

Estudio exploratorio de la aplicación de gemelos digitales en la cadena de suministro de  
productos lácteos

Jose David Jiménez Toloza

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Industrial

Director:

Carlos Eduardo Díaz Bohorquez

Codirector:

Dilan Jhoanny Mogollón Carreño

Grupo de Investigación:

Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos

(OPALO)

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2025

**Tabla de contenido**

Introducción ..... 10

1. Cumplimiento de los objetivos..... 12

1. Planteamiento del Problema..... 13

2. Objetivo..... 15

2.1 Objetivo General ..... 15

2.2 Objetivos Específicos ..... 15

3. Marco de referencia..... 16

3.1 Marco de Antecedentes ..... 16

3.2 Marco Teórico ..... 17

3.2.1 Gemelos digitales ..... 17

3.2.2 Cadena de suministro ..... 18

3.2.3 Producción..... 18

3.2.4 Industria 4.0..... 19

3.2.5 Blockchain..... 19

3.2.6 Gemelos digitales: concepto y evolución..... 20

3.2.7 Gemelos digitales y tecnologías emergentes..... 20

4. Marco metodológico ..... 22

4.1 Identificación de la necesidad de investigación ..... 22

4.1.1 Planificación de la revisión sistemática de la literatura ..... 22

4.1.2 Protocolo de búsqueda ..... 22

4.2 Identificación de artículos idóneos..... 22

5. Resultados ..... 26

5.1	Revisión de literatura .....	26
5.2	Revisión preliminar .....	27
5.2.1	Criterios de inclusión/exclusión de revisión preliminar.....	28
5.2.2	Tesauros o palabras importantes (Revisión preliminar).....	28
5.3	Análisis Bibliométrico.....	34
5.3.1	Ecuación de búsqueda .....	35
5.3.2	Criterios de inclusión/exclusión.....	36
5.3.3	Visualización de resultados bibliométricos.....	37
5.4	Revisión sistemática de la literatura.....	43
5.4.1	Caracterización de la literatura en áreas de aplicación de la literatura .....	44
5.4.2	Estado actual de las aplicaciones de los gemelos digitales en la industria láctea .....	46
5.4.3	Clasificación de aplicaciones de gemelos digitales en la cadena de suministro láctea..	60
5.4.4	Tabla de clasificación de aplicaciones .....	71
5.4.5	Diagrama de aplicación de tecnologías digitales en la cadena de suministro láctea.....	73
6.	Sugerencias y futuras investigaciones.....	77
6	Discusiones.....	78
7	Conclusión.....	80
8	Bibliografía.....	82

**Lista de tablas**

**Tabla 1.** *Cumplimiento de los objetivos* ..... 12

**Tabla 2.** *Aproximación metodológica del estudio*..... 25

**Tabla 3.** *Criterios de inclusión/exclusión de revisión preliminar* ..... 28

**Tabla 4.** *Tesauros gemelos digitales* ..... 29

**Tabla 5.** *Tesauros cadena suministro* ..... 31

**Tabla 6.** *Tesauros Productos Lácteos* ..... 32

**Tabla 7.** *Consolidado de Tesauros o palabras importantes* ..... 34

**Tabla 8.** *Documentos encontrados por ecuación de búsqueda* ..... 35

**Tabla 9.** *Criterios de selección de documentos* ..... 36

**Tabla 10.** *Categorización de la revisión de literatura*..... 44

**Tabla 11.** *Clasificación de Aplicaciones Tecnológicas en la Cadena de Suministro Láctea*  
..... 71

**Tabla 12:** *Tabla de tesauros*..... 96

**Tabla 13.** *Lista de documento analizados* ..... 218

**Lista de figura**

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA ..... 24

Figura 2. Tesoros para digital twins..... 29

Figura 3. Tesoros cadena de suministro..... 30

Figura 4. Tesoros producción láctea ..... 32

Figura 5. Años de publicación de los documentos..... 37

Figura 6. Países de publicación de los documentos ..... 38

Figura 7. Áreas de investigación ..... 39

Figura 8. Tipos de documentos..... 41

Figura 9. Palabras importantes ..... 42

Figura 10. Diagrama de la línea de producción ..... 74

**Lista de Apéndices**

(Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS)

<b>Apéndice A:</b> Tabla de tesauros .....	96
<b>Apéndice B.</b> Lista de documento analizados.....	218
<b>Apéndice C.</b> Artículo de Carácter publicable.....	348

## Resumen

**Título:** Estudio exploratorio de la aplicación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos<sup>1</sup>

**Autor:** Jose David Jiménez Toloza <sup>2</sup>

**Palabras Claves:** Gemelos digitales, cadena de suministro, productos lácteos, procesos, industria láctea, industria 4.0.

## Descripción

La digitalización ha transformado la gestión de las cadenas de suministro, integrando tecnologías que buscan optimizar la eficiencia y la trazabilidad de los procesos. En este contexto, los gemelos digitales se han posicionado como una herramienta innovadora, aunque su aplicación en la industria láctea aún es nueva debido a los retos que plantea la poca vida útil del producto y la necesidad de garantizar altos estándares de calidad.

El objetivo de este proyecto de grado, es analizar las aplicaciones de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos, identificando tendencias, beneficios y áreas de conocimiento emergentes. Para ello, se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura siguiendo el protocolo PRISMA, con búsqueda en bases de datos científicas como Scopus y el análisis de documentos académicos.

Los resultados indican que, existen experiencias de integración de los gemelos digitales con tecnologías como la inteligencia artificial, el blockchain, el big data y la visión artificial, aún se requieren más estudios en el sector lácteo. Estas combinaciones han mostrado mejoras en trazabilidad, reducción de pérdidas y apoyo a modelos como Dairy 4.0.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

Como principal aporte, la investigación destaca que los gemelos digitales representan una oportunidad estratégica para fortalecer la competitividad, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad en la cadena láctea.

### **Abstract**

**Title:** Exploratory study of the application of digital twins in the dairy supply chain<sup>3</sup>

**Author:** Jose David Jiménez Toloza<sup>4</sup>

**Key words:** Digital twins, supply chain, dairy products, processes, dairy industry, Industry 4.0.

### **Description:**

Digitalization has transformed supply chain management, integrating technologies that seek to optimize process efficiency and traceability. In this context, digital twins have emerged as an innovative tool, although their application in the dairy industry is still primitive due to the challenges posed by short product shelf lives and the need to ensure high quality standards.

The objective of this paper is to analyze the applications of digital twins in the dairy supply chain, identifying trends, benefits, and emerging areas of knowledge. To this end, a systematic literature review was conducted following the PRISMA protocol, with searches in scientific databases such as Scopus and the analysis of related academic and technical documents.

The results show that, while there are experiences integrating digital twins with technologies such as artificial intelligence, blockchain, big data, and computer vision, further studies are still needed in the dairy sector. These combinations have shown improvements in traceability, loss reduction, and support for models such as Dairy 4.0.

As a main contribution, the research highlights that digital twin represent a strategic opportunity to strengthen competitiveness, food security, and sustainability in the dairy chain.

---

<sup>3</sup>Degree Thesis

<sup>4</sup>Faculty of Mechanical Physical Engineering, School of Industrial and Business Studies. Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

## Introducción

La digitalización ha transformado la gestión de las cadenas de suministro, integrando tecnologías que buscan optimizar la eficiencia, la trazabilidad y la capacidad de adaptación de los procesos productivos. De esta manera, los gemelos digitales se han posicionado como una de las innovaciones más prometedoras, al permitir la representación virtual de activos y procesos físicos para mejorar la toma de decisiones en tiempo real (Bigliardi, 2022). A pesar que su avance ha sido más notable en áreas como manufactura, la industria automotriz o la aviación, en el sector de los alimentos y particularmente en la cadena de suministro láctea, su aplicación sigue siendo primitivo (Huang, 2024).

Los estudios sobre este tema, muestran que, a pesar de los progresos en la integración de las tecnologías como la Inteligencia Artificial, Blockchain, Big Data y Visión Artificial con gemelos digitales, todavía son escasas las investigaciones que se enfocan que se apliquen en el sector lácteo (Serrano-Torres, 2025). Esta situación es importante porque la cadena de suministro láctea tiene características únicas como la corta vida útil del producto, la influencia de variables ambientales y la necesidad de una trazabilidad sanitaria rigurosa, que la hacen muy sensible a la adopción de soluciones digitales. Por lo tanto, es fundamental investigar cómo los gemelos digitales pueden ayudar a superar estas limitaciones y, al mismo tiempo, mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector (Bigliardi, 2022).

De esta manera, la investigación se pregunta: ¿Cuáles son las aplicaciones y beneficios que ofrece la implementación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos? El objetivo es caracterizar estas aplicaciones e identificar tendencias nuevas o en auge que puedan guiar u orientar la práctica empresarial como futuras investigaciones académicas.

La investigación se desarrolló de la siguiente forma. En primer lugar, se identificaron los tesauros o palabras claves más relevantes a partir de literatura gris y se llevó a cabo el análisis de coocurrencias mediante herramienta Voyant Tools, lo cual era fundamental para construir una base de términos que sirviera de partida para la búsqueda formal de los documentos. En un segundo lugar, se diseñó la ecuación de búsqueda y se hizo la revisión sistemática de la literatura de acuerdo con el protocolo PRISMA sobre la base de datos Scopus, estableciendo criterios de evaluación a partir de lo leído y posteriormente se llevó a cabo un análisis bibliométrico que permitió consultar indicadores de año de publicación, países, áreas temáticas, etc. En tercer lugar, se clasificaron los documentos seleccionados y se identificaron aplicaciones, beneficios y retos, que a su vez fueron clasificados en categorías de análisis. Al final, se integraron los principales hallazgos en la construcción de un documento científico orientando la discusión hacia la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo los gemelos digitales pueden fortalecer la eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad de la cadena de suministro de productos láctea.

### 1. Cumplimiento de los objetivos

A continuación, se presenta el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente estudio exploratorio de la aplicación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos

**Tabla 1.** *Cumplimiento de los objetivos.*

Objetivo	Producto
Realizar una revisión preliminar de literatura gris para identificar palabras importantes (tesauros) asociadas y contextualización de los gemelos digitales.	Capítulo 5.2
Identificar el estado actual de los gemelos digitales mediante una revisión sistemática de literatura sobre las aplicaciones de los gemelos digital en la cadena de suministro de productos lácteos.	Capítulo 5.4.1 y Capitulo 5.4.2
Construir una clasificación de las diferentes aplicaciones de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos para identificar tendencias y áreas de conocimiento.	Capítulo 5.4.3 al Capítulo 5.4.5
Elaborar un artículo de carácter publicable donde se documenten los resultados obtenidos en la investigación.	<b>Anexo 1.</b> Artículo de carácter publicable

## 1. Planteamiento del Problema

El uso de herramientas tecnológicas como los gemelos digitales ha adquirido relevancia en los últimos años, cambiando varios sectores industriales. Su capacidad para representar digitalmente tareas, actividades, procesos, sistemas u objetos físicos permite a las organizaciones y empresas mejorar su eficacia operativa, maximizando recursos y prevenir fallas mediante simulaciones basadas en datos reales. Estas cualidades, han fomentado su implementación en áreas como la manufactura, la gestión energética, la aviación, el sector salud y la construcción, convirtiéndose en una herramienta en la Industria 4.0.

Asimismo, su aplicación no se ha llevado a cabo de manera uniforme en todos los sectores productivos. El sector lácteo, en particular, enfrenta retos importantes en sus métodos de producción, logística, distribución, recepción y entrega de productos. La necesidad de conservar estándares de calidad, asegurando la trazabilidad sanitaria y cumplimiento con las regulaciones; así como también, depender de factores ambientales como la producción primaria y la corta duración de los productos, lo vuelve vulnerable a los beneficios que pueden ofrecer las tecnologías digitales. A día de hoy, el uso de gemelos digitales dentro de la cadena de suministro láctea sigue siendo bastante básica.

El sector lácteo, es una de las cadenas de producción menos simples dentro del sector de los alimentos, debido a sus características únicas. Estas particularidades requieren la implementación de un sistema de monitoreo, análisis y control en tiempo real; lo que permite, la toma de decisiones de manera ágil y efectivas. Asimismo, los Gemelos Digitales, pueden servir como una herramienta útil para mejorar los procesos, prevenir fallos, optimizar la logística y asegurar la calidad desde el comienzo hasta el final. A diferencia de otras cadenas de producción, la cadena de productos láctea requiere una coordinación precisa y una gestión eficiente de

múltiples variables en plazos muy cortos, lo que explica el interés por investigar su posible transformación a través de esta tecnología.

Este estudio, propone una revisión sistemática de literatura científica que, permita explorar cómo se están utilizando los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos; con el fin de, identificar aplicaciones, beneficios, desafíos y posibles líneas de acción para su implementación. Por lo tanto, esta investigación se realiza con el propósito de responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las aplicaciones y beneficios que ofrece la implementación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos?

Esta pregunta de investigación tiene la intención de orientar el desarrollo de una revisión sistemática de literatura que posibilite establecer una perspectiva clara sobre el estado actual de esta tecnología en el sector lácteo. A partir de su formulación, se espera identificar aplicaciones concretas, beneficios observables y desafíos relevantes, así como clasificar dichas aplicaciones para detectar tendencias, vacíos en la literatura y posibles líneas de acción. Como resultado, se busca construir un artículo académico publicable que documente los hallazgos.

## **2. Objetivo**

### **2.1 Objetivo General**

Caracterizar las aplicaciones y beneficios de la implementación de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos, mediante una revisión sistemática de la literatura.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión preliminar de literatura gris para identificar palabras importantes (tesauros) asociadas y contextualización de los gemelos digitales.
- Identificar el estado actual de los gemelos digitales mediante una revisión sistemática de literatura sobre las aplicaciones de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos.
- Construir una clasificación de las diferentes aplicaciones de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos para identificar tendencias y áreas de conocimiento.
- Elaborar un artículo de carácter publicable donde se documenten los resultados obtenidos en la investigación.

### 3. Marco de referencia

#### 3.1 Marco de Antecedentes

Frente a la revisión de los antecedentes en temas de gemelos digitales, cadena de suministro y productos lácteos se aprecia que en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales no se cuenta con estudios y tesis relacionadas a este tema; sin embargo, se encontraron 3 artículos relacionados a gemelos digitales y cadena de suministro. Para el año 2024 los autores Barrero et al (2024), realizaron una investigación, la cual menciona que la simulación de gemelos digitales en la cadena de suministro del cemento es un campo poco explorado. Los factores favorables incluyen el desempeño financiero, la competencia y el estilo organizacional, mientras que las principales barreras son los altos costos de capital y certificación, el bajo compromiso de proveedores, el débil posicionamiento de marketing y el desconocimiento de la gestión de cadenas de suministro sostenibles (Barrero, 2024).

De igual manera, el autor Ricardo Ruiz, menciona en su artículo que, las herramientas esenciales para la transformación de la cadena de suministro en la Industria 4.0, permiten mejorar la toma de decisiones, anticipar problemas y optimizar procesos sin necesidad de intervención física. Además, la adopción de gemelos digitales sigue en crecimiento, con un 44% de empresas industriales que ya los han implementado y un 15% que planea hacerlo (Artavia, 2024).

Finalmente, tenemos el último artículo el cual menciona que las crisis han intensificado la necesidad de tecnologías como gemelos digitales y análisis avanzado para optimizar la producción. Además, la sostenibilidad y la regionalización emergen como factores importantes en la transformación de la cadena de suministro (Ollagnier, 2022).

### **3.2 Marco Teórico**

A continuación, se presentan los conceptos, términos y definiciones necesarias para el desarrollo de la investigación, que permiten analizar las teorías que se pondrán en práctica en la ejecución de los objetivos:

#### **3.2.1 *Gemelos digitales***

Son simulaciones probabilísticas y multifacéticas de productos complejos que integran modelos avanzados, actualizaciones de sensores y datos en tiempo real para reflejar con precisión su contraparte física. Funcionan como representaciones digitales de entidades o sistemas reales, permitiendo la creación de entornos virtuales donde se pueden probar distintos elementos físicos. Aunque la idea no es nueva, el avance del machine learning y el big data ha impulsado su adopción. En el contexto de Internet de las Cosas (IoT), los gemelos digitales están revolucionando la toma de decisiones empresariales al facilitar simulaciones previas a la implementación física, mejorando el control y la eficiencia operativa (Morales-Rodríguez, 2018).

##### **3.2.1.1 Inicios de gemelos digitales.**

El concepto de Gemelos Digitales fue introducido en 1991 en el libro *Mirror Worlds* de David Gelernter, y posteriormente aplicado a la fabricación por Michael Grieves en 2002 durante una conferencia de la Sociedad de Ingenieros de Fabricación en Michigan. La NASA adoptó el término en 2010 para naves espaciales similares. En 2017, Gartner lo destacó como una tendencia tecnológica importante, impulsando su uso en diversas industrias (Morales-Rodríguez, 2018).

##### **3.2.1.2 Tipos de gemelos digitales.**

Se clasifica en tres tipos según su momento de uso (Morales-Rodríguez, 2018):

**Prototipo de Gemelo Digital (DTP):** utilizado antes de fabricar un producto.

Instancia Gemela Digital (DTI): aplicada tras la fabricación para pruebas en distintos escenarios.

Digital Twin Aggregate (DTA): que recopila datos de DTI para análisis, pronósticos y optimización operativa.

Estos modelos permiten mejorar la planificación logística, el diseño y la gestión de calidad, ayudando a reducir costos y tiempos en pruebas de productos y procesos.

### **3.2.2 Cadena de suministro**

Es el conjunto de procesos y actividades organizadas en una secuencia lógica para transformar bienes y servicios. Incluye fases como aprovisionamiento, fabricación, ensamblaje, control de calidad y distribución. Una administración eficiente de la cadena de producción facilita el uso óptimo de recursos, disminuyendo los tiempos de fabricación y aumentando la competitividad en el sector (Fitata Corredor).

### **3.2.3 Producción**

Es el proceso en el cual, los insumos se convierten en bienes o servicios terminados, agregando valor a través de diversas operaciones. Existen varios tipos de producción, como: producción en serie, producción por lotes y producción continua, dependiendo de la demanda y la naturaleza del producto (Heizer).

Bajo el contexto de los gemelos digitales, es posible optimizar la producción a través de simulaciones que ayuden a mejorar los tiempos de fabricación y disminuir los desperdicios.

#### **3.2.3.1 Producción derivada de los lácteos.**

La Producción de Lácteos, incluye todas las actividades relacionadas con la obtención, el procesamiento y la venta de productos derivados de la leche, como yogur, queso y mantequilla. Este procedimiento implica etapas como:

- Recolección de leche cruda
- Pasteurización
- Fermentación
- Envasado final.

Estas herramientas, han permitido mejorar la trazabilidad, la seguridad alimentaria y la eficiencia en los productos lácteos, por medio de, el monitoreo en tiempo real de variables críticas en la cadena de producción (García-Ochoa, 2019).

#### **3.2.4 *Industria 4.0***

LA industria 4.0, representa la transformación digital de los procesos de producción a través de la integración de tecnologías como: Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Big Data, entre otras.

Su enfoque, se centra en: Conexión en tiempo real, Análisis de grandes volúmenes de datos y la Unión entre el mundo físico y digital para optimizar la producción. Esto facilita el aumento de la eficiencia, reducir costos y aumentar la flexibilidad en la fabricación, promoviendo el desarrollo de fábricas inteligentes que puede ajustarse a las demandas del mercado y responder a cambios en la demanda con mayor agilidad.

#### **3.2.5 *Blockchain***

La tecnología blockchain es una tecnología de registro (Distributed Ledger) que permite almacenar transacciones o registros de información en bloques que están conectados de forma secuencial y segura mediante criptografía (hash) con mecanismos de consenso que garantizan que los datos son inmutables y que son verificables por todos los miembros de la red sin necesidad de un tercero confiable y centralizado. En el marco de las cadenas de suministro lácteas, los

Blockchain se ha incursionado como alternativa para optimizar la trazabilidad, la transparencia para la seguridad alimentaria (Khanna A. J., 2022).

