidad de apegarse al modelo científico.

Figura 1

Orden de los procesos aplicados para elaborar la investigación.



Nota. Se detallan los procesos que describen la aplicación del método PRISMA.

Preguntas de investigación

Las preguntas sobre las cuales se realizó la investigación fueron establecidas (Tabla 1), se tomó como referencia, las tecnologías Blockchain, la seguridad alimentaria y la trazabilidad de agroalimentos.

Tabla 1

Preguntas de investigación planteadas en base a los objetivos de la investigación.

Nº	Preguntas	Objetivos
1	¿El uso de la tecnología Blockchain tiene la facultad de mejorar la seguridad alimentaria?	Explorar los efectos del uso de las tecnologías Blockchain en el ámbito de la seguridad alimentaria
2	¿La utilización de las aplicaciones Blockchain permiten mejorar los lineamientos de trazabilidad de los productos agroalimentarios?	Identificar las repercusiones de la utilización del Blockchain en los procesos de trazabilidad en los productos agroalimentarios

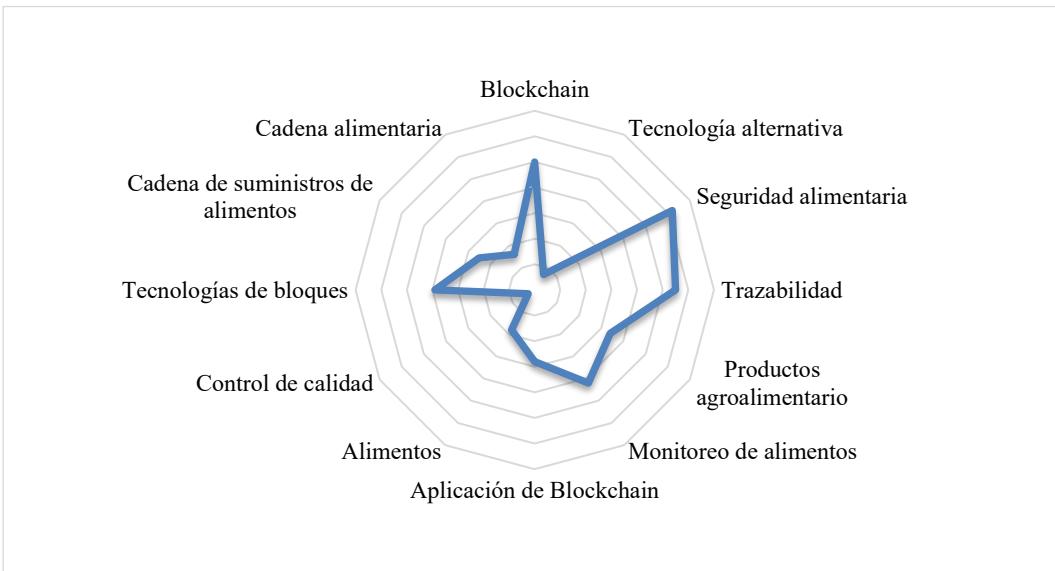
Nota. Las preguntas de investigación fueron desarrolladas para establecer límites en la expansión del estudio.

Búsqueda de información

Se trabajó mediante la utilización de términos claves, relacionados con las preguntas y objetivos del estudio, en este caso, se realizó la búsqueda en bibliografías ya sea en idioma inglés, o español, las palabras claves o frases aplicadas se detallan en la figura 2; la búsqueda fue únicamente dentro de revistas científicas pertenecientes a indexaciones como; Scielo, Redalyc, Elsevier, Springer, MDPI y Google Académico, se identificaron un total de 81 Artículos Científicos (AC).

Figura 2

Exposición de los términos claves utilizados para la búsqueda de la información.



Nota. Se buscó aplicando los términos clave de forma individual y combinada.

Selección de la información

Se comparó los temas de los AC, en su versión original y traducida, a la vez, se identificó a los autores, todo ello con la finalidad de descartar aquellos AC que se encuentren repetidos; como resultado de esta acción se eliminaron 18 trabajos de investigación, quedando hasta el momento con una base de 63 documentos.

A este grupo de AC, se les aplicaron los criterios de elegibilidad descritos en la figura 3, para identificar la información que contenga mayor relación e interés con los objetivos planteados, dicha selección dejó como base favorable a 47 AC.

Figura 3

Características de los criterios de elegibilidad de los AC.

Criterios de elegibilidad	Criterios de no elegibilidad
<input type="checkbox"/> AC relacionados con la tecnología Blockchain	<input type="checkbox"/> AC que no se relacionen con la tecnología Blockchain
<input type="checkbox"/> AC vinculados con las tecnologías Blockchain y la seguridad alimentaria	<input type="checkbox"/> AC desvinculados de las tecnologías Blockchain y la seguridad alimentaria
<input type="checkbox"/> AC vinculados con las tecnologías Blockchain y la trazabilidad de alimentos	<input type="checkbox"/> AC que no se vinculen con las tecnologías Blockchain y la trazabilidad de alimentos
<input type="checkbox"/> AC que relacionen a la seguridad alimentaria y la trazabilidad de agroalimentos	<input type="checkbox"/> AC que no se relacionen con la seguridad alimentaria y la trazabilidad de agroalimentos
<input type="checkbox"/> AC publicados en el periodo 2020 a 2025	<input type="checkbox"/> AC publicados fuera del periodo establecido
<input type="checkbox"/> AC en idioma español e inglés	<input type="checkbox"/> AC en un idioma que no sea español e inglés
<input type="checkbox"/> AC de revistas científicas indexadas	<input type="checkbox"/> AC de revistas no indexadas