### ***3.2.6 Gemelos digitales: concepto y evolución***

(Hartmann, 2025) y (Hasani, 2025), mencionan que, la digitalización ha llegado a ser muy importante para mejorar la adaptabilidad, trazabilidad y la eficacia en las redes de suministro. Asimismo, se destacan como una herramienta valiosa, ya que actúan como unas representaciones digitales que combinan datos y modelos a lo largo del ciclo de vida de los productos, facilitando la toma de decisiones.

Asimismo, los autores concluyen que, en este escenario, los gemelos digitales son importantes porque permiten la representación virtual de procesos y productos, fusionando información y modelos durante su ciclo de vida y brindando apoyo directo en la toma de decisiones.

Sin embargo, se enfrenta a desafíos tanto técnicos y organizativos. Entre estos desafíos se pueden mencionar la complicada integración de información y la necesidad de crear acuerdos claros entre los diferentes participantes de la cadena (Zhang H. L., 2025). Igualmente, (Baladraf, 2025), cometa que, en las industrias de productos perecederos, como los lácteos, se aumenta las tecnologías como el Blockchain, ya que esta combinación asegura trazabilidad, seguridad alimentaria y disminución de pérdidas, al mismo tiempo que satisface las exigencias del marco regulatorio y a consumidores cada vez más informados

### ***3.2.7 Gemelos digitales y tecnologías emergentes***

Los Gemelos Digitales no operan de forma independiente, sino que alcanzan su máximo rendimiento al estar conectados con otras tecnologías emergentes que buscan abordar los desafíos

del sector lácteo, como el limitado tiempo de conservación de los productos, la supervisión de la calidad en todas sus fases y la creciente demanda de transparencia.

En este contexto, Kumar U. y otros (2024) proponen la idea de “Smart Dairy”, donde la tecnología de la información, la automatización, el Big Data y los Gemelos Digitales se integran para crear cadenas de suministro más eficaces y competitivas. Asimismo, (Konstantinidis F. K., 2023) menciona la estructura Dairy 4.0, donde combina gemelos digitales y visión artificial dentro del enfoque de cero defectos, en el que se centra en el control de calidad y en la identificación temprana de fallos. Por otro lado, (Barge, 2023) menciona que es indispensable la combinación de Blockchain y Gemelos Digitales como estrategia para asegurar la trazabilidad y la autenticidad, lo que refuerza la confianza del consumidor.

Además, se demuestra que la digitalización, respaldada por tecnologías interconectadas como el Big Data, la inteligencia artificial, Blockchain y la visión artificial, no solo facilita la optimización de procesos, sino que también garantiza calidad, sostenibilidad y competencia en la industria láctea.

## **4. Marco metodológico**

### **4.1 Identificación de la necesidad de investigación**

#### ***4.1.1 Planificación de la revisión sistemática de la literatura***

Este tema se ha convertido en un requisito fundamental para la mejora de la eficiencia, la trazabilidad y la sostenibilidad en el ámbito de los sectores alimentarios. En este sentido, los gemelos digitales emergen como una herramienta nueva que permite integrar datos en tiempo real mediante la simulación de los procesos, a fin de mejorar la toma de decisiones. Sin embargo, la adopción de los gemelos digitales dentro de la industria láctea sigue siendo escasa. Por lo tanto, es necesario hacer una revisión sistemática de su literatura y el estado del arte, con la finalidad de clasificar sus metodologías, enfoques y tendencias asociadas a la utilización de los gemelos digitales en la cadena de suministro en el sector lácteo, para así llegar a resaltar los beneficios logrados, pero también los vacíos que existen y que son susceptibles de futuras investigaciones.

#### ***4.1.2 Protocolo de búsqueda***

Se definió un protocolo de investigación donde se realizaron búsquedas en bases de datos científicas (Scopus); dio como resultado: la selección inicial de publicaciones, la evaluación de la calidad de los documentos (criterios de inclusión y exclusión) y la extracción de datos relevantes para el análisis. Finalmente, la información obtenida fue organizada y sintetizada siguiendo criterios de rigurosidad y transparencia en el proceso (Page, 2021).

### **4.2 Identificación de artículos idóneos**

El presente proyecto de grado, implementó un enfoque de revisión sistemática de la literatura, bajo el protocolo “PRISMA” (Elementos Preferidos para Informes de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis), la cual es conocida internacionalmente para la presentación de

revisiones sistemáticas y revisión cuantitativa. Asimismo, Su objetivo es, garantizar la claridad y el seguimiento del proceso de revisión, la detección y la síntesis de los estudios considerados.

Este guía consta con 27 elementos, que cuenta con: título, resumen, metodología utilizada y resultados conseguidos, lo que facilita a otros investigadores la posibilidad de replicar y evaluar la rigurosidad del proceso realizado.

En este sentido, se realizó una búsqueda preliminar en Google Scholar para identificar términos relacionados con gemelos digitales, cadena de suministro y producción láctea; para ello, se construyó un banco de palabras importante mediante la herramienta “Voyant Tools”, donde permitió analizar la frecuencia y coocurrencia de los conceptos. A partir de esta información, se formuló una ecuación de búsqueda que se aplicó en la base de datos Scopus, reconocida por su cobertura en ingeniería, transformación digital y logística, dando como resultado, la identificación de 856 documentos; sin embargo, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión definidos en el protocolo PRISMA (idioma, tipo de documento, pertinencia temática y acceso abierto), el documento final se redujo a 63 artículos científicos, los cuales cumplían simultáneamente con los tres pilares de este estudio: gemelos digitales, cadena de suministro y productos lácteos.

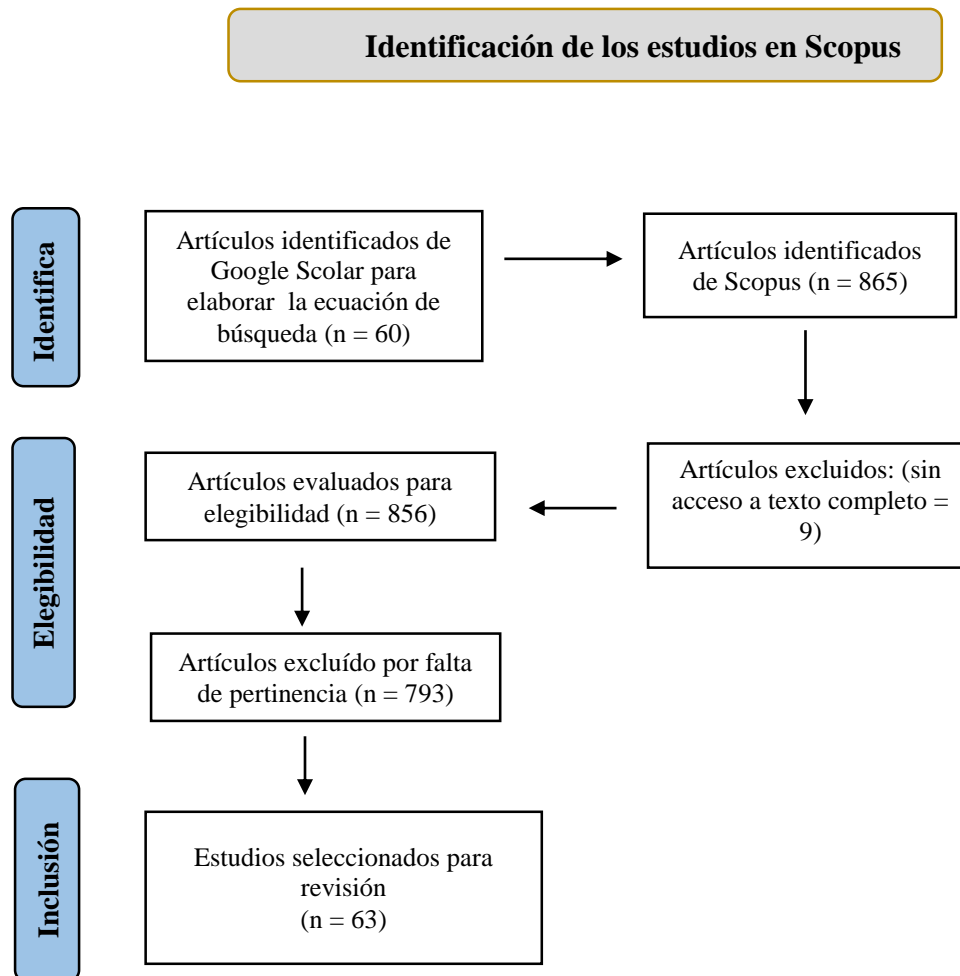
Los artículos seleccionados se organizaron en una hoja de cálculo para facilitar su clasificación y análisis; de esta manera, se identificaron aplicaciones reales, beneficios, desafíos y vacíos de conocimiento. En esa misma línea, los hallazgos se agruparon por categorías temáticas, resaltando tendencias y factores críticos de éxito en la adopción de gemelos digitales en el sector lácteo. Finalmente, los resultados se integraron en un escrito académico orientado a su publicación.

En este proceso se excluyeron documentos que:

- No cumplían con los tres pilares definidos.
- No tenían acceso abierto o presentaban restricciones de descarga.

- No correspondían a artículos científicos, sino a literatura gris.
- Carecían de coherencia entre objetivos, metodología y resultados.

**Figura 1.** Diagrama de flujo PRISMA



*Nota:* Creado por PRISMA 2020

La figura 1, muestra el procedimiento de selección. Primero, se registra la cantidad de artículos localizados; Segundo, mejora la claridad del proceso de selección al comunicar las decisiones realizadas en las diversas fases de la revisión sistemática. Tercero, Se registran la cantidad de artículos en las distintas fases. Cuarto, al descartar los artículos en la fase de texto completo, Quinto, resulta fundamental señalar las razones de dicha exclusión.

Con base a esta información, se estructuró la investigación en cuatro fases: una revisión de literatura gris para la identificación de tesauros o palabras importante; la formulación dio como resultado una ecuación de búsqueda; un análisis de contenido web; y la redacción de un artículo con fines publicables.

Con el fin, de sintetizar de manera clara y estructurar las fases metodológicas descritas, se elaboró la **Tabla 2**. Donde se presenta de forma resumida las etapas del proceso, la descripción de cada fase, los métodos empleados, el número de ítems analizados y los principales resultados obtenidos, lo cual facilita su comprensión integral y comparativa de la aproximación metodológica adoptada en este estudio.

**Tabla 2.** *Aproximación metodológica del estudio*

Fase	Descripción	Métodos	No. de ítems	Resultados
Identificación de tesauros o palabras importante	Revisión preliminar de literatura gris para identificar palabras asociadas de los terminos gemelos digitales, cadena de suministro y productos lácteos.	Búsqueda en Google Scholar (artículos, tesis, actas y reportes de técnicos). Análisis de frecuencia y coocurrencias con Voyant Tools.	20 documentos por cada termino	Analizar la coocurrencia de términos, su relación dentro de la literatura existente con el objetivo de identificación de las palabras importante
Ecuación de búsqueda y revisión sistemática (PRISMA)	Formulación de ecuación de búsqueda en Scopus a partir de los tesauros. Aplicación de criterios de inclusión y exclusión.	Operadores booleanos, tipo de documento y pertinencia temática. Aplicación del protocolo PRISMA.	865 documentos identificados	Conjunto definitivo de artículos científicos relacionados con aplicaciones de gemelos digitales en la cadena láctea
Análisis de contenido y sistematización	Organización y clasificación de los artículos seleccionados para identificar patrones,	Clasificación temática de artículos en hoja de cálculo y agrupación en categorías para	63 artículos incluidos tras el proceso de selección.	Identificación de aplicaciones reales, beneficios, desafíos y vacíos de

	aplicaciones y desafíos.	y identificar patrones y tendencias	1 documento científico elaborado.	conocimiento en el uso de gemelos digitales
Síntesis y redacción de resultados	Integración de los hallazgos en un documento académico orientado a la divulgación científica.	Elaboración de tablas, diagramas y narrativas. Revisión y ajustes finales para publicación	Documento estructurado con clasificación de aplicaciones y tendencias de los gemelos digitales en la cadena láctea.	

De esta manera, la metodología adoptada permitió asegurar un proceso riguroso de selección y análisis de la literatura, garantizando que los artículos incluidos fueran pertinentes para responder a la pregunta de investigación. La combinación de criterios de búsqueda, filtrado y categorización posibilitó identificar trabajos relevantes tanto en el plano conceptual como en el aplicado, lo cual constituye la base para el análisis posterior.

## 5. Resultados

### 5.1 Revisión de literatura

A continuación, se presenta el primer análisis, en el que se determinaron las palabras importantes a partir de una primera ecuación de búsqueda basada en la literatura gris. Con estos resultados, se construyó una segunda ecuación de búsqueda utilizando los tesauros seleccionados, lo que permitió analizar los documentos obtenidos

El análisis bibliométrico como uno de los objetivos, consiste en identificar en cuáles son las principales líneas temáticas, las tecnologías asociadas como las tendencias de investigación que giran en torno a la aplicación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos. A partir de esta información, se estableció las palabras importantes que nos permitieron construir la ecuación de búsqueda utilizada en esta revisión sistemática, así como también la

información contenida en el **Apéndice B**: Lista de documento analizados, la cual forma parte de la base metodológica en la que se basa la selección de los documentos que han sido analizados en esta investigación.

El análisis sistemático se identifican tendencias, enfoques y vacíos en la investigación sobre gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos, lo que permite conocer cuál es la situación actual del conocimiento sobre la materia, y constituyendo una base sólida para futuras vías de investigación y aplicación sobre el sector

Por otro lado, Esta revisión de la literatura se lleva a cabo en dos momentos; primero, identificar la revisión preliminar de literatura gris en Google Académico; con el objetivo de identificar los tesauros que sean pertinentes del tema de investigación; para lo cual, se consultó artículos, tesis, actas de congreso y demás documentos.

Segundo, con la información obtenida, se formuló la ecuación de búsqueda y la revisión sistemática de literatura en bases de datos científicas como Scopus. Aplicándose criterios de inclusión y exclusión para determinar los estudios más relevantes y el análisis del estado del arte del tema a investigar en cada momento.

## **5.2 Revisión preliminar**

Con el propósito de identificar los tesauros o términos importante, se llevó a cabo una búsqueda de literatura gris en Google Scholar. La búsqueda se limitó únicamente a tres términos: gemelos digitales, cadena de suministro y producción láctea; revisando la literatura de artículos, tesis, etc. Con la finalidad de identificar palabras importantes y términos asociados que permitan definir una ecuación de búsqueda que se ajuste a la revisión sistemática en bases de datos científicas.

**5.2.1 Criterios de inclusión/exclusión de revisión preliminar**

Con el propósito de asegurar la idoneidad de los términos seleccionados, se utilizarán criterios de inclusión y exclusión en la selección de los documentos existentes en la literatura gris: los criterios de inclusión o exclusión permitirán centrar la búsqueda en las fuentes que aporten información para la formulación de la ecuación de búsqueda de la siguiente fase del estudio.

**Tabla 3.** *Criterios de inclusión/exclusión de revisión preliminar*

<b>Criterios de inclusión/exclusión</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de documento	Se considerarán artículos que cuenten con la calidad de la información y la revisión por pares que garantizan las bases de datos seleccionadas.
Idioma	Se incluyeron documentos en inglés.
Documentos de libre acceso	Documentos que se encuentren de acceso libre, para permitir la lectura de todo el documento.
Relevancia temática	Documentos que tengan relación con gemelo digital, cadena de suministro y producción láctea, con un enfoque en aplicaciones dentro de Ingeniería Industrial, Industria4.0 y transformación digital en procesos productivos.

*Nota.* Descripción de criterios de inclusión/exclusión, en fase de identificación de palabras importantes.

**5.2.2 Tesoros o palabras importantes (Revisión preliminar)**

Se realizó un análisis de literatura gris en la base de datos Google Scholar, utilizando como ecuación de búsqueda los términos "digital twins", "supply chain" y "dairy production". Se seleccionaron 20 documentos más relevantes, asegurando que cumplirán con los criterios de inclusión y exclusión descritos previamente. Para el procesamiento y visualización de los datos, se empleó el software Voyant Toons, lo que permitió analizar la coocurrencia de términos, su relación dentro de la literatura existente con el objetivo de identificación de las palabras importante (Ver **Apéndice A.** Tabla de tesauros).

5.2.2.1 Digital twins

Figura 2. Tesoros para digital twins



Nota. Generada con herramientas de Voyant Tools.

En la Tabla 4, se organizan los tesauros o palabras importantes identificadas en los documentos analizados. Estas palabras se listan en orden ascendente según su frecuencia de aparición y más destacadas, indicando el número de veces que fueron mencionadas dentro de la literatura revisada.

Tabla 4. Tesoros gemelos digitales

Española	Ingles	Frecuencia
Gemelos digitales	<i>Digital twins</i>	7,45%
Inteligencia artificial	<i>Artificial intelligence</i>	6,21%
Internet de las cosas	<i>Internet of things</i>	5,59%
Análisis predictivo	<i>Predictive analytics</i>	4,97%
Modelo dinámico	<i>Dynamic modeling</i>	4,97%
Datos en tiempo real	<i>Real-time data</i>	4,97%
Industria 4.0	<i>Industry 4.0</i>	4,35%
Realidad aumentada	<i>Augmented reality</i>	3,73%
Simulación y modelado	<i>Simulation and modeling</i>	3,73%
Tecnologías emergentes	<i>Emerging technologies</i>	2,48%
Aprendizaje automático	<i>Machine learning</i>	2,48%
Robótica	<i>Robotics</i>	2,48%
Eficiencia operativa	<i>Operational efficiency</i>	1,86%
Capacitación basada en	<i>Scenario-based training</i>	1,24%

escenarios

El término de “Gemelos Digitales”, tiene la máxima frecuencia (7,45 %), lo que pone de muestra su papel central dentro de la temática del objeto de estudio. Se relaciona, con tecnologías emergentes como son: la Inteligencia Artificial (6,21 %), el Internet de las Cosas (5,59 %), el Big Data y el Análisis Predictivo (4,97 %), Donde a través del análisis de coocurrencias de Voyant Tools se identifica las conexiones que han ido surgiendo. Lo que da a entender que los gemelos digitales están asociada a la recogida, al procesamiento y al análisis de datos en el tiempo real.

Por su parte, los términos simulación y modelado (3,73 %), modelo dinámico (4,97 %), datos en tiempo real (4,97 %) revelan la tendencia de hacer uso de estas herramientas monitoreo de procesos y optimización de entornos virtuales y predicciones basadas en los datos.

### 5.2.2.2 Supply chain

**Figura 3.** *Tesaurus cadena de suministro*



*Nota.* Generada con herramientas de Voyant Tools.