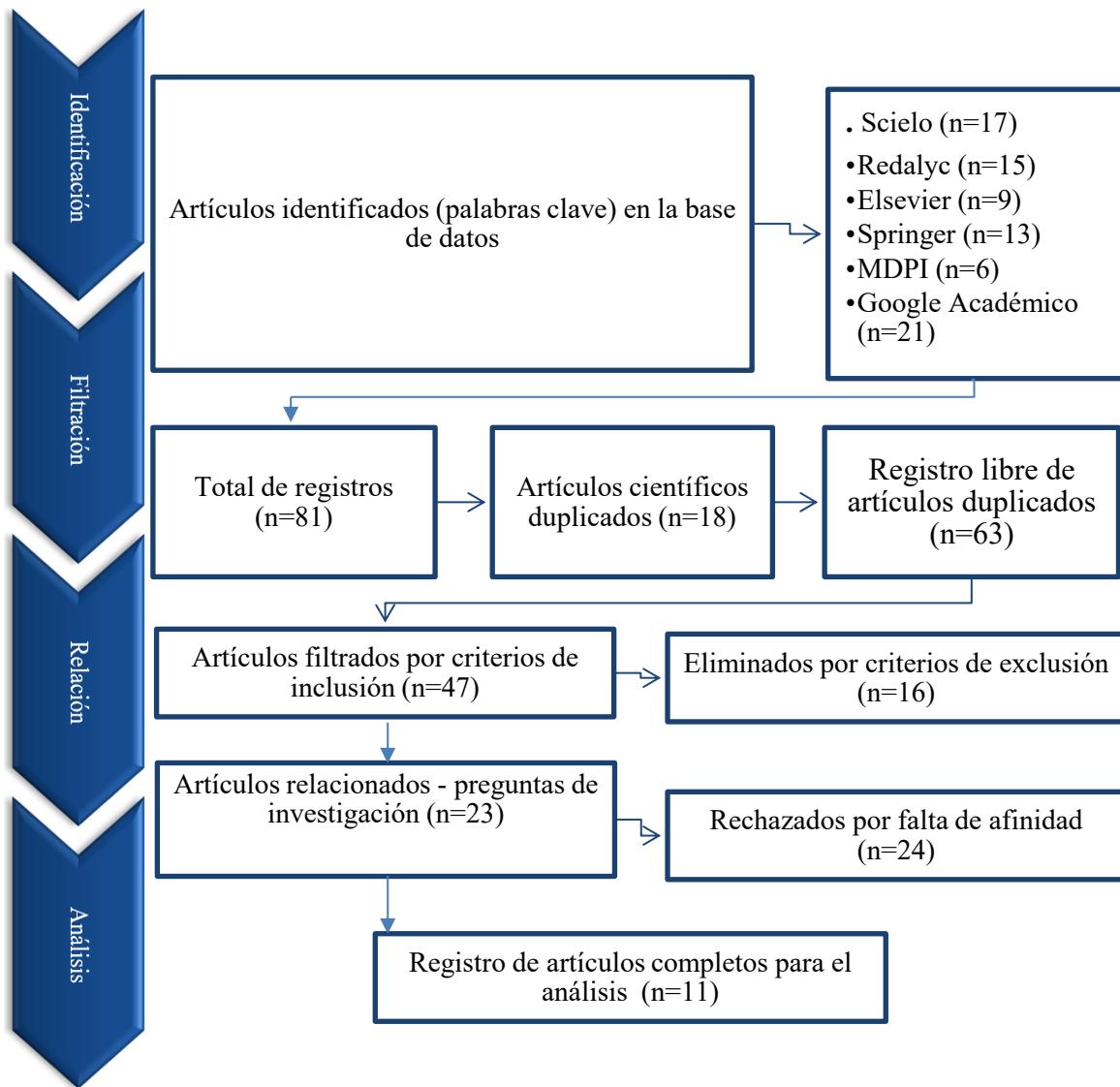
Nota. Todos los AC que no cumplieron con los criterios de elegibilidad quedaron automáticamente fuera de la investigación.

Extracción y análisis de información

Se procedió a leer los resúmenes, se relacionó el contenido del AC con los objetivos planteados en la investigación (Tabla 1), como consecuencia de esta acción se redujo el número de trabajos disponibles a 23. Este último grupo de AC, se leyeron en su totalidad y como filtro final se descartaron 12 AC, por lo que se generó una matriz válida de 11 investigaciones aptas, para elaborar y desarrollar la investigación. De forma resumida en la figura 4, se expone el proceso del método PRISMA aplicado.

Figura 4

Procesos realizados durante el estudio al aplicar el método PRISMA.



Nota. La base con la que se inició el proceso fue de 81 AC, sin embargo, solo 11 fueron considerados aptos para elaborar la investigación.