En la Tabla 5, se organizan los tesauros identificados en los documentos analizados. Estas palabras importantes han sido extraídas de la literatura revisada y se presentan en orden ascendente de acuerdo con su frecuencia

**Tabla 5.** *Tesoros cadena suministro*

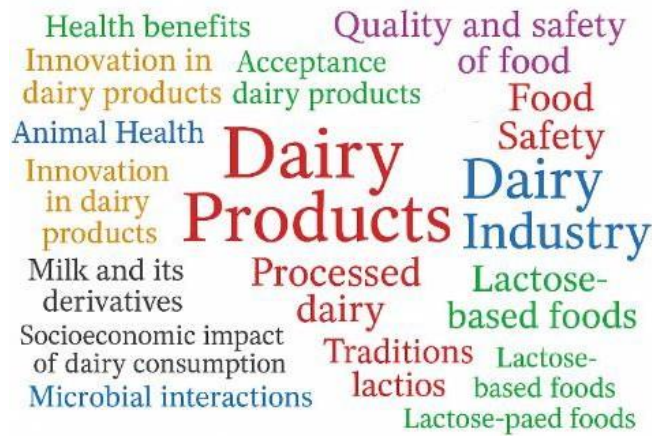
Español	Inglés	Frecuencia
Cadena de suministro	Supply chain	17,12%
Logística	Logistics	16,44%
Abastecimiento	Sourcing	7,53%
Aprendizaje automático	Machine learning	6,85%
Distribución	Distribution	4,11%
Redes de suministro	Supply networks	3,42%
Blockchain / Cadena de bloques	Blockchain	2,74%
Sostenibilidad	Sustainability	2,74%
Inteligencia artificial	Artificial intelligence	2,74%
Calidad y seguridad alimentaria	Food quality and safety	2,05%
Economía circular	Circular economy	1,37%
Colaboración	Collaboration	1,37%
Revisión sistemática	Systematic review	1,37%
Optimización	Optimization	1,37%
Gestión de riesgos	Risk management	1,37%

Se observa que los términos más recurrentes, se relacionan directamente con la gestión de la cadena de suministro y la logística, los cuales registraron los porcentajes más altos: “Cadena de Suministro” (17,12 %) y “Logística” (16,44 %). Estos resultados, evidencian que la literatura reciente enfoca gran parte de sus esfuerzos en la optimización y digitalización de los procesos logísticos, lo cual respalda la importancia de la transformación digital en este ámbito.

Asimismo, conceptos como “Machine Learning” (6,85 %) y “Blockchain” (2,74 %), reflejan la unión de tecnologías orientadas a mejorar la trazabilidad, sostenibilidad y eficiencia de las operaciones.

5.2.2.3 Dairy production

Figura 4. Tesauros producción láctea



Nota. Generada con herramientas de Voyant Tools.

Tabla 6. Tesauros Productos Lácteos

Español	Inglés	Frecuencia
Productos lácteos	Dairy products	6,35%
Seguridad alimentaria	Food safety	4,76%
Leche y derivados	Milk and dairy products	4,76%
Producción lechera	Dairy production	4,76%
Tradiciones lácteas	Dairy traditions	4,76%
Sostenibilidad	Sustainability	4,76%
Industria láctea	Dairy industry	3,17%
Valoración de residuos	Waste recovery	3,17%
Conservación de productos	Product preservation	1,59%
Inteligencia artificial	Artificial intelligence	1,59%
Impacto/percepción de consumo	Consumer impact/perception	1,59%
Lácteos no procesados	Unprocessed dairy products	1,59%
Alimentos lácteos sostenibles	Sustainable dairy foods	1,59%
Beneficios para la salud	Health benefits	1,59%
Percepciones de sabor en lácteos	Taste perceptions in dairy products	1,59%

En la Tabla 6, se observa que, el término “Productos Lácteos” presenta la mayor frecuencia (6,35 %), lo que refleja su relevancia central dentro de los estudios analizados. A su vez, conceptos como “Seguridad Alimentaria” (4,76 %), “leche y derivados” (4,76 %), “producción lechera” (4,76

%) y “tradiciones lácteas” (4,76 %), muestran una alta coocurrencia, lo que sugiere un interés constante en los procesos de producción, transformación y comercialización de los productos del sector.

Por otro lado, la presencia de términos como “sostenibilidad” (4,76 %) e “industria láctea” (3,17 %) evidencia la atención hacia prácticas más responsables y eficientes dentro del ámbito productivo. De igual manera, la aparición de conceptos como “inteligencia artificial”, “impacto del consumo” y “lácteos no procesados” (1,59 % cada uno) demuestra la incorporación progresiva de tecnologías emergentes y enfoques de consumo saludable en las investigaciones recientes.

Este análisis, permite comprender cómo se estructuran los estudios en torno a la producción láctea, identificando tendencias que puedan ser significativas y posibles vacíos de investigación que pueden ser explorados en el marco de la investigación.

Ahora bien, el análisis de literatura gris permitió identificar los principales tesauros en torno a los Gemelos Digitales, Cadena de Suministro y Producción Láctea, mostrando su relación. Asimismo, los Gemelos Digitales se destacan por su unión con tecnologías emergentes como IA, IoT y Big Data, entre otras; fundamentales para la optimización de procesos. Por lo que, para la Cadena de Suministro, se resalta la digitalización y sostenibilidad mediante conceptos como Blockchain y Economía Circular.

Este análisis permite comprender la relación entre estos tres dominios y la importancia de los Gemelos Digitales en la optimización de la Cadena de Suministro de Productos Lácteos. La identificación de estos tesauros proporciona una base sólida para la búsqueda y clasificación de información relevante, facilitando las investigaciones y el desarrollo del presente trabajo.

### 5.3 Análisis Bibliométrico

Para esta segunda etapa, se lleva a cabo una revisión sistemática de literatura en las bases de datos científicas Scopus, debido que, cuenta con documentos de varias disciplinas, incluyendo Ingeniería Industrial la cual es el campo de la presente tesis; con el fin de, identificar estudios relevantes sobre la aplicación de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro de Productos Lácteos. Por lo cual, a partir del análisis previo de palabras importante, se formula una ecuación de búsqueda que permita filtrar los documentos más pertinentes, A continuación, se presenta la tabla 7, con el consolidado de palabras importantes.

**Tabla 7.** Consolidado de Tesoros o palabras importantes

Español	Inglés
Gemelo digital	Digital twin
Inteligencia artificial	Artificial intelligence
Análisis predictivo	Predictive analytics
Modelo dinámico	Dynamic modeling
Internet de las cosas	Internet of things
Realidad aumentada	Augmented reality
Tecnologías emergentes	Emerging technologies
Datos en tiempo real	Real-time data
Simulación y modelado	Simulation and modeling
Industria 4.0	Industry 4.0
Aprendizaje automático	Machine learning
Robótica	Robotics
Capacitación basada en escenarios	Scenario-based training
Eficiencia operativa	Operational efficiency
Gemelo digital	Digital twin
Gestión de la cadena de suministro	Supply chain management
Cadenas de suministro	Supply chains
Aprendizaje automático	Machine learning
Abastecimiento	Supplying
Transformación logística	Logistics transformation
Cadena logística	Logistics chain
Redes de suministro	Supply networks

Logística	Logistics
Calidad y seguridad alimentaria	Food quality and safety
Cadena de bloques	Blockchain
Productos lácteos	Dairy products
Industria láctea	Dairy industry
Calidad y seguridad de los alimentos	Food quality and safety
Producción lechera	Dairy production
Alimentos lácteos	Dairy foods
Leche y sus derivados	Milk and its derivatives
Procesados lácteos	Dairy processing
Sector lácteo	Dairy sector
Tradiciones lácteas	Dairy traditions
Conservación de productos lácteos	Dairy product preservation
Calidad y seguridad alimentaria	Food quality and safety

**5.3.1 Ecuación de búsqueda**

A continuación, se presenta las ecuaciones de búsqueda junto con el número de documentos encontrados en la base de datos Scopus.

**Tabla 8.** Documentos encontrados por ecuación de búsqueda

Ecuación	Resultados/ Número de documentos encontrados
ALL: ("Digital Twin*" OR "Industry 4.0" OR "Predictive Analytics" OR "Artificial Intelligence" OR "Machine Learning" OR "Simulation" OR "Internet of Things" OR "IoT" OR "Emerging Technolog*" OR "Big Data" OR "Dynamic Modeling" OR "Advanced Analytics" OR "Smart Technologies" OR "Digital Transformation" ) AND ( "Supply Chain*" OR "Logistics" OR "Production Systems" OR "Process Optimization" OR "Operations Management" OR "Smart Manufacturing" OR "Supply Chain Management" OR "Food Supply Chain" ) AND ( "Dairy Product*" OR "Dairy Industry" OR "Dairy Production" OR "Dairy Processing" OR "Food Industry" OR "Milk-Based Products" )	865

*Nota.*

Descripción de ecuación de búsqueda.

Los ajustes en las ecuaciones de búsqueda permitieron optimizar la recuperación de documentos al ampliar y refinar los términos importantes. La revisión sistemática muestra que, los Gemelos Digitales juegan un papel importante en la optimización de la cadena de suministro de productos lácteos, mejorando la trazabilidad, sostenibilidad y eficiencia operativa. Su integración con tecnologías como Inteligencia Artificial y Análisis Predictivo permite optimizar procesos logísticos y garantizar la calidad y seguridad alimentaria. Esto confirma su importancia en la transformación digital del sector, impulsando modelos más sostenibles y resilientes.

Por ende, en la Tabla 9, se presenta la descripción de los criterios de inclusión/exclusión de los documentos seleccionados para la revisión de literatura.

### 5.3.2 Criterios de inclusión/exclusión

**Tabla 9.** Criterios de selección de documentos

Criterios de inclusión/exclusión	Descripción
Tipo de documento	Se considerarán artículos debido a la calidad de la información y la revisión por pares que garantizan las bases de datos seleccionadas.
Idioma	Se incluyeron documentos en cualquier idioma
Documentos de libre acceso	Documentos que se encuentren de acceso libre, para permitir la lectura de todo el documento.
Periodo de publicación	Se seleccionaron documentos publicados entre los años 2002 y 2025

*Nota.* Descripción de criterios de inclusión/exclusión para revisión sistemática de los documentos.

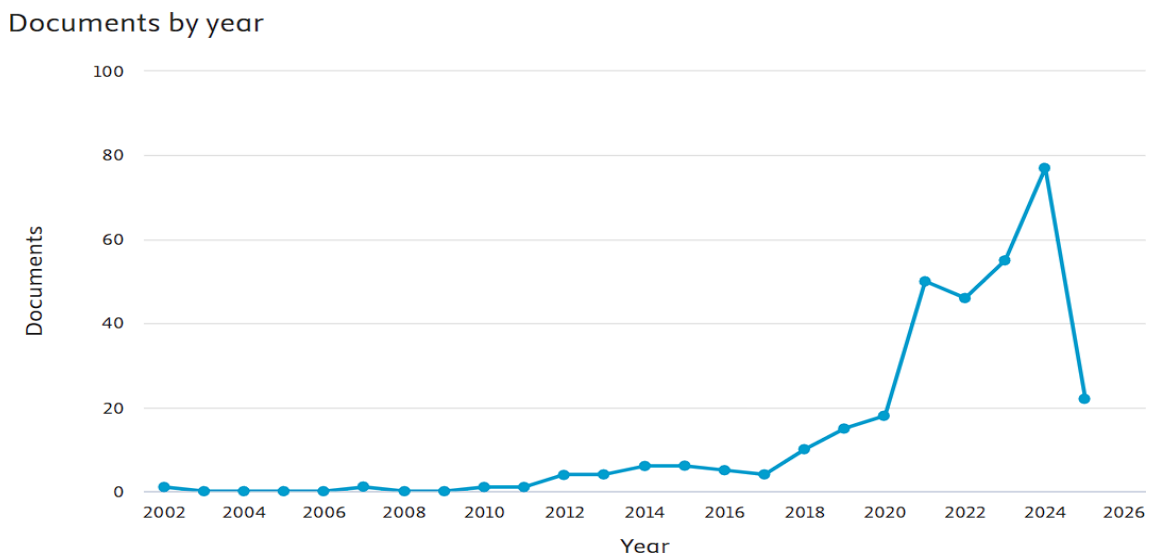
En la base de datos Scopus, se identificó un total de 865 documentos relacionados con la temática de estudio.

**5.3.3 Visualización de resultados bibliométricos**

A continuación, se presentan las gráficas referentes al análisis de resultados de los documentos encontrados y filtrados para la presente revisión de literatura.

**Años de publicación de los documentos**

**Figura 5.** Años de publicación de los documentos



*Nota.* Generada con herramientas de Scopus

En la Figura 5, se observa la evolución del número de documentos publicados entre 2002 y 2025. Durante los primeros años del periodo analizado (2002-2016), la producción académica fue limitada, con al menos 10 publicaciones anuales. A partir de 2017, se empieza a mostrar un aumento, alcanzando un crecimiento a partir de 2020, donde se supera la barrera de las 15 publicaciones anuales.

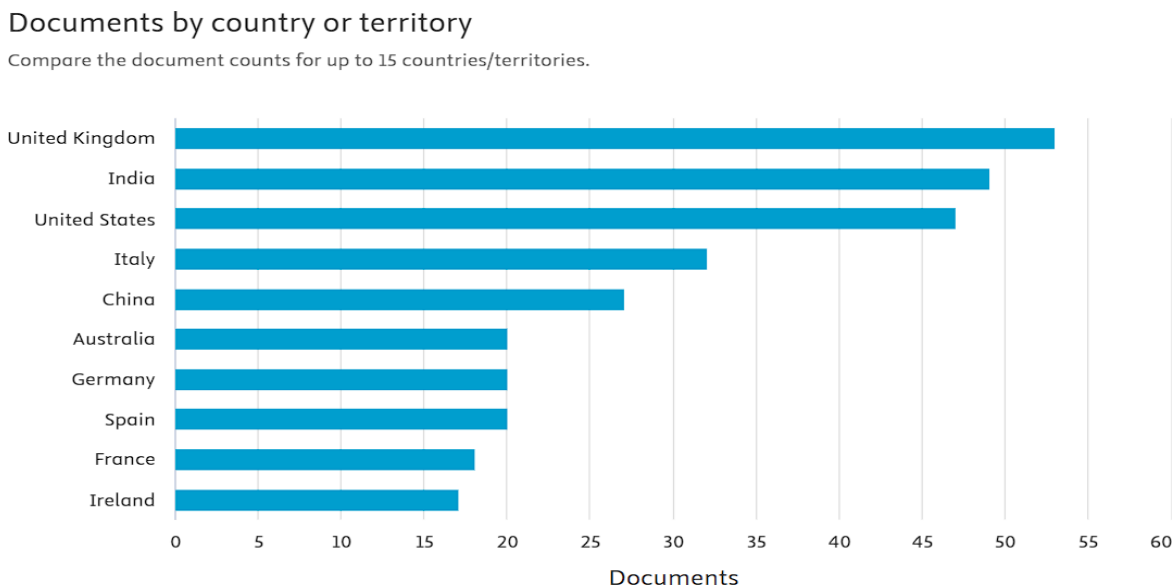
El año 2021, se marca un punto de inflexión con un notable incremento en la cantidad de documentos, que casi se duplica respecto al año anterior. Esta tendencia continúa con un leve descenso en 2022, esto podría ser debido a la contingencia llevada por el COVID 19, seguido de un nuevo repunte en 2023 y un pico máximo en 2024, con más de 75 publicaciones, lo que refleja

un fuerte interés y consolidación del tema en la comunidad científica. La caída en 2025 podría atribuirse a la proximidad del cierre del año, lo que sugiere que aún pueden añadirse nuevos documentos.

Estos resultados indican un campo de investigación en expansión, posiblemente impulsado por avances tecnológicos, nuevas aplicaciones y una mayor financiación de estudios relacionados. La tendencia ascendente en los últimos cinco años resalta la relevancia actual y futura del tema.

***Países de publicación de los documentos***

**Figura 6.** *Países de publicación de los documentos*



*Nota.* Generada con herramientas de Scopus.

En la Figura 6, se muestra la distribución geográfica de los documentos publicados, destacando los países o territorios con mayor producción científica en el tema analizado. El Reino Unido lidera con más de 50 publicaciones, lo que muestra su papel protagónico en el desarrollo e investigación del área. Le siguen muy de cerca India y Estados Unidos, con cifras superiores a 45 documentos cada uno, lo que refleja un fuerte interés y capacidad investigativa en estas regiones, probablemente impulsado por su infraestructura tecnológica y académica.

Italia y China también presentan una participación significativa, con más de 30 y 25 documentos respectivamente. Este posicionamiento sugiere un crecimiento notable de estos países en la investigación aplicada, especialmente en sectores industriales y tecnológicos emergentes.

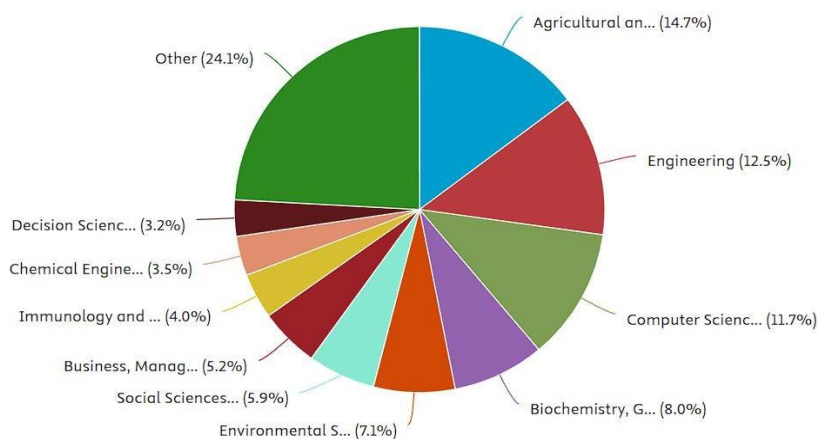
En un segundo grupo, con alrededor de 20 documentos, se encuentran Australia, Alemania y España, lo cual indica una contribución relevante, aunque más moderada. Finalmente, Francia e Irlanda, con cerca de 18 publicaciones, complementan el top 10, mostrando una presencia constante pero menos destacada.

Estos datos muestran una concentración de la producción científica en países con economías desarrolladas o emergentes, lo que podría estar asociado a la disponibilidad de recurso para investigación, así como a políticas públicas que fomentan la innovación tecnológica, infraestructura local, zonas industrializadas y economías. La distribución también sugiere oportunidades de colaboración internacional para ampliar la base de conocimiento y fomentar la transferencia de tecnologías entre regiones.

**Áreas de investigación**

**Figura 7. Áreas de investigación**

Documents by subject area



*Nota.* Generada con herramienta de Scopus.

La Figura 7, se presenta la distribución porcentual de los documentos según las áreas del conocimiento en las que fueron clasificados. Entre las áreas específicas, se destaca el campo de Agricultural and Biological Sciences con el 14,7%, lo que sugiere un enfoque predominante en la aplicación del conocimiento al sector agroalimentario, especialmente relevante en estudios sobre sostenibilidad y producción. Le sigue Engineering (12,5%), que refleja el desarrollo de soluciones técnicas y tecnológicas relacionadas, posiblemente con procesos industriales, automatización o sistemas inteligentes. Asimismo, la Ciencias de la Computación (11,7%) y Bioquímica, Genética y Biología Molecular (8,0%), muestran un interés en el modelamiento digital, los datos biológicos y las herramientas computacionales, como los gemelos digitales, la inteligencia artificial o el análisis genómico.

Entre las otras áreas destacadas se incluyen: Ciencias Ambientales (7,1%), Ciencias Sociales (5,9%) y Administración y Negocios (5,2%), lo que pone de manera notorio el interés por abordar los problemas desde una perspectiva integral que incluya impacto social, económico y ambiental. También, disciplinas como Inmunología y Microbiología (4,0%), Ingeniería Química (3,5%) y Ciencias de la Decisión (3,2%) completan el panorama, aportando un enfoque complementario desde la salud, los procesos químicos y la optimización de decisiones.

Finalmente, la categoría “Other” (Otros), se agrupa el mayor porcentaje (24,1%), lo cual indica una diversidad temática significativa y la transversalidad del objeto de estudio, con aplicaciones que no se restringen a una sola disciplina.