Resultados

En la tabla 2, se exponen los 11 AC considerados idóneos para desarrollar la investigación, en este caso se expusieron detalles de identificación y publicación de los artículos, además se dio a conocer sus resultados más importantes y relacionados con el presente estudio.

Tabla 2

Caracterización de los AC considerados idóneos para la investigación establecida.

#	Cita	Base de datos	Revista	Título	Resultados
1	(Patel et al., 2023)	Google Académico	Heliyon	La tecnología Blockchain en la seguridad alimentaria y la trazabilidad preocupan a los productos pecuarios	El seguimiento en tiempo real de todos los datos puede aumentar la velocidad de la cadena de suministro y disminuir el fraude alimentario en todas las etapas del ciclo de vida del producto. Pero en los sistemas actuales de seguimiento en línea y centralizados o de trazabilidad fuera de línea y basados en papel, la violación de datos puede ser posible por parte de supervisores o intermediarios de la gestión de la cadena de suministro
2	(Malik et al., 2025)	Springer	Springer Nature Link	Trazabilidad de los productos lácteos: caminos hacia una cadena de suministro sostenible y resiliente	La integración de intervenciones tecnológicas, la cadena de bloques (Blockchain), y los sistemas de trazabilidad ofrece monitorización en tiempo real, análisis predictivo y una gestión segura de datos. Estas mejoras permiten a las partes interesadas supervisar la evolución de las operaciones desde la granja hasta la mesa, garantizando el cumplimiento normativo en materia de adulteración, contaminación y estándares de calidad
3	(Susanty et al., 2024)	Springer	Revista Internacional de Tecnología de la Información	Diseño de aplicaciones de sistemas de trazabilidad halal basados en Blockchain para la cadena de suministro de alimentos a base de carne de pollo halal	La digitalización de la cadena de suministro de alimentos halal mediante tecnología Blockchain permite a los usuarios registrar cada transacción e información relacionada dentro de un bloque descentralizado y protegido mediante criptografía. Esto da como resultado un sistema inmutable y distribuido unilateralmente, que permite a las partes interesadas, como productores, distribuidores, minoristas y consumidores, rastrear con precisión cada paso de la cadena de suministro de productos



4	(Ellahi et al., 2024)	MDPI	Applied Sciences	Cadenas de suministro de alimentos impulsadas por Blockchain: una revisión sistemática de oportunidades inexploradas	En términos de sostenibilidad y seguridad, Blockchain mejora la trazabilidad, acelera las respuestas de seguridad, promueve la sostenibilidad ambiental mediante el seguimiento del uso de recursos y optimiza las iniciativas humanitarias con una distribución transparente y eficiente de los recursos
5	(Rocha et al., 2021)	MDPI	Future Internet	Aplicaciones Blockchain en la agroindustria: una revisión sistemática	Las aplicaciones de Blockchain en la agroindustria se encuentra en una etapa inicial, ya que se están desarrollando y probando numerosos prototipos en el laboratorio. En un futuro próximo, Blockchain se aplicará cada vez más en todos los sectores económicos, incluyendo la agroindustria, lo que promoverá una mayor fiabilidad y agilidad en la información de trazabilidad a un coste reducido
6	(Kayikci et al., 2022)	Google Académico	Revista Internacional de Gestión Logística	Uso de la tecnología Blockchain para impulsar la excelencia operativa en las cadenas de suministro de alimentos perecederos durante los brotes	Las capacidades de Blockchain como la inmutabilidad y la transparencia, la visibilidad, la trazabilidad, la integración y la interoperabilidad, la desintermediación y la descentralización, los contratos inteligentes y el mecanismo de consenso brindan mejores resultados de excelencia operativa sostenible para que las cadenas de suministro de alimentos sean más receptivas, flexibles, eficientes y colaborativas
7	(Kolikipogu et al., 2025)	Springer	Remote Sens Earth Syst Sci	Mejora de la seguridad alimentaria mediante sistemas de control y monitorización del clima basados en IoT para plantas de procesamiento de alimentos	En comparación con otros sistemas de trazabilidad, el sistema tecnológico ha mejorado considerablemente en términos de amplitud, profundidad y precisión, lo que constituye una forma eficaz de resolver el problema de la seguridad alimentaria
8	(Liberty et al., 2024)	Elsevier	Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos	Impulsando la fabricación de alimentos: aprovechando soluciones robóticas para mejorar el control de calidad y la trazabilidad en	Las soluciones tecnológicas se utilizan para fomentar una mejor garantía de calidad y trazabilidad, asegurando que los productos alimenticios no solo sean seguros y de alta calidad, sino también, trazables a lo largo de las vastas extensiones de las cadenas de suministro globales

				las redes de suministro globales	
9	(Zhou et al., 2022)	Google Académico	Revista Internacional de Ingeniería de Alimentos	Inteligencia artificial, big data y Blockchain en seguridad alimentaria	La seguridad alimentaria, la tecnología Blockchain se aplica principalmente, para garantizar que los datos generados en el proceso de producción de alimentos no se falsifiquen para garantizar la seguridad alimentaria, fortalecer la trazabilidad y aumentar la confianza de los consumidores en la seguridad alimentaria
10	(Patelli & Mandrioli, 2020)	Google Académico	Journal Food Science	Tecnología blockchain y trazabilidad en la industria agroalimentaria	Las tecnologías Blockchain pueden representar una posible respuesta a esta solicitud de los consumidores, porque son sistemas a prueba de confianza, donde los miembros no confiados pueden interactuar de forma verificable entre sí sin la necesidad de una autoridad de confianza
11	(Rana et al., 2021)	Google Académico	Revista de alimentación británica	Tecnología Blockchain para una cadena de suministro agroalimentaria sostenible	El uso de Blockchain con el apoyo de las tecnologías digitales contribuye a la sostenibilidad de la producción agroalimentaria. Sin embargo, esta tecnología puede presentar diversos desafíos, como la escalabilidad, la vulneración de la privacidad, el alto coste y los problemas de conectividad

Nota. Los artículos expuestos son aquellos que fueron seleccionados y resultaron aptos luego de aplicar el método PRISMA.

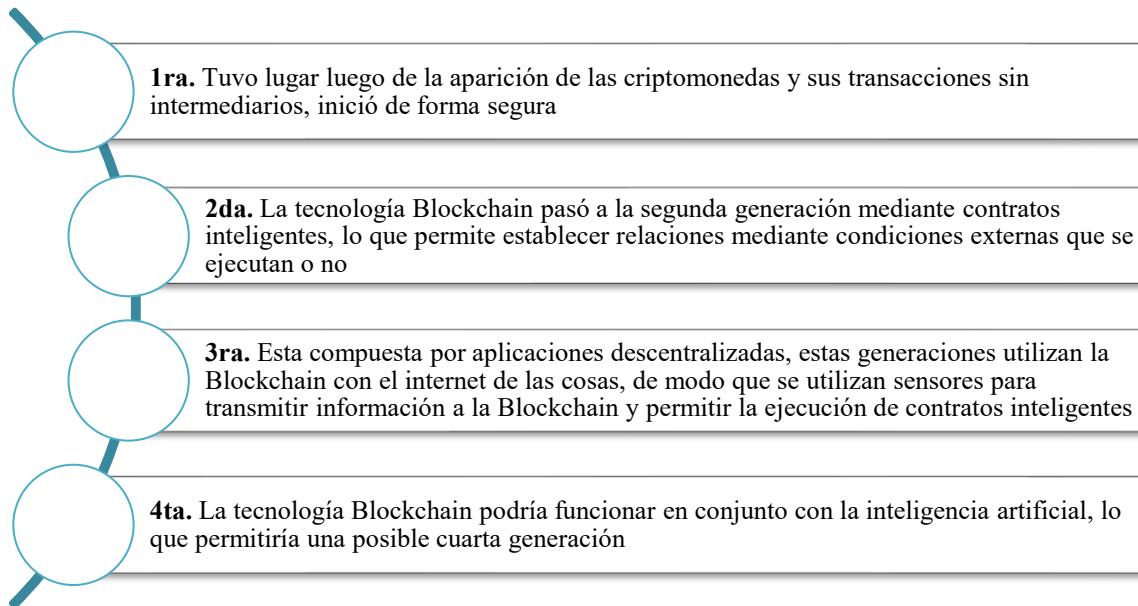
Luego de analizar los artículos expuestos, se procedió a generar la siguiente información desde un aspecto analítico y crítico, en busca de acaparar las preguntas de investigación:

Generaciones de la Blockchain

En la figura 5, para orientar el conocimiento y los conceptos de la tecnología Blockchain, se exponen las características de cada una de sus generaciones (Kayikci et al., 2022).

Figura 5

Características de las generaciones actuales y futuras de la Blockchain.



Nota. En la actualidad la cuarta generación se mantiene en desarrollo.

Características de la utilización de la tecnología Blockchain

Cabe recalcar que, la tecnología Blockchain fue una realidad nula hace varios años atrás, por ende, su aplicación, utilización, y resultados en cierto punto siguen siendo inciertos, en este caso, dentro del ámbito de la industria alimentaria, las características principales que se han reflejado al utilizar esta tecnología son:

- Esta tecnología, ha aumentado el interés en su aplicación en varios sectores debido a la creación de confianza entre las partes interesadas.
- Al inicio, se pretendía mantener y registrar transacciones financieras entre los participantes, y con las mejoras tecnológicas, su aplicación se ha ampliado internacionalmente.
- A nivel mundial, cada vez se presta más atención a la investigación en esta área por parte de varias organizaciones y países.
- Los cambios revolucionarios han aumentado su aplicación en la autenticación y firma de datos digitales, el control y almacenamiento de registros organizacionales, el seguimiento y verificación de patentes, el rastreo de registros de salud de pacientes, el rastreo de

productos a través de la cadena de suministro desde los productores hasta los consumidores.

- La aplicación de contratos inteligentes en la tecnología Blockchain podría usarse ampliamente en los sistemas de gestión de la cadena de suministro de alimentos para resolver varios problemas relacionados con la trazabilidad y la seguridad alimentaria.
- La interoperabilidad de los datos, la auditabilidad, la transparencia, la reducción de costos, el rastreo de productos, la autenticidad y la integridad son los beneficios importantes de la aplicación de Blockchain con contratos inteligentes en el sistema de trazabilidad.