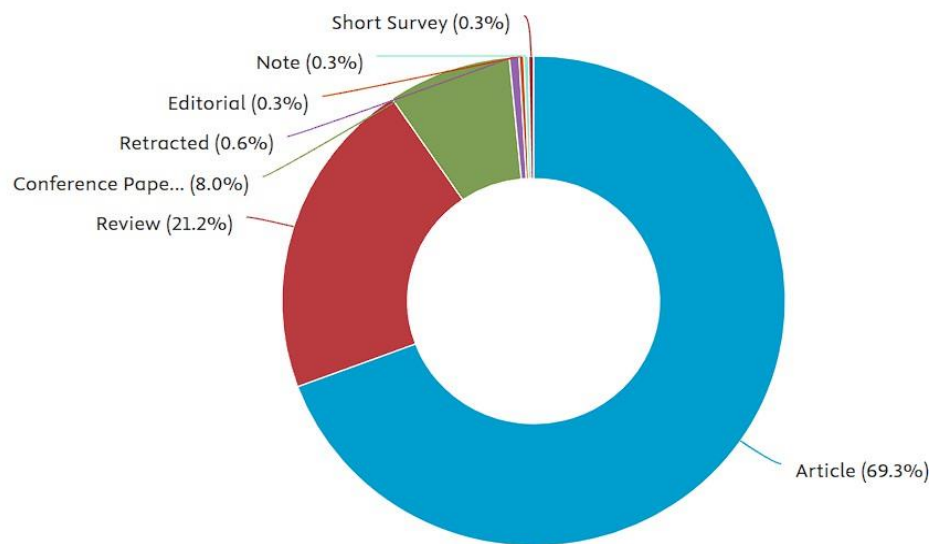
Esta amplia diversidad de temas aborda la naturaleza interdisciplinar del objeto de investigación, favoreciendo la inferencia sobre las posibilidades de ser analizado desde diferentes

enfoques teóricos y metodológicos, favoreciendo así la generación de innovación y el intercambio entre disciplinas.

***Tipos de documentos***

**Figura 8.** *Tipos de documentos*

Documents by type



*Nota.* Generada con herramientas de Scopus.

La Figura 8, se enseña la proporción de documentos según su tipo. La mayoría de documentos corresponde a artículos científicos, con un 69,3%, mostrando así que, la mayor parte de las publicaciones revisadas fueron evaluadas por pares y presentan trabajos de investigación originales. Este tipo de documento, es la base sólida del conocimiento científico, lo que aporta veracidad al análisis que se ha ido construyendo.

En segundo lugar, se encontró las revisiones sistemáticas o de literatura, con un 21,2%, este tipo de documentos permiten identificar tendencias, vacíos de conocimiento y enfoques teóricos consolidados sobre el tema, lo que facilita la construcción de marcos de referencia sólidos, motivando también la construcción de nuevas líneas de investigación.



En la Figura 9, se muestra el análisis de la red palabras importante obtenida en VOSviewer donde permite evaluar la coherencia de los artículos recuperados con la ecuación de búsqueda utilizada. Se observa que "food industry" y "supply chain management" actúan como nodos centrales, conectándose con términos importante como "digital twin", "machine learning", "artificial intelligence" y "blockchain", lo que refleja una fuerte asociación entre la transformación digital de la industria alimentaria y la gestión inteligente de la cadena de suministro. Asimismo, conceptos como "food safety", "sustainability" y "process optimization" refuerzan la importancia de estas tecnologías en la mejora de la eficiencia, la calidad y la trazabilidad en el sector lácteo. En conjunto, esta red muestra una estructura temática alineada con el objetivo de esta investigación: identificar las aplicaciones y beneficios de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos.

#### **5.4 Revisión sistemática de la literatura**

En la era de la transformación digital, la cadena de suministros enfrenta crecientes desafíos relacionados con la trazabilidad, sostenibilidad y eficiencia operativa, y si lo enfocamos a una línea del mercado como lo es la industria láctea, por su naturaleza perecedera de sus productos, enfrenta mayores exigencias regulatorias y del mercado (Morales-Rodríguez, 2018). De esta manera, los gemelos digitales emergen como herramientas tecnológicas que permite crear réplicas virtuales de sistemas físicos para simular, predecir y mejorar su comportamiento en tiempo real (Jox, 2024).

Sin embargo, a pesar del creciente interés en este tema, existen falencias en información relacionada a tecnologías en la cadena de suministro láctea, limitando la comprensión de sus beneficios, desafíos y potencial para optimizar procesos y garantizar la calidad alimentaria (Halder, 2025), (Artavia, 2024)]. Por ello, esta investigación se plantea caracterizar las aplicaciones y beneficios de los gemelos digitales en este sector, mediante una revisión sistemática

de artículos científicos, que permite facilita la comprensión del estado actual del tema, proporcionando una base para futuras investigaciones y aplicaciones en el sector.

**5.4.1 Caracterización de la literatura en áreas de aplicación de la literatura**

A partir de la información anterior, se identificaron las áreas más repetidas y relevantes en los documentos seleccionados. Con el fin, de organizar estos hallazgos, se presentan las principales categorías temáticas, acompañadas de los autores que las han abordado y el número de artículos vinculados a cada una. Este ejercicio, clasifica el estado actual del conocimiento sobre la implementación de gemelos digitales y tecnologías asociadas en la cadena de suministro láctea, sino que también constituye un punto de partida para comprender las tendencias investigativas que predominan en el campo.

**Tabla 10.** Categorización de la revisión de literatura.

<b>Categoría</b>	<b>Autores del artículo</b>	<b>No. de artículos</b>
Transformación digital	(Malik M. G., 2022), (Kamble, 2020), (Panetto, 2020), (Ivanov, 2019), (Kamilaris, 2019), (Vasavi Dadi, 2021), (Ramirez-Asis, 2023), (Halder, 2025), (Jox, 2024), (Varavallo G. C.-P., 2022), (Burke N. Z., 2021) y (Chudasama R. D., 2017) y (Sinha, 2023).	13
Tecnología en la Cadena Láctea	(Marques T. C., 2024), (Kadri, 2024) , (Szpicer, 2025), (Reiner, 2013), (Pahariya, 2024) y (Serrano-Torres, 2025)	6
Implementación, beneficios y desafíos	(Lysova, 2025), (Malik M. G., 2022), (Animals, 2025), (Nikolakis, 2022), (Kumar R. &., 2023), (Huang, 2024), (G.J.S.-T., 2025), (Lysova, 2025), (Malik M. G., 2022), (Vikranta, 2025), (Sreevathsan S. B., 2023), (Ravichandran M. N., 2020) y (Bhalerao, Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain, 2019).	13
Desarrollo económico, políticas y ambiental.	(Hassoun A. L., 2023), (Malik M. G., 2023), (Marques T. C., 2024), (Halder, 2025), (Vikranta, 2025), (Khanna A. J., 2022) y (Zakeri A. S., 2018)	7
Percepciones de los agricultores y	(Halder, 2025), (Bár, 2023), (Bhalerao, Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain, 2019) y (Varavallo G. C.-P.,	4

Categoría	Autores del artículo	No. de artículos
trabajadores	2022)	
Datos para la transformación	(Halder, 2025), (Lysova, 2025), (Malik M. G., 2022), (Javadi, 2024), (Animals, 2025). (Kumar U. &, 2024) (González-Hernández, 2024) y (Fang, 2021)	8
Ejemplos de aplicación	(Hassoun A. D., 2024), (Asrol, 2023), (Gyanesh Kumar Sinha, 2023), (Cruz Introini, 2018), (Nukapeyi, 2024), (Bár, 2023), (Kumar U. &, 2024), (Nukapeyi, 2024), (Anandan, 2025). (Gyanesh Kumar Sinha, 2023). (Mehta, 2023) y (Konstantinidis F. B., 2023)	12
Áreas de aplicación	(Malik M. G., 2022) y (Ramanathan, 2023)	2
Caso de estudio	(Djekic I. P.-D., 2020), (Zhang Y. X., 2019), (Fuentes E. B.-Y., 2016). (Ghorbani A. e., 2023), (Khan, 2022), (Nicolakis, 2022), (Lochan, 2022), (Jachimczyk, 2021), (Pranesh Saisridhar, 2021), (Nasir, 2023) y (Abbasian, 2025),	12
Perspectivas futuras	(Tsiamas, simulation-based decision support system to improve the resilience of the food supply chain., 2021), (Zakeri A. S., 2018), (Yan W. J., 2015), (Malik M. G., 2022), (Nukapeyi, 2024) y (Ghorbani A. F., 2024).	6

Como ya se mencionó anteriormente, la revisión sistemática se consideró un total de 63 artículos científicos. La Tabla 10, se concluye que, en primer lugar, la fuerte presencia de trabajos en transformación digital e implementación (41.2% en conjunto), muestra que la atención académica está orientada hacia la comprensión de cómo los gemelos digitales y tecnologías asociadas (como IoT, blockchain o inteligencia artificial) se incorporan en los sistemas productivos y logísticos, así como los desafíos técnicos y organizacionales que esto implica. Del mismo modo, la alta proporción de ejemplos de aplicación y casos de estudio (38% combinados) confirma que la investigación busca validar empíricamente estas tecnologías en contextos concretos, lo que aporta muestra práctica para la industria. Por otro lado, categorías como datos para la

transformación (12.7%) y desarrollo económico, político y ambiental (11.1%) aparecen en menor proporción; lo cual, sugiere que aún se requieren más estudios que aborden las bases normativas, socioeconómicas y de gobernanza necesarias para garantizar una adopción sostenible. Finalmente, categorías como tecnología en la cadena láctea y perspectivas futuras (9.5% cada una), muestran líneas emergentes que podrían ganar protagonismo en los próximos años, mientras que percepciones de agricultores y trabajadores (6.3%) y áreas de aplicación (3.2%) resultados revisados vacíos significativos que limitan la comprensión integral del tema.

Además, se observa que la mayoría de las publicaciones corresponden a los últimos cinco años, con un notable incremento entre 2020 y 2023, lo que refleja el auge del paradigma de la Industria 4.0 y el creciente interés por fortalecer la trazabilidad, la resiliencia y la sostenibilidad en la cadena de suministro láctea

#### ***5.4.2 Estado actual de las aplicaciones de los gemelos digitales en la industria láctea***

##### **5.4.2.1 Transformación digital**

La transformación digital en la cadena de suministro láctea se ha consolidado como un eje estratégico para mejorar la trazabilidad, optimizar procesos y responder a la demanda de sostenibilidad. Un ejemplo, es la plataforma implementada en Italia para la producción del queso “Fontina DOP”, que mediante Algorand blockchain, IoT y aplicaciones web, permitió registrar todas las fases productivas y garantizar transparencia y confianza entre más de 700 productores, con un menor impacto ambiental (Varavallo G. C.-P., 2022). A la par, la introducción de tecnologías de control de calidad como la “Citometría de Flujo” (Bentley Bactocount©), la espectroscopía FTIR o los métodos modernos de análisis microbiológico (*Petrifilm*<sup>TM</sup>); ha demostrado agilizar tiempos de respuesta y reducir costos frente a los métodos tradicionales, fortaleciendo la seguridad alimentaria (Burke N. Z., 2021).

En este mismo sentido, plataformas integradas como el “*Dairy Analysis and Prediction System*” (*DAPS*), digitalizan la comunicación entre distribuidores, fabricantes y minoristas; lo que facilita la coordinación logística, el control de inventarios y la predicción de la demanda. Estas soluciones reflejan que la digitalización no solo mejora la eficiencia, sino que también responde a presiones de (Malik M. G., 2022). A nivel empresarial, organizaciones como “AMUL” y “DANONE”, han adoptado gemelos digitales junto con IoT, Blockchain y/o analítica avanzada, con el objetivo de controlar la calidad, optimizar procesos y reducir desperdicios; asimismo, la idea es integrar la logística inteligente para disminuir la huella de carbono (Sinha, 2023). Asimismo, (Halder, 2025), indica que los gemelos digitales permiten prevenir fallos, reducir costos y fortalecer la confianza del consumidor mediante trazabilidad en tiempo real.

Por otro lado, tecnologías como Blockchain, RFID e inteligencia artificial se han posicionado como herramientas importantes en la gestión de inventarios y trazabilidad, mientras que el aprendizaje automático y el análisis de datos permiten planificar con mayor precisión la producción. Sin embargo, se advierte que las pymes empresas enfrentan barreras económicas y técnicas que limitan su adopción, a diferencia de grandes compañías, que con mayor respaldo financiero (Ramirez-Asis, 2023). En este sentido, (Kamble, 2020) y (Panetto, 2020), destacan que la digitalización agrícola contribuye a la sostenibilidad y flexibilidad de capacidad, mientras que (Kamilaris, 2019), resalta que, los blockchain reduce trámites y garantiza autenticidad de los productos. Finalmente, como señala (Jox, 2024), la implementación de gemelos digitales en la gestión de datos en tiempo real permite anticipar desviaciones de calidad, optimizar la logística y reforzar la competitividad.

La literatura revisada coincide que, la transformación digital del sector lácteo gira en torno a tres ejes centrales: (i) trazabilidad y transparencia mediante blockchain, IoT y gemelos digitales;

(ii) optimización de procesos con tecnologías de control y análisis avanzado; y (iii) sostenibilidad y competitividad en un contexto de alta presión regulatoria y de mercado. Por otra parte, el reto principal sigue siendo la limitada capacidad de adopción en pymes y la necesidad de marcos normativos que acompañen esta transición tecnológica.

#### **5.4.2.1 Tecnología en la cadena láctea**

Uno de los riesgos dentro de la cadena de suministro de productos lácteos, es la contaminación por patógenos o residuos químicos, lo que ha impulsado la implementación de mecanismos y herramientas de modelado predictivo como “DMfit” y “GInaFiT,”, donde permiten simular el comportamiento microbiano, y anticipar riesgos bajo distintas condiciones. Asimismo, se integra a procesos de evaluación de riesgos y exposición, facilitan la toma de decisiones informadas y aplicar estrategias de mitigación donde incluyen: higiene optimizada, control de temperaturas y monitoreo continuo. Por lo cual, se fortalece la seguridad y la calidad de los productos, protegiendo la salud pública a lo largo de toda la cadena logística láctea (Pahariya, 2024).

(Reiner, 2013), menciona que los procesos logísticos en establecimientos pequeños y/o pymes, realizan tareas manuales, lo que incrementa los costos operativos y los errores humanos. Mediante metodologías como el “Análisis de Envoltorio de Datos” (DEA) y la simulación de procesos; se concluye que, una mejor planificación y organización puede reducir pérdidas asociadas a inventario y garantizar mayor disponibilidad de productos.

Asimismo, la digitalización y automatización se unen como elementos para aumentar la eficiencia y mejorar la experiencia del consumidor. Además, (Serrano-Torres, 2025), señala que las tecnologías de IA no solo optimizan la toma de decisiones estratégicas, sino que también,

permiten una planificación al anticipar variaciones en la demanda y en la producción. De este mercado vinculadas con sostenibilidad y competitividad (Chudasama R. D., 2017); manera, la IA facilita la gestión de recursos, prediciendo los niveles de materia prima y ajustar los niveles de producción, promoviendo un uso eficiente y sostenible de los insumos.

(Szpicer, 2025), menciona que la “Dinámica de Fluidos Computacional” (CFD), se ha convertido en una herramienta para la optimización de procesos en la industria alimentaria. El uso de “CFD”, contribuye a mantener la calidad de los animales, al mismo tiempo que mejora el control de la temperatura durante la producción, envasado y almacenamiento. Perimiendo mejora su capacidad para detectar desviaciones en tiempo real.

#### **5.4.2.1 Implementación, beneficios y desafíos**

Estas herramientas permiten representar virtualmente los activos como: animales, tanques de almacenamiento o líneas de procesamiento, entre otras; donde se alimentan de datos en tiempo real obtenidos mediante sensores como sistemas IoT y plataformas digitales. Lo que permite anticipar desviaciones y mitigar riesgos de contaminación. Por ende, los gemelos digitales no solo aseguran el producto, sino que también, refuerzan la trazabilidad, la transparencia y el cumplimiento normativo, consolidándose como un eje para acceder a mercados más exigentes y fortalecer la confianza del consumidor (Sreevathsan S. B., 2023).

Asimismo, la literatura resalta que los beneficios se destacan por mejor la eficiencia operativa gracias a la reducción de costos y tiempos mediante la optimización de procesos (Lysova, 2025). También, resalta el incremento de la trazabilidad y la transparencia, facilitado la integración de Blockchain e IoT, donde ofrecen registros en tiempo real de las condiciones de cada lote, lo que

agiliza la toma de decisiones y reduce riesgos de fraude (Bhalerao, Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain, 2019). A su vez, tecnologías como los modelos predictivos de “SARIMA” y “Simulaciones de Monte Carlo”, optimizan la logística y la planificación del transporte, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorando la sostenibilidad económica (Ravichandran M. N., 2020). Estas herramientas, permiten anticipar la demanda, ajustar rutas y evitar faltantes (Malik M. G., 2022); (Kumar R. &., 2023).

El autor Malik (2022) indica que los altos costos de implementación y mantenimiento limitan la adopción de esta tecnología por parte de pequeñas empresas, las cuales carecen con frecuencia del capital y el personal especializado necesario. A este desafío se suma la complejidad en la integración de datos, identificada por Animals (2025), la cual surge de la existencia de diferentes estándares y formatos que dificultan la interoperabilidad entre sistemas.

Este obstáculo también se relaciona con la falta de capacitación y resistencia cultural frente a la digitalización (Huang, 2024). Asimismo, la digitalización conlleva retos regulatorios y de ciberseguridad, ya que, la información sensible puede ser vulnerable a ataques, y en algunos países la legislación no se encuentra adaptada a estas tecnologías (Malik M. G., 2022) y (Nikolakis, 2022).

Distintos estudios proponen soluciones como; fomentar la colaboración entre actores de la cadena (productores, distribuidores, investigadores y empresas tecnológicas), permitiendo compartir costos y riesgos, al mismo tiempo que, se desarrollan estándares comunes para la gestión de datos (Animals, 2025); (Huang, 2024). Por otro lado, se avanza hacia arquitecturas modulares de gemelos digitales permitiría una integración más ágil de nuevas tecnologías y algoritmos de aprendizaje automático, permitiendo mejor la adaptación de los sistemas (Nikolakis, 2022).

Por lo cual, los acontecimientos como, brotes de enfermedades o desastres naturales resulta ser importantes para un sistema capaz de anticipar y gestionar crisis; donde se complementan las tecnologías con programas de formación en prácticas higiénicas y de procesamiento seguro (Vikranta, 2025).

Por ende, la implementación de tecnologías digitales en la industria láctea ofrece beneficios en eficiencia, seguridad y competitividad; sin embargo, su éxito depende de superar barreras económicas, culturales y técnicas que aún persisten.

#### **5.4.2.2 Desarrollo económico, políticas y ambiental.**

La transformación digital no solo tiene un impacto tecnológico, sino también social, económico, operativo y ambiental. En esta línea, (Khanna A. J., 2022), clasifica los beneficios en cuatro dimensiones: la social, vinculada a la reducción de riesgos sanitarios y fraudes; la económica, reflejada en la optimización de la producción según la demanda y el aumento de ingresos; la operativa, con procesos más rápidos, menos papeleo y mejor coordinación entre actores; y la sostenibilidad, lograda mediante la disposición segura de lotes contaminados y la reducción de desperdicios y emisiones. Estos beneficios, se reflejan también en el manejo proactivo de la calidad de la leche, pues el monitoreo con sensores IoT disminuye rechazos en las plantas procesadoras, lo que repercute directamente en los ingresos de agricultores y transportadores. En este sentido, (Zakeri A. S., 2018), señala que el cumplimiento de normativas internacionales, como las de la “Unión Europea” y “Food Standards Australia New Zealand”, no solo asegura la calidad sanitaria, sino que además impacta positivamente en la rentabilidad de toda la cadena.

Ahora bien, el desarrollo de políticas específicas es indispensable para garantizar una implementación ética y segura de tecnologías como gemelos digitales, IoT e inteligencia artificial. (Halder, 2025), subraya la necesidad de abordar aspectos críticos como la ciberseguridad y la protección de datos, además de fomentar estándares que permitan la interoperabilidad entre sistemas. Asimismo, (Marques T. C., 2024) recomienda que los países deberían propiciar la implementación de tecnologías mediante subsidios y/o programas de formación, para no permitir que las grandes empresas se beneficien de dichas innovaciones, generando desigualdades respecto a los pequeños productores. A la vez, deberían tener como objetivo la promoción del bienestar animal, la estimulación de la investigación y el fortalecimiento de la competitividad del sector.

Es importante mencionar que, tecnologías como Blockchain, aportan transparencia y seguridad alimentaria, al permitir la trazabilidad de los productos desde la granja hasta el consumidor final, fortaleciendo así la confianza en el sector (Malik M. G., 2023). Por lo cual, (Hassoun A. L., 2023), menciona que la “Industria 4.0” impulsa tanto la rentabilidad como la sostenibilidad, ya que la automatización y el análisis de datos permiten decisiones más eficientes en el uso de recursos como agua y energía, reduciendo costos y la huella ambiental.

Asimismo, las regulaciones internacionales reflejan notables desigualdades. Por ejemplo, (Vikranta, 2025) menciona que, mientras países como Japón cuentan con leyes estrictas de higiene y seguridad alimentaria, otras regiones con menores ingresos enfrentan limitaciones para aplicar normativas debido a carencias en infraestructura y capacidad institucional. Por lo cual, esta diversidad demuestra que la adaptación de políticas debe considerar las condiciones locales, al tiempo que se fomenta la cooperación internacional y el intercambio de experiencias para elevar los estándares de seguridad a nivel global.

### 5.4.2.3 Percepciones de los agricultores y trabajadores.

La opinión de los agricultores y trabajadores frente a la digitalización reflejan entusiasmo y preocupación. Debido a muchos reconocen que estas tecnologías representan herramientas valiosas para mejorar la eficiencia y aumentar la productividad, ya que, permiten un monitoreo más preciso de las condiciones de producción y optimizan el uso de recursos. Asimismo, esta visión, está vinculada con la expectativa de que los sistemas digitales faciliten procesos más ágiles y transparentes en la cadena láctea. Sin embargo, como menciona (Halder, 2025), persisten dudas importantes relacionadas con la falta de capacitación para su uso, así como los elevados costos de inversión inicial y los riesgos de pérdida de empleos por la automatización. Por ende, se suma la inquietud sobre la seguridad y privacidad de los datos, lo que genera resistencia entre algunos actores. Asimismo, se plantea la necesidad de acompañar la innovación con programas de formación y marcos regulatorios claros, que garanticen un equilibrio entre beneficios tecnológicos y justicia social. Así como, la colaboración entre los distintos actores se convierte en un factor determinante para potenciar la aceptación y el éxito de estas tecnologías.

El “Digital Product Passport”, surge como una herramienta importante al ofrecer una plataforma común donde productores, procesadores, distribuidores y minoristas pueden compartir información crítica en tiempo real. Según (Bár, 2023), esta relación no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que también favorece la transparencia, fortalece la confianza entre los participantes y promueve un enfoque colectivo hacia la calidad y la sostenibilidad.

Por lo cual, la unión entre actores permite resolver problemas de forma conjunta, implementar mejores prácticas y adaptarse con mayor rapidez a las demandas del mercado. De

este modo, las percepciones de agricultores y trabajadores, junto con la colaboración en red, configuran un escenario en el que la innovación tecnológica puede integrarse de manera más inclusiva y efectiva en el sector lácteo.

#### **5.4.2.4 Datos para la transformación.**

La unión de IoT y Blockchain, permiten registrar en tiempo real variables como temperatura y ubicación; garantizando la transparencia y seguridad de los datos. Esta combinación, evita fraudes, facilita la trazabilidad y habilita contratos inteligentes que automatizan procesos, fortaleciendo la confianza entre productores y consumidores (Fang, 2021). Por lo cual, estas herramientas han mostrado resultados concretos como (Halder, 2025) reporta que se generó una reducción del 18% en ineficiencias logísticas, mientras que (Lysova, 2025), señala disminuciones del 25% en tiempos de entrega y del 20% en costos de almacenamiento gracias al análisis en tiempo real.

A pesar de los avances, persisten retos asociados con la separación de plataformas y la falta de compatibilidad. El “Dairy Brain Coordinated Innovation Network”, advierte que la ausencia de estándares comunes limita la integración de los datos recolectados, por sensores y sistemas de gestión, dificultando la toma de decisiones a lo largo de la cadena (Animals, 2025). Por ende, (Malik M. G., 2022), identifica que los enfoques actuales, basados en modelos matemáticos (56%) y técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático (44%) requieren superar la complejidad de los algoritmos y la falta de capacitación en la fuerza laboral.

Estudios recientes enfatizan la necesidad de factores críticos de éxito, entre ellos, el compromiso de la alta dirección, el soporte financiero, la infraestructura tecnológica, la capacitación continua y la colaboración entre actores de la cadena (Kumar U. &, 2024).

Asimismo, (Javadi, 2024), reporta que el uso de IoT y redes neuronales para planificar la producción puede aumentar los ingresos en un 10 - 15% y las ganancias en un 13 - 18%, al reducir desperdicios y mejorar la frescura de los productos.

La literatura también destaca, la situación de las pequeñas unidades de producción, que enfrentan limitaciones de escala, infraestructura y costos de transporte. Por otra parte, (González-Hernández, 2024), indica que, la unión de tecnologías como sistemas de monitoreo de salud animal y circuitos cortos de comercialización puede mejorar su sostenibilidad y competitividad, fortaleciendo la economía local. Así, los datos para la transformación revelan que la digitalización no solo aporta eficiencia y trazabilidad, sino que también ofrece oportunidades de inclusión para pequeños productores si se acompaña de políticas de apoyo y capacitación.

#### **5.4.2.5 Ejemplos de aplicación**

Un caso real, es el uso del “Pasaporte Digital de Producto”, en un queso de exportación, donde cada activo de la cadena, está representado mediante gemelos digitales bajo el marco “RAMI 4.0”, lo que asegura trazabilidad completa y cumplimiento normativo internacional (Bär, 2023). Asimismo, iniciativas como la plataforma “Milk Pit”, refuerzan la confianza entre productores y consumidores mediante dispositivos IoT que analizan la calidad de la leche en tiempo real, además de interfaces locales que garantizan inclusión tecnológica (Anandan, 2025). Estas experiencias muestran cómo la digitalización fortalece tanto la calidad como la transparencia en mercados globales y locales.

La literatura también indica que, avances en la automatización industrial, como el sistema de visión artificial e IA para la detección de vasos de yogur en líneas de producción. Con arquitecturas de “Deep Learning” como “YOLO v5.0” y “Mask R-CNN”, se alcanzaron

precisiones superiores al 99%, reduciendo tiempos y errores en procesos de envasado (Konstantinidis F. K., Automating dairy production lines with the yoghurt cups recognition and detection process in the Industry 4.0 era, 2022). De manera complementaria, la implementación de sensores inteligentes, “RFID”, Códigos QR y paneles de control permite monitoreo en tiempo real, optimización de inventarios y decisiones de aprovisionamiento más informadas, lo que incrementa la eficiencia operativa y la seguridad alimentaria (Hassoun A. D., 2024), (Asrol, 2023), (Cruz Introini, 2018), (Gyanesh Kumar Sinha, 2023).

Por otra parte, se han desarrollado plataformas digitales para pequeñas sociedades lecheras, como en India, donde un portal basado en “Azure MLOps”, conecta agricultores, procesadores y transportistas. Mediante modelos predictivos de demanda, donde se mejora la planificación, la logística y se reducen desperdicios (Mehta, 2023). A nivel estructural, estudios con métodos como “EFA” y “TISM”, han identificado hasta dieciocho factores críticos de éxito en la digitalización de la cadena láctea, destacando el papel central del compromiso de la alta dirección y el apoyo financiero como impulsores importantes de transformación (Kumar U. &, 2024).

Tecnologías emergentes como Blockchain, IoT y Machine Learning, han mostrado gran potencial para combatir problemas de adulteración y garantizar la calidad. El sistema "Milk Chain", por ejemplo, combina estas herramientas para detectar fraudes y mejorar la trazabilidad, logrando precisiones de hasta 100% en la predicción de calidad mediante algoritmos como “CatBoost” (Nukapeyi, 2024). Asimismo, plataformas como "NUTRIA", en Suiza usan códigos Qr para reforzar la transparencia, demostrando que la trazabilidad digital no solo mejora la confianza del consumidor, sino que también aporta ventajas competitivas, especialmente para pymes que buscan posicionarse en mercados exigentes (Bár, 2023).

#### **5.4.2.6 Áreas de aplicación**

La literatura menciona que las técnicas de optimización se han convertido en un eje en la cadena de suministro láctea, ya que permiten intervenir de manera efectiva en fases críticas como la producción, el procesamiento, la gestión de inventarios y la distribución (Ramanathan, 2023); (Malik M. G., 2023). **Producción:** Los modelos matemáticos apoyan la programación y el uso eficiente de recursos, lo que permite mejorar los niveles de productividad y a reducir desperdicios. **Procesamiento:** las técnicas de Machine Learning, facilitan la optimización de variables críticas como la temperatura, el tiempo de pasteurización y/o la composición de la leche. Al analizar grandes volúmenes de datos, los algoritmos permiten ajustar los parámetros en tiempo real, garantizando no solo la seguridad alimentaria, sino también la calidad sensorial y nutricional del producto final. **Gestión de inventarios:** contribuye a mantener los niveles adecuados de stock, minimizando costos de almacenamiento y evitando tanto la sobreproducción como el desabastecimiento. **Distribución:** permiten optimizar rutas, disminuyendo los tiempos de entrega y los costos de transporte. Por lo cual, cobra especial relevancia en productos lácteos, cuya vida útil es limitada y exige rapidez y precisión en la entrega para asegurar frescura y competitividad.

#### **5.4.2.7 Caso de estudio**

La literatura ha demostrado cómo la aplicación de tecnologías digitales fortalece la cadena de suministro, en distintos contextos. Un ejemplo, es la evaluación de la exposición de la población en Serbia a la “Aflatoxina M1” (AFM1), donde el uso de métodos analíticos como “ELISA” y “Simulaciones Monte Carlo”, permitió identificar riesgos en salud pública, donde se debió colocar puntos críticos de control para reforzar la seguridad alimentaria en toda la cadena (Djekic I. P.-D., 2020). Asimismo, se ha destacado el potencial de integrar Blockchain e IoT para registrar datos

del ganado, calidad de la leche, procesamiento y transporte, asegurando transparencia, segmentación de precios y confianza del consumidor (Zhang H. L., 2025).

En escenarios de pequeña escala, el modelo “DairyPlant” en Perú permitió a procesadores analizar diferentes portafolios de productos y sistemas de pago basados en la calidad de la leche, promoviendo incentivos para mejorar la producción y optimizar la rentabilidad (Fuentes E. B.-Y., 2015). Igualmente, ocurre en India, donde plataformas digitales soportadas en modelos predictivos como “SARIMA”, han demostrado gran precisión en la planificación de la producción y distribución, ayudado a la sostenibilidad económica de pequeños agricultores (Mehta, 2023). Estos casos resaltan, cómo la digitalización puede adaptarse tanto a contextos con recursos limitados como a cadenas más complejas.

La automatización y la digitalización industrial también se reflejan en iniciativas como la incorporación de robots colaborativos en el empaquetado mixto de productos, lo que incrementa eficiencia y reduce errores (Nikolakis, 2022), o en la evaluación integral del rendimiento de sucursales en Irán mediante métricas de agilidad, sostenibilidad e Industria 4.0, mejorando la precisión de la gestión frente a mercados dinámicos (Ghorbani A. e., 2023). Por lo cual, se suma la implementación de “Modelos de Cadena de Suministro Digital” basados en IoT, que han demostrado mejorar la visibilidad, reducir la huella de carbono y garantizar la compatibilidad y operabilidad de sistemas en la industria láctea (Jachimczyk, 2021)

Por último, la literatura destaca la importancia de la resiliencia y la gestión de riesgos. Ejemplos como el marco “RFSC”, aplicado a la industria láctea del Reino Unido, resultados revisados cómo simular escenarios de cierre de carreteras o escasez de insumos ayuda a diseñar estrategias de mitigación (Pranesh Saisridhar, 2021). Del mismo modo, se han modelado pérdidas millonarias derivadas de interrupciones como incendios o paradas de producción, proponiendo

aumentar inventarios y optimizar la logística como medidas preventivas (Lochan, 2022). En conjunto, estos casos muestran que la combinación de tecnologías digitales, metodologías de simulación y marcos de resiliencia ofrece herramientas prácticas y replicables para enfrentar los desafíos

Perspectivas futuras

La capacidad de adaptación de estas herramientas ha sido un desafío frente a los impactos del cambio climático, eventos inesperados como la pandemia de COVID-19 y la creciente presión social y ambiental. Asimismo, la literatura se menciona que, el futuro debe orientarse hacia la integración de tecnologías de la “Industria 4.0” y la “Manufactura Digital”, como la IoT, Blockchain y los Gemelos Digitales; donde permitan realizar seguimiento en tiempo real, recolección de datos y simulaciones predictivas para anticipar eventos. Estas herramientas, ofrecen una mayor visibilidad y conectividad en la cadena (Tsiamas, 2021), (Malik M. G., 2022).

Asimismo, los desarrollos actuales apuntan hacia un sistema de alerta temprana y herramientas inteligentes para la gestión predictiva. Un ejemplo que se encuentra en la literatura es el de (Zakeri A. S., 2018), indica que estas tecnologías permiten a los productores recibir notificaciones inmediatas ante riesgos de deterioro de la leche, o la herramienta “PAT”, diseñadas para predecir rendimientos lecheros a partir de datos de sensores y algoritmos de Machine Learning, asimismo muestran el potencial de soluciones capaces de mejorar la planificación de producción, la logística y la toma de decisiones estratégicas (Yan W. J., 2015). Estas innovaciones, no solo buscan aumentar la eficiencia, sino también reducir pérdidas y asegurar productos de mayor calidad en toda la cadena.

Por otra parte, se espera un fortalecimiento de estrategias colaborativas y de evaluación continua que integren métricas de sostenibilidad, agilidad y digitalización. Asimismo, estudios recientes, subrayan la necesidad de medir el desempeño de cada rama de la cadena, de donde se

incorporen indicadores ambientales y sociales que respondan a la naturaleza sensible de los productos lácteos (Ghorbani A. e., 2023).

En este sentido, propuestas como “Milk Chain”, que combina IoT, Blockchain y Machine Learning con algoritmos como “CatBoost”, hpermitiendo alcanzar predicciones de calidad de hasta el 100%, estas herramientas representan una vía prometedora para combatir la falsificación, garantizar la transparencia y empoderar a los productores en mercados altamente competitivos (Nukapeyi, 2024). Por lo que, esta información indica que en el futuro de la cadena de suministro láctea estará marcado por una digitalización más robusta, mayor trazabilidad y el desarrollo de sistemas inteligentes que fortalezcan tanto la competitividad como la confianza del consumidor.

#### ***5.4.3 Clasificación de aplicaciones de gemelos digitales en la cadena de suministro láctea***

Estas tecnologías están transformando el sector lácteo y, al organizar las aplicaciones, es posible analizar con mayor precisión su impacto en la eficiencia operativa, el control de calidad, y la competitividad.

##### **5.4.3.1 Áreas de aplicación y tendencias tecnológicas**

Los gemelos digitales, junto con otras tecnologías digitales, cumplen funciones específicas en cada fase. Por lo que, identificar y organizar estas aplicaciones permite comprender cómo los gemelos digitales, al integrar información proveniente de sensores, inteligencia artificial, Blockchain y sistemas de simulación, contribuyen a mejorar la trazabilidad, optimizar procesos y garantizar productos de calidad. Este enfoque, facilita el análisis de su impacto, mostrando su potencial como herramienta de innovación y muestra cómo benefician tanto a grandes industrias como a pequeños productores. Asimismo, orienta la toma de decisiones y la inversión en tecnológicas que respondan a los retos actuales y futuros de la cadena de suministro.

### 5.4.3.2 Trazabilidad

La trazabilidad en la cadena de suministro láctea, permite registrar de forma completa y confiable el historial de un producto desde su origen hasta el consumidor final. Asegurando, la autenticidad, calidad y seguridad alimentaria; a la vez que, facilita el cumplimiento normativo y mejora la confianza al consumidor. Por lo que, tecnologías como Blockchain y Gemelos Digitales permiten crear registros digitales en tiempo real para todos los actores de la cadena.

Por ejemplo, el “Digital Product Passport” (DPP), utiliza el estándar “Asset Administration Shell” dentro del marco “RAMI 4.0”, para integrar datos desde la alimentación del ganado hasta la logística y procesos de maduración, siendo especialmente útil para la exportación de quesos (Bár, 2023). Asimismo, es el proyecto “Milk Pit”, donde sus sensores IoT y una App Móvil permiten a los productores monitorear la calidad de la leche en tiempo real y compartirla con consumidores, impulsando la transparencia y la inclusión (Nukapeyi, 2024). Además, plataformas que integran Blockchain con bases de datos como “MySQL”, verifican la autenticidad mediante códigos QR garantizando un registro seguro y una trazabilidad ambientalmente sostenible, como la implementación en la cadena láctea del queso Fontina en Italia (Varavallo G. C.-P., 2022).

Otras industrias, utilizan Blockchain para asegurar la trazabilidad, pagos y calidad en la cadena de producción de india, donde se combinando IoT, para la contratación inteligentes y Machine Learning para la detención de alteraciones y optimizar logística (Bhalerao, 2019), (Y. Zhang, 2019).

### 5.4.3.3 Automatización y control de calidad

La automatización en el control de calidad mejora la uniformidad y seguridad de los productos lácteos mediante la aplicación de inteligencia artificial y visión por computadora. Estos métodos permiten la inspección rápida y precisa como en envases en líneas productivas, detectan defectos, contaminaciones o errores en etiquetados, y garantizan el mantenimiento de estándares estrictos.

La investigación de (Konstantinidis F. B., 2023), comenta que en un sistema inteligente que emplea un modelo de aprendizaje profundo, como “YOLO v5.0” y “Mask R-CNN”, se automatizó la línea de producción permitiendo identificar y detectar vasos de yogur. Estas tecnologías de visión artificial mejoran el control de calidad, permiten la detección rápida de defectos y optimizan el empaque, permitiendo reforzar la trazabilidad en tiempo real dentro del ejemplo de la Industria 4.0. Igualmente, (Burke N. Z., 2021), señala la incorporación de herramientas analíticas modernas, como la espectroscopía infrarroja medio (FTIR) y la citometría de flujo, que ofrecen resultados rápidos y precisos en el análisis químico de la leche y sus derivados.

Este tipo de aplicaciones han demostrado superar la rapidez y fiabilidad de los métodos tradicionales, contribuyendo a decisiones más informadas y a la optimización de procesos productivos. Por lo que, el aporte de la inteligencia artificial se muestra en el uso del algoritmo como “CatBoost”, el cual, alcanza una precisión del 99.69%, para la calidad de la leche y, al integrarse con Blockchain en el sistema “Milk Chain”, garantiza la transparencia y la trazabilidad de los datos, generando alertas en tiempo real y asegurando la confiabilidad de las predicciones (Nukapeyi, 2024).

En conjunto, estos avances reflejan cómo la automatización y el control, apoyados en tecnologías emergentes, potencian la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad de la industria láctea.

#### **5.4.3.4 Logística y predicción**

La logística y la predicción adecuada de la demanda son esenciales para ajustar la producción, maximizar la eficiencia operativa y reducir costos y desperdicios. Por lo cual, se utilizan modelos estadísticos y algoritmos avanzados para anticipar las necesidades reales del mercado y optimizar rutas de distribución, favoreciendo también la sostenibilidad ambiental debido a la reducción de emisiones.

Un ejemplo, es el uso del modelo “SARIMA” (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average), donde se implementa plataformas digitales que integran a los agricultores, cooperativas, procesadores y transportistas (P. Yogesh Mehta, 2023), (Malik M. G., 2022). Este enfoque, facilita capturar patrones y tendencias de consumo a partir de datos históricos; lo que permite, generar predicciones precisas sobre la demanda semanal de leche. Dichas predicciones, no solo facilitan la planificación de la producción, sino que también reducen desperdicios por sobreproducción y evitan la escasez en épocas de alta demanda. Asimismo, la combinación de plataformas web y aplicaciones móviles fortalece la transparencia en los contratos, pagos y notificaciones en tiempo real, lo que promueve una mayor coordinación entre actores y refuerza la sostenibilidad económica de los pequeños productores. En este sentido, “SARIMA” muestra cómo el análisis estadístico predictivo que puede convertirse en la base de ecosistemas digitales más integrados, donde los gemelos digitales encuentran un espacio para modelar escenarios dinámicos y apoyar decisiones en entornos complejos.