Al explorar los efectos del uso de las tecnologías Blockchain en el ámbito de la seguridad alimentaria se conoció que:

El creciente comercio internacional de alimentos aumenta la dificultad de mantener la garantía de calidad y seguridad alimentaria, pues a nivel mundial, la seguridad y calidad de los alimentos son una preocupación principal, ya que, los problemas de seguridad en los productos alimenticios se deben principalmente al uso de hormonas, residuos de antibióticos, adulteración, zoonosis, contaminación microbiana, así como a la presencia de residuos de pesticidas o herbicidas, metales pesados y otros contaminantes. De la misma manera, por ejemplo, la producción, recolección, transporte y el procesamiento de la leche y los productos cárnicos, también requieren la atención adecuada, por medio del monitoreo y el registro en tiempo real del manejo, transporte y distribución de los productos, lo que permite respaldar la seguridad y la calidad de los productos, así como para mejorar la gestión, la productividad y la rentabilidad que pueden ser posibles mediante la aplicación del Blockchain.

Al utilizar en conjunto la tecnología Blockchain y los sensores en la cadena de suministros de alimentos (trazabilidad), en la etapa donde los criterios de los estándares de proceso, y los estándares regulatorios y de producción no coinciden; las partes son informadas en tiempo real para corregir el proceso y se puede detener o retirar específicamente el lote afectado de manera rápida y fácil, ahorrando tiempo y volviéndose rentable, lo que lleva a mejorar la confianza en la seguridad y calidad del producto.

Los datos en Blockchain se verifican mediante un mecanismo de consenso, si la cantidad de medicamentos, hormonas y antibióticos utilizados por los productores es inconsistente, incorrecta



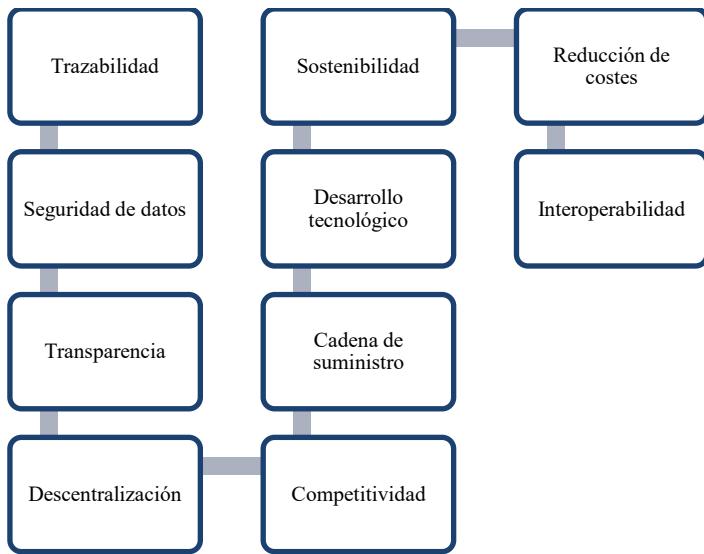
o ilegal, el contrato inteligente termina automáticamente, la transacción y los datos no se documentan en la Blockchain, con la finalidad de generar garantía, calidad y seguridad alimentaria. La confianza tecnológica se refiere al rendimiento y la disponibilidad de Blockchain mediante el uso del cifrado como la principal fortaleza, el desarrollo de funciones de privacidad y seguridad, y el establecimiento de factores significativos, para la adopción de esta tecnología, juega un papel clave en la mejora de la colaboración a través de la rápida construcción de confianza entre los numerosos actores involucrados en operaciones destinadas a evitar los problemas específicamente que afecten seguridad alimentaria.

Las transacciones basadas en Blockchain se están probando en diversos sectores, como finanzas, manufactura, energía, y también se utilizan en las cadenas de suministro agroalimentarias, pues la adopción de esta tecnología promete ofrecer un proceso de transacción transparente, descentralizado y seguro, y puede reducir los costos, debido a que su infraestructura es tecnológica, logra descentralizar y actualizar las bases de datos en tiempo real, lo que permite que aplicaciones, y servicios propios y de terceros estén disponibles en dispositivos móviles, satisfaciendo así las nuevas necesidades de los clientes.

A manera de resumen, en la figura 6 se exponen las aplicaciones, en donde al utilizar la tecnología Blockchain, se puede generar competitividad, eficacia y eficiencia dentro del ámbito de la seguridad alimentaria.

Figura 6

Aplicaciones que obtienen un valor agregado al usar Blockchain en el área de la seguridad alimentaria.



Nota. Las aplicaciones descritas fueron consideradas por diversos autores (Tabla 1), únicamente para el área de la seguridad alimentaria.

Al identificar las repercusiones de la utilización del Blockchain en los procesos de trazabilidad en los productos agroalimentarios se conoció que:

La tecnología Blockchain puede proporcionar trazabilidad de la cadena de suministro y transparencia de la información, y permitir la rápida identificación del historial, movimiento y ubicación actual de productos de consumo con problemas de seguridad alimentaria.

Los socios comerciales de las cadenas de suministro de alimentos, al aplicar la tecnología Blockchain podrán mantener un sistema de registro de transacciones, que se puede utilizar para ayudar a la integridad de los productos alimenticios, a medida que se mueven a lo largo de la cadena, lo que ayuda a aumentar el control sobre todas las transacciones e interacciones entre proveedores de alimentos, productores, proveedores de logística y clientes.