Asimismo, la simulación digital ha demostrado ser una herramienta para optimizar la logística y evaluar la resiliencia de la cadena de suministro láctea (Ravichandran M. N., 2020), donde se utiliza el software “Arena” para modelar un prototipo digital de la cadena, lo que permite representar con detalle las etapas desde la recolección en granjas hasta la entrega final a los consumidores. Por su parte, (Tsiamas, 2021) emplea la herramienta “WITNESS”, donde ofrece funciones avanzadas como la evaluación de eventos; por otro lado, el análisis de escenarios como “qué pasaría si” y la generación de planes de “recuperación optimizados”. Por lo que, ambas investigaciones coinciden en que la simulación digital reduce costos operativos, optimiza rutas de transporte y contribuye a la sostenibilidad del sistema al anticipar posibles contingencias antes de su implementación física. En el marco de los gemelos digitales, estas aplicaciones representan un paso hacia la construcción de réplicas virtuales de la cadena de suministro capaces de predecir el impacto de decisiones estratégicas en tiempo real.

El potencial de la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT), también se refleja en la optimización de la cadena láctea. (Marques T. M., 2024), expone el uso de redes neuronales y técnicas de aprendizaje profundo que permiten monitorear la calidad del producto y detectar anomalías en el ganado, apoyando así intervenciones preventivas que mejoran la productividad. De igual forma, los sensores IoT recopilan información sobre condiciones ambientales y productivas en tiempo real, mientras que Blockchain, asegura la trazabilidad y transparencia de cada transacción a lo largo de la cadena. Los algoritmos de optimización, como “Ant Colony Optimization” y “Tabu Search”, se aplican en la planificación logística y la gestión de inventarios, contribuyendo a reducir costos, minimizar el impacto ambiental y mejorando la eficiencia del transporte. De esta manera, la IA y el IoT se integran con los gemelos digitales para

generar modelos de predicción más robustos, que no solo reflejan la realidad del sistema, sino que también proponen mejoras proactivas en su desempeño.

#### **5.4.3.5 Apoyo a la toma de decisiones y simulación operativa**

El apoyo a la toma de decisiones permite transformar grandes volúmenes de datos en información útil para la gestión estratégica y operativa. A través de, herramientas de simulación, modelos predictivos y plataformas digitales los distintos actores de la cadena (productores hasta minoristas) pueden anticipar escenarios, evaluar riesgos y optimizar procesos, lo que refuerza la sostenibilidad y la competitividad del sector. En este sentido, la toma de decisiones ya no depende únicamente de la experiencia, sino que, se sustenta en análisis sistemáticos basados en datos confiables y en tiempo real.

Ravichandra y Tsiamas, destacan el valor de la simulación digital como medio para representar y evaluar procesos logísticos complejos. Herramientas como “Arena” y “WITNESS”, permiten modelar cada etapa de la cadena, desde la recolección de leche en granjas hasta la distribución final, incluyendo la variabilidad operativa y los riesgos asociados a interrupciones. Con ello, es posible realizar análisis de escenarios “qué pasaría si”, anticipar problemas y generar planes de recuperación optimizados que ajusten la asignación de recursos, la programación de la producción y la distribución. Por lo que, ambas investigaciones coinciden en que la simulación digital no solo contribuye a la reducción de costos y la optimización de rutas, sino que también fortalece la resiliencia de la cadena de suministro, aportando bases sólidas para la toma de decisiones estratégicas (Ravichandran M. N., 2020), (Tsiamas, 2021).

En un enfoque más adaptado a pequeños productores (Fuentes E. B.-Y., 2015), desarrolla “DairyPlant”, una herramienta de fácil acceso basada en hojas de cálculo, diseñada para apoyar a

plantas procesadoras de pequeña escala en la planificación operativa y económica. A través de, la recopilación de datos sobre volúmenes de leche, composición química, costos de producción y rendimientos de procesamiento, esta herramienta permite simular distintos escenarios productivos y financieros. De esta manera, los gestores pueden evaluar beneficios económicos, diseñar portafolios de productos y establecer sistemas de pago que incentiven la calidad de la leche. Este tipo de soluciones muestra que incluso en entornos con limitaciones tecnológicas, es posible aplicar herramientas digitales para mejorar la eficiencia y la relación entre productores y procesadores.

Por su parte, Chudasama, da a conocer a “DAPS” (Dairy Analysis and Prediction System), una plataforma integral que digitaliza el manejo de órdenes y la comunicación entre minoristas, distribuidores y fabricantes, (Chudasama R. D., 2019). Por medio de aplicaciones móviles y portales web, el sistema registra y gestiona pedidos en tiempo real, asimismo, mantiene inventarios actualizados y permite analizar tendencias de consumo. Para ello, integra tecnologías de Big Data como “Hadoop” y algoritmos de Machine Learning como “K-Means”; los cuales, facilitan la identificación de patrones y previsiones estratégicas. Este enfoque, muestra cómo la digitalización de procesos tradicionalmente manuales puede transformar la toma de decisiones en la industria láctea, favoreciendo tanto la coordinación de la cadena como la satisfacción del consumidor final.

#### **5.4.3.6 Gestión de riesgos y sostenibilidad**

La gestión de riesgos y la sostenibilidad, cuenta con factores como la variabilidad en la producción, la vulnerabilidad a contaminantes y la necesidad de mantener la calidad a lo largo de toda la cadena; estas demandan soluciones tecnológicas avanzadas. Por lo que, los gemelos digitales, apoyados en tecnologías de monitoreo, inteligencia artificial y simulación, permiten

anticipar amenazas, minimizar pérdidas y asegurar tanto la seguridad alimentaria como la eficiencia operativa. De este modo, la gestión de riesgos deja de ser un proceso vulnerable y se convierte en una estrategia proactiva que fortalece la resiliencia del sector lácteo.

Por ejemplo, Zakeri (2028) menciona que el Internet de las Cosas (IoT), constituye una de las tecnologías más prometedoras para la gestión de riesgos en la cadena láctea, pues mediante sensores instalados en tanques de almacenamiento y equipos de transporte se obtiene información en tiempo real, sobre parámetros críticos como la temperatura y el nivel de la leche. Estos datos, son fundamentales para prevenir el crecimiento bacteriano y asegurar la frescura del producto, especialmente en etapas sensibles como el ordeño, el almacenamiento y la distribución.

Por lo que, se suman dispositivos “RFID”, para rastrear el proceso de ordeño y redes de sensores inalámbricos, que monitorizan el comportamiento y la salud del ganado, lo que permite generar alertas sobre alimentación o partos, anticipándose a problemas que podrían impactar la calidad del producto final. Donde, toda esta información es procesada en plataformas de Big Data que, apoyadas en algoritmos de aprendizaje automático, identifican patrones y desviaciones que podrían comprometer la seguridad alimentaria, ofreciendo una gestión proactiva en lugar de reactiva.

Asimismo, (Marques T. M., 2024), profundiza en el papel de la Inteligencia Artificial (IA) para fortalecer la sostenibilidad de la industria láctea. Por otro lado, las “Redes Neuronales Artificiales” (ANN), permiten analizar grandes volúmenes de datos para detectar anomalías en la calidad de la leche, lo que ayuda a cumplir con estándares sanitarios y a evitar pérdidas económicas por productos defectuosos. Asimismo, el Machine Learning (ML) se utiliza en la predicción de la demanda y en la gestión de inventarios, ajustando la producción a las tendencias reales de consumo

y reduciendo así tanto el desperdicio como los costos operativos. Marqués, también resalta la integración con Blockchain, que asegura la trazabilidad de los productos desde la granja hasta el consumidor final, fortaleciendo la confianza del mercado y facilitando el cumplimiento normativo. Además, la optimización integral de la logística mediante simulaciones de Algoritmos como el “Ant Colony Optimization” (ACO) y el “Tabu Search”, que incluyen variables de consumo energético y emisiones de gases ofrece rutas y flotas más sostenibles, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental.

Por otro lado, para evaluar riesgos de contaminantes, estudios han aplicado modelos probabilísticos “Monte Carlo”, combinando análisis de concentración de toxinas, datos de consumo y características demográficas. Así, se ha analizado la exposición a aflatoxina “M1” en productos lácteos, brindando insumos para políticas de control y mitigación (Djekic I. P.-D., 2020).

#### **5.4.3.7 Personalización y monitoreo de animales**

La personalización y el monitoreo es la capacidad de adaptar los procesos productivos a las condiciones específicas de cada agricultor, garantizando así un seguimiento en tiempo real de la calidad de la leche. Este enfoque, no solo busca optimizar la eficiencia operativa, sino también fomentar la transparencia y la confianza entre productores y consumidores, al proporcionar información precisa y accesible sobre el estado del producto en cada etapa del proceso. En este sentido, los gemelos digitales se convierten en el soporte tecnológico que permite conectar datos de múltiples fuentes desde sensores en la granja hasta plataformas móviles para mejorar la trazabilidad y asegurar la calidad final.

(Nukapeyi, 2024), plantea la plataforma “Milk Pit”, como un caso destacado de innovación. Por lo que, esta solución combina sensores IoT con aplicaciones móviles que permiten medir parámetros de la leche, como el contenido de grasa y proteínas y, generar alertas inmediatas cuando se detectan anomalías. Para ello, se suma un diseño inclusivo, que facilita el acceso a pequeños productores al estar disponible en idiomas locales, como el tamil. Igualmente, otras iniciativas como “Milk Chain”, integran el algoritmo “CatBoost”, utilizan un método avanzado de boosting de árboles de decisión, junto con Blockchain, para garantizar la trazabilidad individualizada. Este enfoque, permite validar la información registrada, reducir riesgos de manipulación y emitir alertas en tiempo real sobre desviaciones en la calidad o en la salud de los animales, reforzando así la seguridad alimentaria en toda la cadena.

El uso de algoritmos avanzados, en el monitoreo también se muestra en modelos como “Random Forest”, que permiten procesar múltiples variables categóricas y ambientales relacionadas con la calidad del producto. Al integrarlos con plataformas digitales, se optimiza la clasificación y predicción de la leche según diferentes atributos, Por ende, se mejora la capacidad de personalizar la gestión productiva en cada granja. En este sentido, la combinación de “CatBoost”, “Random Forest” e IoT no solo optimiza la precisión en la predicción de calidad, sino que también incrementa la eficiencia operativa y la confiabilidad de los sistemas de trazabilidad digital.

Asimismo, (Marques T. M., 2024), destaca que el Machine Learning (ML) y el Deep Learning (DL), amplían el potencial del monitoreo al permitir el análisis de grandes volúmenes de datos históricos y no estructurados. Por ejemplo, las “Redes Neuronales Artificiales” (ANN), pueden detectar anomalías en la calidad de la leche, mientras que el Deep Learning, se aplica a

videos e imágenes facilita el control del comportamiento del ganado; posibilitando intervenciones preventivas.

#### **5.4.3.8 Colaboración e integración.**

Según (Bär, Un enfoque de pasaporte digital de productos compatible con la industria 4.0 para lograr la trazabilidad de productos lácteos, 2023), la digitalización abre oportunidades especialmente para las empresas PYMES, donde gracias a herramientas como el “Digital Product Passport”, pueden demostrar el origen y la calidad diferenciada de sus productos, lo que les otorga ventajas competitivas frente a grandes industrias. Por otra parte, este beneficio depende de la colaboración activa entre los actores de la cadena (granjas, transporte, industrias lácteas, exportadores e importadores), ya que el intercambio de información en tiempo real, requiere sistemas interoperables y comunicación estandarizada. En este sentido, marcos como el “Asset Administration Shell” (AAS) y el “RAMI 4.0” son importantes, al traducir los datos de cada activo físico o digital a un formato universal que facilita la trazabilidad total, la optimización de procesos y la rápida respuesta ante incidentes.

(Sreevathsan B. D., 2023), destaca que la visión por computadora, las técnicas espectroscópicas (NIR y FTIR) y los biosensores permiten verificar automáticamente parámetros visuales, químicos y microbiológicos de la leche y sus derivados, reduciendo riesgos de adulteración y fortalecer la confianza del consumidor. Por lo que, cuando se combinan con plataformas digitales estandarizadas, garantizan que los datos fluyan de manera transparente desde el productor hasta el distribuidor, integrándose de manera directa en los gemelos digitales.

Igualmente, (Khanna A. J., 2022), plantea una plataforma habilitada con Blockchain, que articula trazabilidad, contratos inteligentes e IoT bajo un sistema seguro. Por lo que, esta solución,

se organiza en etapas que incluyen desde la captura de datos en granja hasta la consulta final por parte del consumidor mediante códigos QR.

Asimismo, el uso de modelos predictivos como “SARIMA”, refuerza la integración entre los actores de la cadena. (P. Yogesh Mehta, 2023), Muestra que estas herramientas, aplicadas en portales digitales que conectan a agricultores, cooperativas y transportistas, mejoran la coordinación en áreas como contratos, pagos y logística, reduciendo desperdicios y asegurando entregas oportunas. Por lo que, se confirma que la colaboración no es únicamente tecnológica, sino también organizacional, al promover la transparencia y confianza entre los participantes de la cadena láctea.

**5.4.4 Tabla de clasificación de aplicaciones**

A continuación, se presenta la **Tabla 11**, donde se agrupa las principales áreas de aplicación de los gemelos digitales y las tecnologías digitales complementarias en la cadena de suministro de productos lácteos. En este sentido, los gemelos digitales se consolidan como eje articulador, al integrar información proveniente de sensores, blockchain, inteligencia artificial y simulación dentro de una representación virtual del sistema. De esta forma, cada área descrita puede entenderse como una aplicación directa o potencial de gemelos digitales, complementada con tecnologías asociadas que amplifican su alcance y beneficios

**Tabla 11.** *Clasificación de Aplicaciones Tecnológicas en la Cadena de Suministro Láctea*

Área / Aplicación	Tecnología Principal	Ejemplo Destacado	Beneficio	Referencia
Trazabilidad	Gemelos digitales + Blockchain	Digital Product Passport, integra datos desde la alimentación del ganado hasta la distribución final, y proyecto Milk Pit, cuenta con	réplica digital del sistema, confianza y trazabilidad real	(Bár, 2023), (Nukapeyi, 2024), (Varavallo G. C.-P., 2022), (Bhalerao, 2019).

			sensores IoT y app móvil para monitoreo en tiempo real.		
Automatización y control	Gemelos digitales + IA + Visión por computadora	Sistemas con modelos Deep Learning (YOLO v5.0 y Mask R-CNN), para detección y segmentación precisa de envases; además, técnicas espectroscópicas y biosensores para adulteración.	Calidad, eficiencia y simulación virtual		(Konstantinidis F. B., 2023), (Burke N. Z., 2021), (Nukapeyi, 2024).
Optimización y predicción	Gemelos digitales + Machine Learning + IoT	Portal digital que usa modelo SARIMA, para predicción de demanda en pequeñas sociedades lecheras, optimización de rutas con algoritmos como Ant Colony Optimization y Tabu Search.	Escenarios dinámicos, eficiencia y reducción de costos		(P. Yogesh Mehta, 2023), (Malik M. G., 2022), (Ravichandran M. N., 2020), (Tsiamas, 2021), (Marques T. M., 2024).
Apoyo a la toma de decisiones	Simulación digital + análisis predictivo	Simuladores Arena y Witness, para modelar cadena logística; DairyPlant, para simulación económica en pequeñas plantas; sistema DAPS, con Machine Learning para predicción de ventas.	Adaptabilidad y planificación		(Ravichandran M. N., 2020), (Tsiamas, 2021), (Fuentes E. B.-Y., 2015), (Chudasama R. D., 2019).
Gestión de riesgos y sostenibilidad	Machine Learning + IoT + Blockchain	Sistemas con alertas tempranas de condiciones en almacenaje; análisis probabilístico Monte Carlo para exposición a toxinas; optimización logística para reducir consumo energético.	Reducción de riesgos		(Zakeri A. S., 2018), (Djekic I. P.-D., 2020), (Marques T. M., 2024).
Personalización y monitoreo	IA + Gemelo digital	Uso del algoritmo CatBoost, para predecir calidad y reproducción; integración con Blockchain en plataformas tipo Milk Chain para trazabilidad y alertas en tiempo real.	Mejoras en producción y calidad		(Nukapeyi, 2024), (Marques T. M., 2024)

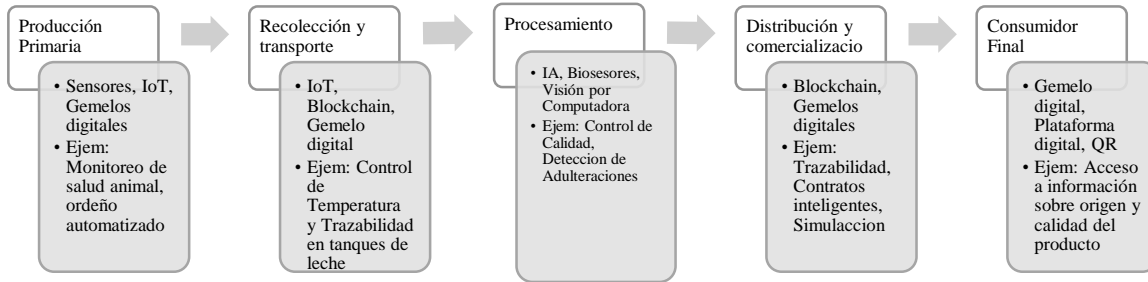
Colaboración e integración	Asset Administration Shell (AAS) + RAMI 4.0 + Plataformas interoperables	Uso de Digital Product Passport y Milk Pit para conexión y comunicación multilaterales entre actores en tiempo real con apps multilingües y contratos inteligentes Blockchain.	Coordinación y competitividad	(Bär, Un enfoque de pasaporte digital de productos compatible con la industria 4.0 para lograr la trazabilidad de productos lácteos, 2023), (Sreevathsan B. D., 2023), (Khanna A. J., 2022), (P. Yogesh Mehta, 2023).
----------------------------	--------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

**5.4.5 Diagrama de aplicación de tecnologías digitales en la cadena de suministro láctea**

En la Figura 10, se representa las principales etapas de la cadena de suministro láctea y cómo se integran las tecnologías digitales para optimizar cada proceso. A partir de sensores e IoT en la producción primaria, pasando por sistemas de control y visión en el procesamiento, hasta soluciones de trazabilidad basadas en blockchain y plataformas de acceso al consumidor, el esquema permite visualizar el flujo de información y los puntos en que los gemelos digitales articulan datos, modelos y decisiones. Este esquema, permite visualizar de forma sencilla la interacción entre las diferentes herramientas tecnológicas y su aporte a la trazabilidad, la eficiencia y la transparencia en el sector lácteo.

**Figura 10.** Diagrama de la línea de producción



A continuación, se describe cada fase:

### 5.4.5.1 Producción primaria

En esta fase, se sitúan los sensores y dispositivos IoT instalados en tanques, collares o estaciones de ordeño. Estos sensores, registran variables críticas: temperatura del tanque, volumen, pH, conductividad, parámetros fisiológicos del animal (actividad, temperatura corporal) y datos ambientales (humedad, temperatura ambiente). La información puede procesarse en el borde (Edge Computing), para generar alertas inmediatas y luego sincronizarse con la nube para análisis histórico. Por lo tanto, los gemelos digitales modelan el comportamiento de los activos (tanques, animales, equipos), permitiendo simular escenarios de fallas en refrigeración o brotes sanitarios y recomendando acciones preventivas (Zakeri A. S., 2018); (Nukapeyi, 2024). Además, el uso de RFID y registros de ordeño facilita la trazabilidad individual desde el origen del lote.