La tecnología Blockchain puede agregar un valor sustancial a las empresas alimentarias, ya que la trazabilidad de los productos finales es factible, en cada punto de las cadenas de suministro de alimentos, debido a la capacidad de recuperar rápidamente todos los datos relacionados con los alimentos en cuestión de segundos.



Las cadenas de suministro agroalimentarias mundiales se caracterizan por pérdidas significativas de alimentos, aumento de precios a lo largo de la cadena y riesgos para la seguridad alimentaria; al mismo tiempo, la preocupación de los consumidores por la seguridad alimentaria, la calidad y la transparencia va en aumento, en este caso la tecnología Blockchain, con su capacidad para garantizar la integridad de los datos, la inmutabilidad y el seguimiento continuo de los movimientos de la cadena, presenta un inmenso potencial como infraestructura segura en la trazabilidad agroalimentaria.

La seguridad alimentaria se puede mejorar a través de la trazabilidad con soluciones Blockchain ya que estas se pueden utilizar, para aprovechar la información de cada nodo de la cadena de suministro, estos datos son más confiables y a prueba de manipulaciones gracias a la característica Blockchain, que garantiza la calidad de los alimentos.

En el proceso de trazabilidad agroalimentaria, toda la información de las transacciones se puede almacenar en la cadena de bloques, y la información debe verificarse de forma permanente e inalterable. Por lo tanto, no solo permite eliminar intermediarios, reducir costes, mejorar la velocidad y la cobertura, sino que también proporciona mayor transparencia y calidad para los consumidores.

En la figura 7, se muestran las características principales de la trazabilidad tomando en consideración la tecnología Blockchain.

Figura 7

Características principales de la trazabilidad basada en Blockchain.

<i>Red descentralizada</i>	La cadena de bloques se compone de numerosos nodos que forman una red peer-to-peer
	No existe un equipo ni un mecanismo de gestión centralizados
	La destrucción o pérdida de un nodo no afectará el funcionamiento de todo el sistema, ya que goza de una excelente robustez
	Los datos se comparten entre los participantes



Contratos inteligentes en el proceso de trazabilidad empresarial

Las transacciones en Blockchain pueden automatizarse mediante contratos inteligentes

Ciertas reglas de negocio se implementan en la Blockchain permitiendo a los participantes rastrear el proceso empresarial y validar las reglas del contrato

Contribuye al intercambio de datos y a la mejora continua de los procesos entre los participantes de la cadena de suministro

Los contratos inteligentes pueden garantizar que las partes no generen registros de errores, especialmente al combinarse con dispositivos que utilicen internet

Mecanismo de consenso

Es la forma en que todas las partes de la cadena de bloques llegan a un consenso y determinan la validez de un registro

Esto se realiza mediante un sistema informático que utiliza una prueba criptográfica

El mecanismo de consenso puede evitar la manipulación de datos en el proceso de trazabilidad

Transparencia de las transacciones y anonimato de la cadena de Trazabilidad

Las reglas y toda la información sobre el funcionamiento de la cadena de bloques son abiertas y transparentes para los participantes con acceso a la red de la cadena de bloques

Cada transacción es visible para todos los nodos en todos los niveles y cada nodo participante es anónimo

Se garantiza la trazabilidad, fiabilidad, seguridad y puntualidad de la información de los productos agroalimentarios, además de lograr una gestión transparente desde la cosecha, el almacenamiento y la distribución hasta la venta

Datos a prueba de manipulaciones y rastreables

La información de transacciones de todos los participantes en la cadena de suministro se registra en el bloque y los registros de datos no se pueden alterar ni eliminar

Se pueden consultar y rastrear las actividades de intercambio de información

La gestión transparente de datos proporciona un método confiable para la verificación de auditorías, el registro de operaciones, el seguimiento logístico y otras actividades operativas

Alta confiabilidad de sistemas y datos

Los datos se mantienen conjuntamente por todos los nodos

Los cambios en la base de datos de un solo nodo no son válidos a menos que más del 51% de los nodos de toda la cadena de suministro estén controlados

Nota. La información contenida en la figura fue recopilada de los artículos identificados como base de la investigación.



Discusión

El incremento internacional de los productos alimenticios ha establecido diferentes retos específicamente en el área de la industria agroalimenticia, pues cada día, se incrementa la necesidad de contar con alimentos que garanticen calidad y seguridad alimentaria.

En este aspecto, Patel et al. (2023) sostienen que, la solución para abordar las preocupaciones sobre la seguridad y calidad de los alimentos es mejorar la transparencia, la seguridad, la durabilidad y la integridad de la trazabilidad de estos; para lo cual, según Yu et al. (2022) es indispensable respetar la privacidad de los datos y la protección contra manipulaciones de estos, son esenciales en la trazabilidad agroalimentaria, si el objetivo es garantizar la seguridad alimentaria. Como solución al problema de la privacidad de los datos, Rejeb et al. (2020) argumentan que, la tecnología Blockchain ha sido ampliamente aceptada como una excelente opción al momento de buscar confianza y seguridad en la transparencia de la información y la prevención de la manipulación de datos.

La seguridad alimentaria, la cadena de suministros y la trazabilidad tienen en común el objetivo de asegurar que, se cumplan con los estándares regulatorios de producción y distribución de los alimentos, en este aspecto, al aplicar la tecnología Blockchain existe la posibilidad principal de mejorar los tiempos de respuesta al detectar algún tipo de anomalía en algún lote que contenga los productos alimenticios, lo que proporciona valor agregado al producto y confianza sobre la empresa productora. Sin embargo, una desventaja de la tecnología Blockchain, según İndap & Tanyaş (2023) es que, el uso de esta tecnología, en la cadena de suministro de alimentos solo es práctico, razonable y rentable, para productos ganaderos de alto valor y grandes actores del mercado de la industria alimentaria, es decir a pequeña escala, la mencionada tecnología emergente se considera un desafío económico.

La adopción de la tecnología Blockchain forma parte de una clave destinada a la mejora principalmente en las industrias, donde se manejan las cadenas de suministro agroalimentarias, pues cumplir con los estándares de la seguridad alimentaria, es más factible al manejar una trazabilidad con equipos y estrategias tecnológicas, lo que disminuye los riesgos productivos y reduce los costos de operación.

De la misma forma Sri Vigna Hema & Manickavasagan (2024) confirman que, en el sector agroalimentario la adopción y aplicación de la tecnología Blockchain en los procesos de la cadena

de suministro (trazabilidad), ha logrado generar incrementos favorables en el ámbito de la competitividad (17,2%), sostenibilidad (16,3%) y reducción de costos (4,4%), lo que direcciona el criterio de que Blockchain ocasiona un valor agregado a la productividad de las industrias agroalimentarias.

Así mismo, Duan et al. (2024) mencionan que, la trazabilidad está bien concebida como un nuevo indicador de calidad en el sector alimentario. De forma contraria, en cuanto a los costos, según Sharma et al. (2023) la aplicación de la tecnología Blockchain aún está en una etapa incipiente, por lo que, la disponibilidad de especialistas que la manejen, es menor en comparación con otros desarrolladores de software, lo que conduce a un aumento en la carga financiera para la implementación de esta tecnología, ya que se observó que un especialista en Blockchain cobra tarifas muy altas en comparación con otros tecnólogos de software.

Las cadenas de suministro de alimentos, al vincularse con la tecnología Blockchain permiten que se trabaje mediante un registro de transacciones e interacciones entre proveedores de agroalimentos, productores, proveedores de logística y clientes, aportando de forma eficiente sobre la seguridad alimentaria.

Aun cuando, algunos autores aseguran la facilidad y viabilidad de la aplicación y uso de estas tecnologías, otros autores como Zarbà et al. (2024) argumentan que, las habilidades y el conocimiento con respecto a la tecnología Blockchain aún son deficientes en todo el mundo, y en la cadena de suministro de alimentos para el ganado específicamente, los participantes a nivel de base son principalmente agricultores, que no tienen competencia en tecnologías avanzadas, lo que requiere el creciente número de plataformas de capacitación, así como capacitadores, que puedan facilitar la comprensión y el funcionamiento de esta tecnología entre los participantes a nivel de base y las entidades alimentarias, lo que se convierte en una traba dentro del desarrollo sostenible para mejorar la cadena de suministros y por ende, la seguridad alimentaria.



Conclusiones

Se conoció que una de las soluciones para mejorar la seguridad alimentaria y la trazabilidad en la cadena de suministro de agroalimentos, e incluso elevar la confianza sobre el consumidor, es mediante la aplicación de la tecnología Blockchain, debido a que esta ha demostrado en varias oportunidades ser fiable, resistente al fraude y confiable.

Debido a que la tecnología Blockchain, posee la capacidad de permitir la detección en tiempo real de puntos de riesgo dentro de la cadena de suministros, esta puede minimizar en gran medida la contaminación de los alimentos, pues su aplicación tiende a fortalecer los procesos de retirada de lotes de productos afectados, contribuyendo de forma directa ante la seguridad alimentaria.

Como consecuencia de la integración de las tecnologías, dentro de la industria agroalimentaria se ha logrado vincular a la cadena de suministros con la Blockchain, dicha vinculación genera resultados favorables, rentables y razonables en esta industria a gran escala. Cabe recalcar, que el uso de dicha tecnología, económicamente puede ser rentable en producciones a gran escala, sin embargo, en mediana y pequeña escala, sus repercusiones aún siguen siendo inciertas.

Al notar escasez de estudios en industrias pequeñas o a menor escala, se hace factible la necesidad de instalar proyectos destinados a esta población, en donde se tome en cuenta aspectos como el ámbito económico, facilidad de aplicación, disposición de técnicos aplicantes, y rentabilidad comercial.