Actores: productores, cooperativas, técnicos de campo, proveedores de IoT y veterinarios.

### 5.4.5.2 Recolección y transporte

En esta etapa, se integran IoT en vehículos, sensores de temperatura en cisternas y sistemas de geolocalización (GPS). Los gemelos digitales, del transporte permiten simular rutas, tiempos de entrega y condiciones de carga; además, los Blockchain puede registrar cada evento de la cadena

de frío para garantizar inmutabilidad y trazabilidad final (Varavallo G. C.-P., 2022). La interoperabilidad, entre el sistema en la granja y la telemetría del camión es importante: si un sensor detecta un aumento de temperatura, el gemelo del lote y el del vehículo actualizan el estado y generan alertas a transportista y planta receptora.

Actores: transportistas, centros de acopio, operadores logísticos y autoridades sanitarias.

### **5.4.5.3 Procesamiento**

Para esta fase, se tiene en cuenta las plantas, donde se aplican tecnologías de control de calidad automatizado: visión por computador para detección de defectos físicos (Konstantinidis F. B., 2023), biosensores y técnicas espectroscópicas (FTIR/NIR) para análisis composicional (Sreevathsan B. D., 2023). Los gemelos digitales de líneas de producción permiten simular cuellos de botella, testar cambios en parámetros de proceso (temperatura, tiempos), y predecir impacto en rendimiento y seguridad alimentaria. Además, algoritmos de IA (CatBoost, Random Forest, ANN) analizan los flujos de datos para clasificar lotes, estimar calidad y disparar decisiones automáticas (rechazo, reprocesado o etiquetado especial) (Marques T. M., 2024); (Nukapeyi, 2024).

Actores: plantas procesadoras, laboratorios de control, ingeniería de procesos.

### **5.4.5.4 Distribución y comercialización**

Aquí se confluyen los contratos inteligentes, plataformas de comercio y redes blockchain que validan la integridad del historial del producto (Khanna A. J., 2022). Los gemelos digitales, agregan la visión sistémica: combinan trazabilidad del lote, predicciones de demanda y estado de inventarios para optimizar asignaciones y promociones. La digitalización facilita también la

automatización de pagos y certificaciones mediante “Smart Contracts”, reduciendo fricciones comerciales y tiempos administrativos.

Actores: distribuidores, minoristas, plataformas logísticas, certificadoras.

#### **5.4.5.5 Consumidor final**

Por último, en el extremo de la cadena, el consumidor puede acceder a la historia del producto mediante códigos QR o plataformas públicas que muestran el “Digital Product Passport” (RAMI/AAS), donde permite dar datos de calidad y certificaciones (Bár, 2023); (Varavallo G. C.-P., 2022). Los gemelos digitales, alimentan esa visualización con datos verificados (sensores + blockchain + análisis), lo que incrementa la confianza y permite diferenciación de producto (p. ej. sostenibilidad, origen alimentario).

La figura 10, pone en muestra que la integración de gemelos digitales con IoT, blockchain, IA, entre otras, no es una suma de tecnologías aisladas, sino un ecosistema interconectado que transforma la gestión de la cadena láctea. Al detallar cada etapa, se aprecia cómo los datos recorren y retroalimentan el sistema, posibilitando decisiones más rápidas, trazabilidad verificable y modelos de negocio más sostenibles. Por tanto, la efectividad de este esquema depende tanto de la madurez tecnológica como de acuerdos organizacionales (estándares, gobernanza y capacitación) que permitan a todos los actores beneficiarse de la digitalización.

## **6. Sugerencias y futuras investigaciones**

A partir de los hallazgos obtenidos, se sugiere reforzar las investigaciones en temas como las aplicaciones de tecnologías emergentes tales como la IA, IoT y Blockchain, integradas con los gemelos digitales; con el objetivo, de mejorar la trazabilidad y eficiencia de la cadena de suministro láctea. Asimismo, es necesario que futuras estudios incluyan estudios de caso prácticos que permitan medir el impacto real de estas tecnologías, como en la reducción de desperdicios, la mejora de procesos logísticos y el aseguramiento de la calidad del producto. Asimismo, el desarrollo de modelos predictivos que utilicen datos en tiempo real. Permitiendo, facilitar la toma de decisiones estratégicas en distintos eslabones de la cadena.

Además, el desarrollo de estudios orientados a evaluar la adopción de los gemelos digitales en pequeñas y medianas empresas del sector lácteo colombiano, identificando las barreras económicas, técnicas y culturales que pueden limitar su implementación. De esta manera, se contribuiría a generar estrategias más inclusivas y adaptadas al contexto nacional.

En conclusión, esta investigación demuestra el potencial de los gemelos digitales para impulsar una cadena de suministro láctea más eficiente y sostenible. No obstante, su aplicación requiere la articulación entre el sector académico, empresarial y gubernamental, con el fin de convertir los avances teóricos en soluciones prácticas que fortalezcan la competitividad del sector.

## 6 Discusiones

Los resultados de la revisión muestran que los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos se aplican principalmente en tres líneas: optimización de procesos bajo enfoques Lean; mejora de la calidad y reducción de defectos mediante arquitecturas Dairy 4.0; y fortalecimiento de la trazabilidad y autenticidad a través de blockchain y tecnologías de sensorización. Estos hallazgos dialogan con los antecedentes que plantean la transformación digital como un habilitador de la resiliencia y la competitividad en las cadenas de suministro (Massari, 2025), aunque en el caso lácteo se observa un énfasis particular en la seguridad y la reducción del desperdicio dada la naturaleza perecedera del producto.

La literatura sobre gemelos digitales en otros sectores destaca su capacidad de integración con tecnologías emergentes como inteligencia artificial, big data y visión artificial para mejorar la toma de decisiones (Iranshahi, 2025). En relación, los estudios analizados en el ámbito lácteo resultados revisados que la combinación de gemelos digitales con TIC y sistemas de visión permite anticipar defectos y apoyar esquemas de cero defectos (Konstantinidis F. B., 2023). Asimismo, las aplicaciones de Blockchain en la cadena láctea (Barge, 2023) ratifican las tendencias señaladas por (Baladraf, 2025) en la cadena de frío alimentaria, donde la integración de trazabilidad digital incrementa la confianza del consumidor y reduce pérdidas.

De este modo, los resultados confirman que, aunque la adopción de gemelos digitales en el sector lácteo se encuentra en etapas iniciales, su unión con tecnologías complementarias ofrece soluciones concretas a problemas críticos de calidad, seguridad y competitividad. Por lo que, persisten desafíos relacionados con la madurez de la tecnológica, los costos de implementación y la necesidad de normativas, en línea con las barreras identificadas por (Hasani, 2025). Estos

aspectos constituyen áreas de investigación futura para validar los beneficios y superar los obstáculos que limitan la consolidación de gemelos digitales en la cadena de suministro láctea.

## 7 Conclusión

El estudio muestra que los gemelos digitales, apoyados por tecnologías como inteligencia artificial, visión artificial, blockchain, big data, entre otras, ofrecen alternativas para optimizar la eficiencia, trazabilidad, seguridad y calidad en la cadena de suministro láctea. Asimismo, entre las contribuciones novedosas se destacan la identificación de tres líneas principales de aplicación: Primero, la optimización de procesos bajo enfoques Lean, Segundo, la mejora de la calidad y la reducción de defectos a través de arquitecturas Dairy 4.0; Tercero, el fortalecimiento de la trazabilidad y autenticidad mediante blockchain y sensorización. Estas líneas, muestran que, aunque inicial, la adopción de gemelos digitales en el sector lácteo responde a necesidades críticas de los productos perecederos y abre un campo prometedor de innovación tecnológica en la industria alimentaria.

Por otra parte, el estudio reconoce como limitaciones la escasez de investigaciones aplicadas directamente en cadenas lácteas. En consecuencia, futuras investigaciones deberían enfocarse en validar los beneficios de los gemelos digitales en contextos reales de la industria láctea, explorar modelos de adopción viables para pymes y analizar la madurez tecnológica y económica de estas soluciones. Para ello, se podrán superar los retos actuales y consolidar el potencial transformador de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos.

La categorización de la literatura permitió reconocer que, aunque existe un volumen creciente de investigaciones sobre gemelos digitales en distintos sectores industriales, los estudios aplicados específicamente a la cadena de suministro de productos lácteos son aún limitados. El proceso de selección y clasificación facilitó identificar un conjunto de trabajos relevantes que no solo abordan los gemelos digitales desde una perspectiva conceptual y tecnológica, sino que también los vinculan con tecnologías habilitadoras como inteligencia artificial, blockchain, big

data y visión artificial. Esta revisión confirma la existencia de una brecha de investigación en el sector lácteo, lo que justifica la pertinencia del presente estudio y resalta la necesidad de profundizar en aplicaciones concretas en cadenas de alimentos perecederos.

## 8 Bibliografía

- Abbasian, M. &. (2025). A hybrid machine learning approach to evaluate and select agile-resilient-sustainable suppliers considering Supply Chain 4.0: A real case study. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 9(717–735).
- Anandan, K. S. (2025). Milk Pit: IoT-Integrated Milk Analyzer with Cloud-Connected Mobile Application. *Proceedings of the Third International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT-2025)*.
- Animals. (2025). Data integration and analytics in the dairy industry: Challenges and pathways forward. *Animals*, 15(3), 329.
- Artavia, R. R. (2024). Gemelos digitales: aliados estratégicos que transforman la cadena de suministro. *En CE Noticias Financieras (Spanish ed.)*. ContentEngine LLC, a Florida limited liability company.
- Asrol, M. W. (2023). Improving Supplier Evaluation Model using Ensemble Method-Machine Learning for Food Industry. *Procedia Computer Science*, 227, 307-315.
- Baladraf, T. y. (2025). Posible adopción de blockchain en la cadena de suministro de alimentos refrigerados: Un estudio bibliométrico y una agenda de investigación futura. *ITEGAM-JETIA*, 11 (52), 112-125.
- Bár, M. A. (2023). An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport approach for realising dairy product traceability. *Universidad de Ciencias Aplicadas Emden*.
- Bär, M. C. (2023). *Un enfoque de Pasaporte Digital de Producto compatible con la Industria 4.0 para lograr la trazabilidad de los productos lácteos*, *Actas de la 49.ª Conferencia Anual de la IEEE (IECON 2023)*, (pp. 1-8).

- Bär, M. C. (2023). Un enfoque de Pasaporte Digital de Producto compatible con la Industria 4.0 para lograr la trazabilidad de los productos lácteos . *Actas de la 49.ª Conferencia Anual de la IEEE (IECON 2023 )*, (pp. 1-8).
- Bär, M. C. (2023). Un enfoque de pasaporte digital de productos compatible con la industria 4.0 para lograr la trazabilidad de productos lácteos. *IECON 2023 - 49.ª Conferencia Anual de la Sociedad de Electrónica Industrial del IEEE*, 1–9.
- Barge, P. F. (2023). Tecnología blockchain para la trazabilidad y autenticación de la cadena de suministro de alimentos. *En AIIA 2022: Ingeniería de biosistemas hacia el Pacto Verde*, 295-303.
- Barrero, J. L. (2024). Revisión Bibliométrica sobre Simulación de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro de Cemento: aplicación del enfoque meta-analítico consolidado (TEMAC). *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E67, 274-291.
- Bhalerao, S. A. (2019). *Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain. Conferencia Internacional sobre Sistemas Inteligentes Sostenibles (ICISS)*, 456–459.
- Bhalerao, S. A. (2019). Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain. *Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain*, 456-460.
- Bigliardi, B. F. (2022). La digitalización de la cadena de suministro: una revisión. *Procedia Ciencias de la Computación*, 200 , 1806–1815.
- Burke, N. Z. (2021). A comparison of analytical test methods in dairy processing. *Food Control*, 121, 107637.
- Burke, N. Z. (2021). Comparación de métodos de análisis en el procesamiento de lácteos. . *Food Control*, 121 (107637), 107637.

- Chudasama, R. D. (2017). DAPS: Dairy analysis and prediction system using technical indicators. *n Proceedings of the 2017 IEEE 3rd International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS)*, 176-181.
- Chudasama, R. D. (2019). Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain. *Conferencia Internacional sobre Sistemas Inteligentes Sostenibles*, 456–459.
- Cruz Introini, S. B. (2018). Traceability in the food supply chain: Review of the literature from a technological perspective. *Dirección y Organización*, 64, 50-55.
- Djekic, I. P.-D. (2020). Aflatoxins in Milk and Dairy Products: Occurrence and Exposure Assessment for the Serbian Population. *Applied Sciences*, 10(21), 7420.
- Djekic, I. P.-D. (2020). Aflatoxinas en leche y productos lácteos: Evaluación de la presencia y exposición en la población serbia. *Applied Sciences*, 10 (21), 7420.
- Fang, C. &. (2021). An ecosystem for the dairy logistics supply chain with blockchain technology. En Proceedings of the International Conference on Electrical, Computer. *Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)*, pp. 1–8.
- Fitata Corredor, S. D. (s.f.). Industria 4.0 y gemelos digitales en la construcción. (*Tesis de Grado para la carrera Ingeniería Civil*). UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA , Bogota .
- Fuentes, E. B.-Y. (2015). Apoyo a pequeñas plantas lecheras en la selección de oportunidades de mercado y sistemas de pago de leche mediante un modelo de hoja de cálculo. *Computers and Electronics in Agriculture*, 122 , 191–199.
- Fuentes, E. B.-Y. (2016). Supporting small-scale dairy plants in selecting market opportunities and milk payment systems using a spreadsheet model. *Computers and Electronics in Agriculture*, 122, 191–200.

- G.J.S.-T., A.-N. P.-C.-F. (2025). Artificial intelligence in the dairy supply chain: A systematic review using PRISMA methodology. *Sustainability*, 17(3), 982.
- García-Ochoa, F. &. (2019). Avances en el procesamiento de lácteos y su impacto en la seguridad alimentaria. *Revista Internacional de Tecnología Láctea*, 72 (3).
- Ghorbani, A. e. (2023). Hybrid machine learning-based model for evaluating the performance of dairy supply chain.
- Ghorbani, A. F. (2024). Hybrid machine learning-based model for evaluating the performance of agile-sustainable supply chains in the context of Industry 4.0: A case study. *RAIRO-Operations Research*, 58, 4681–4700.
- González-Hernández, V. C.-J.-M.-G.-M.-C. (2024). Estimation of economic and financial viability of representative production units formed by small-scale dairy farms in the plateau of the State of Mexico using a Monte Carlo simulation model. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27, Art. No. 057.
- Gyanesh Kumar Sinha, S. M. (2023). Sustainable Supply Chain Management Practices in the Dairy. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 42(4), 435-446.
- Halder, S. I. (2025). A comprehensive survey on AI-enabled secure social industry in the agri-food sector. *Smart Agricultural Technology*.
- Hartmann, D. &. (2025). Digital Twins - a golden age for industrial mathematics. *Journal of Mathematics in Industry*, 15(1).
- Hasani, A. H. (2025). Analyzing operational risks of digital supply chain transformation using hybrid ISM-MICMAC method. Opsearch. *Quarterly Journal of the Operational Research Society of India*, 62(2), 583–607.

- Hassoun, A. D. (2024). Industry 4.0 technologies in food unit operations: A review towards optimizing food production processes. *Heliyon*, 10, e39388.
- Hassoun, A. L. (2023). Digital transformation in agri-food systems: Accelerating the shift toward sustainability through Industry 4.0 technologies during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 1217813.
- Heizer, J. &. (s.f.). *Gestión de operaciones: sostenibilidad y gestión de la cadena de suministro*.
- Huang, Y. G. (2024). Implementation of digital twins in the food supply chain: A review and conceptual framework. *International Journal of Production Research*, 62(17), 6400–6426.
- Iranshahi, K. B. (2025). Digital twins: Recent advances and future directions in engineering fields. *Intelligent Systems with Applications*, 26(200516), 200516.
- Ivanov, D. D. (2019). The impact of supply chain digitization on demand responsiveness and capacity flexibility. *Production Engineering Archives*, 27(2), 75-89.
- Jachimczyk, B. T. (2021). Cadena de suministro de productos lácteos basada en IoT: un enfoque ontológico. *Elektronika Ir Elektrotechnika*, 27 (1), 71-83.
- Javadi, B. D. (2024). Application of Internet of Things (IoT) to food supply chain under uncertainty—Case: Traditional dairy products. *IEEE Access*, 12, 102702-102717.
- Jox, A. &. (2024). *10th International Food Operations & Processing Simulation Workshop, FOODOPS 2024*.
- Jox, A. &. (2024). *Desarrollo de un gemelo digital para la industria láctea: Integración de modelos explicativos y de aprendizaje automático, 10th International Food Operations & Processing Simulation Workshop, FOODOPS 2024*.
- Kadri, O. &. (2024). Optimizing milk pasteurization diagnosis through deep Q-networks and digital twin technology. *International Journal of Web Services Research*, 21(1), 1-22.

- Kamble, S. S. (2020). Technological interventions, real-time monitoring, and cost containment: The advantages of agriculture digitalization towards sustainability improvement and territory management. *Production Engineering Archives*, 27(2), 75-89.
- Kamilaris, A. F.-B. (2019). Blockchain technology in the agri-food industry: Opportunities and challenges. *Production Engineering Archives*, 27(2), 75-89.
- Khan, A. J. (2022). ropuesta de una plataforma de cadena de suministro de lácteos habilitada por blockchain. *Foods*, 11(27), 1-29.
- Khanna, A. J. (2022). Blockchain-enabled supply chain platform for Indian dairy industry: Safety and traceability. . *Foods*, 1(17), 2716. MDPI.
- Khanna, A. J. (2022). Plataforma de cadena de suministro basada en blockchain para la industria láctea india: Seguridad y trazabilidad. *Foods*, 11 (17), 2716.
- Konstantinidis, F. B. (2023). Automatización de líneas de producción de lácteos con el proceso de reconocimiento y detección de envases de yogur en la era de la Industria 4.0. *Procedia Computer Science*, 217 , 918–927.
- Konstantinidis, F. K. (2022). Automating dairy production lines with the yoghurt cups recognition and detection process in the Industry 4.0 era. *Procedia Computer Science*, 217, 918–927.
- Konstantinidis, F. K. (2023). *Procedia Computer Science*, 217, 918–927.
- Kumar, R. &. (2023). Blockchain-based smart dairy supply chain: Catching the momentum for digital transformation. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 13(3), 1-15.
- Kumar, U. &. (2024). *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2).

- Kumar, U. &. (2024). *ISmart dairy: Unleashing emerging ICT-enabled lean dairy supply chains through data-driven decision-making*, *International Journal of Information Management Data Insights*, 4, 100297.
- Kumar, U. &. (2024). Identification and analysis of critical success factors for a lean dairy supply chain: A TISM approach. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(1), Article 100297.
- Lochan, S. A. (2022). Supply Chain Management and Risk Management in an Environment of Stochastic Uncertainty (Retail). *Risks*, 9(197).
- Lysova, N. S. (2025). Investigating research trends in computer vision for food quality control: A bibliometric approach. *Procedia Computer Science*, 253, 1923–1932.
- Malik, M. G. (2022). Aplicación de técnicas de optimización en la cadena de suministro de productos lácteos: una revisión sistemática. *Logística*, 6 (4), 74.
- Malik, M. G. (2022). Application of optimization techniques in the dairy supply chain: A systematic review. *Logistics*, 6(74).
- Malik, M. G. (2023). Digital interoperability and transformation using Industry 4.0 technologies in the dairy industry: An SLR and bibliometric analysis. *LogForum*, 19(3), 461-479.
- Marques, T. C. (2024). Machine learning to predict pregnancy in dairy cows: An approach integrating automated activity monitoring and on-farm data. *Animals*, 14(11), 1567.
- Marques, T. M. (2024). Aprendizaje automático para predecir la gestación en vacas lecheras: Un enfoque que integra la monitorización automatizada de la actividad y los datos de la explotación. *Animals*, 14 (11), 1567.
- Massari, G. F. (2025). Transformative supply chains: the enabling role of digital technologies. *International Journal of Production Economics*, 283(109562), 109562.