Referencias Bibliográficas

- Ding, H., Tian, J., Yu, W., Wilson, D. I., Young, B. R., Cui, X., Xin, X., Wang, Z., & Li, W. (2023). The Application of Artificial Intelligence and Big Data in the Food Industry. *Foods*, 12(24), 4511. <https://doi.org/10.3390/foods12244511>
- Duan, K., Onyeaka, H., Pang, G., & Meng, Z. (2024). Pioneering food safety: Blockchain's integration in supply chain surveillance. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101281. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101281>
- Ellahi, R. M., Wood, L. C., & Bekhit, A. E.-D. A. (2024). Blockchain-Driven Food Supply Chains: A Systematic Review for Unexplored Opportunities. *Applied Sciences*, 14(19), 8944. <https://doi.org/10.3390/app14198944>
- Eras Lévano, C. J., Balarezo León, D. G., Guerrero Granda, H. S., & Jaramillo Villafuerte, R. F. (2025). Aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación superior: Impacto, Factores determinantes y su relación con el aprendizaje. *ASCE*, 4(3), 2183-2205. <https://doi.org/10.70577/ASCE/2183.2205/2025>
- Hassoun, A., Kamiloglu, S., Garcia-Garcia, G., Parra-López, C., Trollman, H., Jagtap, S., Aadil, R. M., & Esatbeyoglu, T. (2023). Implementation of relevant fourth industrial revolution innovations across the supply chain of fruits and vegetables: A short update on Traceability 4.0. *Food Chemistry*, 409, 135303. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135303>
- İndap, Ş., & Tanyaş, M. (2023). Blockchain applications for traceability and food safety in agri-food supply chain: Cherry product application. *Journal of Enterprise Information Management*. <https://doi.org/10.1108/JEIM-03-2023-0165>
- Kayikci, Y., Durak Usar, D., & Aylak, B. L. (2022). Using blockchain technology to drive operational excellence in perishable food supply chains during outbreaks. *The International Journal of Logistics Management*, 33(3), 836-876. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2021-0027>
- Kolikipogu, R., Shivaputra, Muniyandy, E., Maroor, J. P., Lakshmi, G. V. R., Konduri, B., & Naveenkumar, R. (2025). Improving Food Safety by IoT-based Climate Monitoring and Control Systems for Food Processing Plants. *Remote Sensing in Earth Systems Sciences*, 8(2), 387-399. <https://doi.org/10.1007/s41976-024-00190-4>
- Liberty, J. T., Habanabakize, E., Adamu, P. I., & Bata, S. M. (2024). Advancing food manufacturing: Leveraging robotic solutions for enhanced quality assurance and



traceability across global supply networks. *Trends in Food Science & Technology*, 153, 104705. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104705>

Malik, M., Dalal, M., Mor, A., Toor, K., Yadav, D. K., & Gahlawat, V. K. (2025). Dairy Traceability: Pathways to a Sustainable and Resilient Supply Chain. En R. Nimmanapalli & M. Kumar Singh (Eds.), *Trends in Animal-Based Foods* (pp. 137-148). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-032-00575-5_7

Patel, A. S., Brahmbhatt, M. N., Bariya, A. R., Nayak, J. B., & Singh, V. K. (2023). "Blockchain technology in food safety and traceability concern to livestock products". *Helijon*, 9(6), e16526. <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2023.e16526>

Patelli, N., & Mandrioli, M. (2020). Blockchain technology and traceability in the agrifood industry. *Journal of Food Science*, 85(11), 3670-3678. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15477>

Rana, R. L., Tricase, C., & De Cesare, L. (2021). Blockchain technology for a sustainable agri-food supply chain. *British Food Journal*, 123(11), 3471-3485. <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2020-0832>

Rejeb, A., Keogh, J. G., Zailani, S., Treiblmaier, H., & Rejeb, K. (2020). Blockchain Technology in the Food Industry: A Review of Potentials, Challenges and Future Research Directions. *Logistics*, 4(4), 27. <https://doi.org/10.3390/logistics4040027>

Revelou, P.-K., Tsakali, E., Batrinou, A., & Strati, I. F. (2025). Applications of Machine Learning in Food Safety and HACCP Monitoring of Animal-Source Foods. *Foods*, 14(6), 922. <https://doi.org/10.3390/foods14060922>

Rocha, G. D. S. R., De Oliveira, L., & Talamini, E. (2021). Blockchain Applications in Agribusiness: A Systematic Review. *Future Internet*, 13(4), 95. <https://doi.org/10.3390/fi13040095>

Sharma, A., Sharma, A., Singh, R. K., & Bhatia, T. (2023). Blockchain adoption in agri-food supply chain management: An empirical study of the main drivers using extended UTAUT. *Business Process Management Journal*, 29(3), 737-756. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2022-0543>

Sri Vigna Hema, V., & Manickavasagan, A. (2024). Blockchain implementation for food safety in supply chain: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(5), e70002. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70002>



-
- Susanty, A., Puspitasari, N. B., Rosyada, Z. F., Pratama, M. A., & Kurniawan, E. (2024). Design of blockchain-based halal traceability system applications for halal chicken meat-based food supply chain. *International Journal of Information Technology*, 16(3), 1449-1473. <https://doi.org/10.1007/s41870-023-01650-8>
- Yu, Z., Jung, D., Park, S., Hu, Y., Huang, K., Rasco, B. A., Wang, S., Ronholm, J., Lu, X., & Chen, J. (2022). Smart traceability for food safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(4), 905-916. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1830262>
- Zarbà, C., Chinnici, G., Matarazzo, A., Privitera, D., & Scuderi, A. (2024). The innovative role of blockchain in agri-food systems: A literature analysis. *Food Control*, 164, 110603. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110603>
- Zhou, Q., Zhang, H., & Wang, S. (2022). Artificial intelligence, big data, and blockchain in food safety. *International Journal of Food Engineering*, 18(1), 1-14. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2021-0299>

Conflictos de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.