- Mehta, P. Y. (2023). A novel dairy supply chain portal for prediction of milk requirement. *En Proceedings of the 2023 3rd International Conference on Pervasive Computing and Social Networking (ICPCSN)*, (pp. 1594–1600).
- Morales-Rodríguez, N. (2018). Uso de nuevas tecnologías para la competitividad del país. *Investiga. TEC*, (33), 3-3.
- Nasir, M. (2023). Sustainability of dairy supply chain networks in Bangladesh. *Sustainability*, 15(8417), 1-14.
- Nikolakis, N. S. (2022). A digital twin-enabled cyber-physical system approach for mixed packaging. *ATDE-21*.
- Nukapeyi, S. A. (2024). Milk Chain with ML and Blockchain for Ensuring Milk Purity in Dairy Industry. *En 2024 2nd World Conference on Communication & Computing (WCONF)*, (pp. 1-7). IEEE.
- Ollagnier, J.-M. &. (2022). Reinventar las cadenas de suministro. *En Actualidad Economica (Madrid, Spain)*, pp. 24.
- P. Yogesh Mehta, Y. R. (2023). Un nuevo portal para la cadena de suministro de productos lácteos para la predicción de la demanda de leche. *3.ª Conferencia Internacional sobre Computación Pervasiva y Redes Sociales (ICPCSN)*, 1594-1600.
- Page, M. J.-W. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790–799.
- Pahariya, P. S. (2024). Análisis de la cadena de suministro en la industria láctea: Evaluación de riesgos y modelado predictivo. *En Predictive modeling and risk assessment strategies*, pp. 1-16.

- Panetto, H. G. (2020). A comprehensive framework for integrating option-based models in the digitalization of agri-food supply chains. *Production Engineering Archives*, 27(2), 75-89.
- Pranesh Saisridhar, M. T. (2021). Evaluación de la capacidad de respuesta, resiliencia y robustez de la cadena de suministro (Triple-R) mediante simulación por computadora: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Internacional de Investigación de la Producción* 62:4, 1458-1488.
- Ramanathan, R. D. (2023). Motivations and challenges for food companies in using IoT sensors for reducing food waste: Some insights and a road map for the future. *Sustainability*, 15(1665).
- Ramirez-Asis, E. T.-J.-V.-F.-A.-R. (2023). Optimization methods in the dairy supply chain: A systematic review of current practices and future prospects. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 51(5), 1-18.
- Ravichandran, M. N. (2020). Enrutamiento de la cadena de suministro en una industria láctea mediante un sistema de flota heterogéneo: Enfoque basado en simulación. *Journal of The Institution of Engineers (India)*, 101 (5), 891–911.
- Ravichandran, M. N. (2020). Supply Chain Routing in a Dairy Industry Using Heterogeneous Fleet System: Simulation-Based Approach. *Journal of the Institution of Engineers*, 101(5), 891–911.
- Reiner, G. T. (2013). Analyzing the efficient execution of in-store logistics processes in grocery retailing—The case of dairy products. *Production and Operations Management*, 22(4), 924–939.
- Serrano-Torres, G. J.-N.-C.-F. (2025). Transformation of the dairy supply chain through artificial intelligence: A systematic review. *Sustainability*, 17(982).

- Sinha, G. K. (2023). Sustainable supply chain management practices in the dairy industry: A comparative study of leading dairy firms and future research directives. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 42(4), 435-446.
- Sreevathsan, B. D. (2023). Advanced computational tools for enhanced food quality and safety. *En Food Engineering Series*, 207–247.
- Sreevathsan, S. B. (2023). Herramientas computacionales avanzadas para mejorar la calidad y seguridad alimentaria. En HU Hebbar, R. Sharma, RS Chaurasiya, S. Ranjan y KSMS Raghavarao (Eds.). *Springer Nature Switzerland AG*, pp. 207-247.
- Szpicier, A. B.-K.-S. (2025). Optimization of thermal processes in food production using computational fluid dynamics. *Applied Sciences*, 15(424).
- Tsiamas, K. &. (2021). *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 34(9), 996–1010.
- Tsiamas, K. &. (2021). simulation-based decision support system to improve the resilience of the food supply chain. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 34(9), 996–1010.
- Varavallo, G. C.-P. (2022). Plataforma de trazabilidad basada en blockchain verde: Un caso práctico de aplicación en la cadena de suministro de productos lácteos. *Sustainability*, 14(6), 3321.
- Varavallo, G. C.-P. (2022). Traceability platform based on green blockchain: An application case study in dairy supply chain. *Sustainability*, 14(6), 3321. MDPI.
- Vasavi Dadi, e. a. (2021). AgriFood 4.0 and innovations: Revamping the supply chain operations. *Production Engineering Archives*, 27(2), 75-89.

- Vikranta, U. H. (2025). Principles of Food Dairy Safety: Challenges and Opportunities. *Springer Nature*.
- Y. Zhang, X. X. (2019). Mecanismo de confianza basado en blockchain para sistemas de fabricación inteligente basados en IoT. *en IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 6, n.º 6, págs. 1386-1394.
- Yan, W. J. (2015). Análisis de big data para potenciar la predicción de la producción de leche en las cadenas de suministro de productos lácteos. *Conferencia Internacional IEEE sobre Big Data (Big Data)*, 2132-2137.
- Yan, W. J. (2015). Big Data Analytics for Empowering Milk Yield Prediction in Dairy Supply Chains. *En 2015 IEEE International Conference on Big Data* , 2132-2139.
- Zakeri, A. S. (2018). An early detection system for proactive management of raw milk quality: An Australian case study. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 6, 64333–64349.
- Zakeri, A. S. (2018). Un sistema de detección temprana para la gestión proactiva de la calidad de la leche cruda: Un estudio de caso australiano. *IEEE Access*, 6 , 64333–64349.
- Zhang, H. L. (2025). Artificial intelligence-enhanced Digital Twin Systems Engineering towards the industrial metaverse in the era of industry 5.0. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 38(1).
- Zhang, Y. X. (2019). Mecanismo de confianza basado en blockchain para sistemas de fabricación inteligente basados en IoT. *EEE Transactions on Computational Social Systems*, 6 (6), 1386–1395.







Apéndice A: Tabla de tesauros

Tabla 12: Tabla de tesauros

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
1	Consumer Perceptions of Functional Foods: A Scoping Review Focusing on Non-Processed Foods	Percepciones del consumidor sobre los alimentos funcionales: Un análisis exploratorio centrado en los alimentos no procesados	Google Academy	Revista Food Reviews International	Brasil	2025	<a href="https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2025.2453030">https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2025.2453030</a>	El objetivo de este estudio es identificar los factores clave que influyen en la aceptación de los alimentos funcionales, con un enfoque particular en aquellos que son frescos o mínimamente procesados. Se busca cerrar la brecha de conocimiento sobre estos alimentos y fomentar su adopción en la dieta diaria.	Los alimentos funcionales han ganado prominencia desde los años 80, impulsados por su potencial para promover la salud y prevenir enfermedades. Sin embargo, a pesar del crecimiento del mercado y del interés del consumidor, las percepciones sobre estos alimentos	Las percepciones del consumidor sobre los alimentos funcionales son complejas y están influenciadas por una amplia gama de factores, incluyendo características demográficas, socioeconómicas, cognitivas, emocionales, así como aspectos relacionados con la salud,	Productos lácteos no procesados Seguridad alimentaria en lácteos Aceptación de productos lácteos Beneficios para la salud de los lácteos Alimentos lácteos sostenibles Innovación en productos lácteos Percepciones de sabor en lácteos Impacto socioeconómico en el consumo de lácteos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>suelen ser limitadas, a menudo restringidas a productos industrializados. Este estudio, a través de una revisión de la literatura que abarca 36 artículos, identifica seis factores determinantes que influyen en la aceptación de alimentos funcionales:</p> <p>(a) factores demográficos y socioeconómicos, (b) factores de salud y seguridad, (c) factores cognitivos y emocionales, (d) factores comportamentales y</p>	<p>la seguridad, la atracción sensorial, el precio y la sostenibilidad. A pesar del creciente interés, persisten desafíos significativos para la aceptación de alimentos funcionales frescos y mínimamente procesados, debido a malentendidos, falta de información y barreras sensoriales y económicas. Para fomentar una adopción más amplia de estos alimentos, es esencial desarrollar</p>	<p>Leche y sus derivados Alimentos a base de leche Sector lácteo</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>sociales, (e) característica de los alimentos, y (f) factores éticos y sostenibles. Los hallazgos sugieren que factores como la demografía y atributos sensoriales, como el sabor y la textura, son importantes en la aceptación, mientras que el precio y la conveniencia pueden actuar como barreras.</p>	<p>estrategias de comunicación y educación que aborden los beneficios específicos de los alimentos funcionales, resaltando su seguridad, naturalidad y sostenibilidad.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
2	Transformation of the Dairy Supply Chain Through Artificial Intelligence: A Systematic Review	Transformación de la cadena de suministro de lácteos mediante inteligencia artificial: una revisión sistemática	Google Academy	Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo	Ecuador	2025	<a href="https://www.researchgate.net/publication/388470363_Transformation_of_the_Dairy_Supply_Chain_Through_Artificial_Intelligence_A_Systematic_Review">https://www.researchgate.net/publication/388470363_Transformation_of_the_Dairy_Supply_Chain_Through_Artificial_Intelligence_A_Systematic_Review</a>	El objetivo del artículo es analizar cómo las tecnologías de inteligencia artificial (IA) están transformando la cadena de suministro láctea, con un enfoque en la optimización de procesos, mejora de la calidad del producto, sostenibilidad y eficiencia operativa. Se busca identificar los factores que facilitan o dificultan la adopción de estas tecnologías	El artículo presenta una revisión sistemática que examina la aplicación de tecnologías de IA, como redes neuronales artificiales, aprendizaje profundo, sensores IoT y blockchain en la cadena de suministro láctea. Estas herramientas permiten la planificación en tiempo real, la optimización de la toma de decisiones y mejoran la calidad y seguridad del producto. Aunque la adopción de la IA	La inteligencia artificial desempeña un papel crucial en la optimización de la toma de decisiones y la logística dentro de la cadena de suministro láctea. Sistemas como los Sistemas de Soporte a la Decisión Inteligentes (IDSS) y algoritmos como el Búsqueda Tabú y la Optimización por Colonias de Hormigas mejoran el flujo de materiales y la calidad de la leche.	Inteligencia Artificial Calidad y seguridad de los alimentos Productos lácteos Producción lechera Calidad y seguridad de los alimentos Tradiciones lácteas Conservación de productos lácteos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									enfrenta barreras, como altos costos y la falta de infraestructura, se destaca su potencial para mejorar la sostenibilidad mediante prácticas agrícolas responsables y la automatización de procesos, como el ordeño robótico. A pesar de los desafíos, la IA promueve la eficiencia operativa y apoya la transición hacia una cadena de suministro más sostenible y resiliente. El	Además, los modelos predictivos ayudan a pronosticar la demanda y mejorar la planificación operativa. Mediante la implementación de tecnologías como sensores IoT y algoritmos avanzados, se fortalece la seguridad alimentaria y la calidad del producto, asegurando autenticidad y seguridad. También se mejora la trazabilidad a través de blockchain. No obstante, se observan limitaciones en la	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									estudio subraya la necesidad de investigar más sobre los impactos a largo plazo y la resistencia de los diferentes actores en este ámbito	diversidad geográfica de los estudios y en la resistencia al cambio por parte de los actores de la cadena, lo que podría influir en la viabilidad de las soluciones propuestas	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
3	Colostrum milk and its use in the food industry: a systematic review of the literature	La leche calostro y su uso en la industria alimentaria: una revisión sistemática de la literatura	Google Academy	Universidad de Cuenca	Ecuador	2025	<a href="https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/804b10aa-4a4f-45d1-858b-63ace3fe3dfc">https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/804b10aa-4a4f-45d1-858b-63ace3fe3dfc</a>	Los objetivos específicos incluyen recopilar información sobre los componentes y el valor nutricional de la leche calostro y examinar la factibilidad de la elaboración de subproductos a partir de la leche calostro	El calostro bovino es una secreción láctea de alto valor nutricional producida durante las primeras horas tras el parto, rica en inmunoglobulinas, proteínas y factores de crecimiento. Aunque su principal uso es alimentar a los terneros, se ha comenzado a estudiar su aplicación en la industria alimentaria debido a sus propiedades beneficiosas para la salud, especialmente en relación con el	a revisión evidencia que, aunque hay interés en utilizar el calostro bovino en la industria alimentaria, existen limitaciones significativas en la investigación actual. A pesar de que muchos estudios de tesis han explorado su uso como ingrediente en subproductos, aún no hay suficiente respaldo científico para facilitar su uso para el consumo humano. Se concluye que, en el contexto	Productos lácteos Producción lechera Procesados lácteos Alimentos a base de leche Industria láctea Productos derivados de la leche

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>sistema inmunológico y las infecciones gastrointestinales. El estudio recopila información sobre los componentes nutricionales del calostro y propone el desarrollo de subproductos alimenticios, como yogur y helados, a partir de este. A pesar de su potencial, hay una falta de investigación científica que respalde su uso en el consumo humano</p>	<p>actual, la elaboración de subproductos a partir de calostro bovino no es factible y se requiere de más estudios sobre su calidad, inocuidad y las cantidades adecuadas para el consumo</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
4	Current Updates on Limosilactobacillus reuteri: Brief History, Health Benefits, Antimicrobial Properties, and Challenging Applications in Dairy Products	Actualizaciones actuales sobre Limosilactobacillus reuteri: breve historia, beneficios para la salud, propiedades antimicrobianas y aplicaciones desafiantes en productos lácteos	Google Academy	Revista "Dairy"	Brasil	2025	<a href="https://www.mdpi.com/2624-862X/6/2/11">https://www.mdpi.com/2624-862X/6/2/11</a>	El estudio tiene como objetivo aclarar el uso de Limosilactobacillus reuteri (Lmb. reuteri) en productos lácteos, enfatizando sus principales características, beneficios para la salud, propiedades antimicrobianas y las limitaciones en su aplicación.	Lmb. reuteri, anteriormente clasificado como Lactobacillus reuteri, es una bacteria láctica presente en el tracto gastrointestinal de humanos y otros animales. Este estudio revisa la literatura sobre Lmb. reuteri, abordando su reclassificación, su capacidad para producir reuterina, un compuesto antimicrobiano, y su potencial como probiótico, con sus beneficios asociados en	El estudio resalta las diversas aplicaciones de Lmb. reuteri en productos lácteos, enfatizando su versatilidad tecnológica y sus beneficios para la salud. Aunque se ha demostrado que esta especie tiene un gran potencial como probiótico, contribuyen a la salud oral e intestinal, y mostrando propiedades antimicrobianas, su aplicación en productos	Salud Animal Industria láctea Productos derivados de la leche Alimentos lácteos Producción lechera Conservación de productos lácteos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>la salud intestinal, la función inmunológica y la reducción del colesterol. A pesar de sus beneficios, su aplicación en productos lácteos enfrenta desafíos, principalmente relacionados con la estabilidad y la necesidad de suplementación en la matriz láctea. Se concluye que la investigación futura debe abordar estos retos, así como la eficacia específica de</p>	<p>alimentos presenta limitaciones, principalmente en cuanto a su estabilidad y su impacto en la calidad del producto. Se sugiere que futuros avances en sistemas de encapsulación y técnicas de entrega podrían mejorar la eficacia y estabilidad de Lmb. reuteri, permitiendo su integración en diferentes matrices de alimentos y explorando su potencial en la industria</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									cepas y las cuestiones regulatorias.	alimentaria, particularmente en alternativas lácteas a base de plantas.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
5	The Path to Net-Zero in Dairy Production: Are Pronounced Decreases in Enteric Methane Achievable?	El camino hacia cero emisiones netas en la producción láctea: ¿Son alcanzables disminuciones pronunciadas del metano entérico?	Google Academy	Annual Review of Animal Biosciences	Canadá	2025	<a href="https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-animal-010324-113703">https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-animal-010324-113703</a>	El objetivo del informe es evaluar y proponer estrategias para lograr emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) cero en la producción de leche, destacando la necesidad de reducir más del 50% de las emisiones de metano entérico y la eliminación de otras fuentes de emisiones, así como la carbonización en los suelos.	El informe aborda la meta de la industria láctea de alcanzar emisiones netas cero de gases de efecto invernadero para el año 2050. Se enfatiza la importancia de reducir las emisiones de metano entérico en más del 50%, junto con la eliminación de emisiones de CO2 y N2O provenientes de la producción de alimentos. Se propone una variedad de estrategias de mitigación,	La transición hacia una producción láctea con emisiones netas cero es un desafío complejo, que implicará una reducción ambiciosa de las emisiones de metano. Se hace hincapié en la necesidad de implementar múltiples estrategias de mitigación mientras se continua mejorando la eficiencia productiva. La colaboración de todas las partes	Beneficios para la salud Productos lácteos Calidad y seguridad de los alimentos Procesados lácteos Alimentos a base de leche

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>incluyendo la selección genética de vacas de bajo metano, la reformulación de dietas y el uso de aditivos alimentarios. Sin embargo, se reconoce que la implementación de estas estrategias enfrenta barreras significativas, como los costos adicionales sin generación de ingresos correspondientes. El informe concluye que es poco probable eliminar completamente las emisiones de</p>	<p>involucradas, desde los geneticistas hasta los productores, será crucial para el éxito de estas iniciativas. A largo plazo, se requerirán compensaciones a través de la captura de carbono para equilibrar las emisiones que no se pueden eliminar completamente de manera efectiva.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									metano sin afectar la producción de leche, lo que requiere el uso de compensaciones y tecnologías de remoción de carbono para alcanzar el objetivo de emisiones netas cero.		

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
6	Selection of appropriate probiotic yeasts for use in dairy products: a narrative review	Selección de levaduras probióticas apropiadas para su uso en productos lácteos: una revisión narrativa	Google Academy	Food Production, Processing and Nutrition	Irán	2025	<a href="https://fppn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43014-024-00293-x">https://fppn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43014-024-00293-x</a>	El objetivo de este artículo es explorar y examinar la selección y aplicación de levaduras probióticas en productos lácteos, analizando su potencial para mejorar los beneficios para la salud de estos alimentos, así como los desafíos asociados con la elección de las levaduras adecuadas para optimizar las formulaciones lácteas.	El artículo revisa el creciente interés en las levaduras como suplementos probióticos en la industria láctea, donde especies como Saccharomyces, Candida, Debaryomyces, Yarrowia y Kluyveromyces han demostrado su potencial. Estas levaduras pueden ser incorporadas en productos como el kéfir, yogur, kumis y queso, mejorando el perfil nutricional y la salud	Las levaduras probióticas representan una prometedora área de investigación en la industria alimentaria, con el potencial de proporcionar diversos beneficios para la salud al ser incorporadas en productos lácteos y otros alimentos funcionales. Sin embargo, es esencial realizar una selección y caracterización cuidadosa de las cepas para	Producción Láctea Gestión Ganadera Objetivos de Emisiones Agricultura Industrial Nutrición Animal Sistemas Alimentarios Análisis del Ciclo de Vida Calidad y seguridad de los alimentos Productos lácteos Alimentos lácteos Industria láctea Productos derivados de la leche

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>intestinal. Se discuten factores críticos que afectan la viabilidad y funcionalidad de estas levaduras, así como consideraciones importantes para su selección, incluidos la capacidad de supervivencia en el tracto gastrointestinal, la adherencia a células intestinales y la seguridad para el consumo.</p>	<p>garantizar su eficacia y seguridad. Las investigaciones futuras deben enfocarse en optimizar las condiciones de procesamiento y entender mejor las interacciones entre las levaduras probióticas y los productos lácteos, así como las preferencias del consumidor en un mercado dinámico.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
7	Microbial dynamics and Pseudomonas natural product production in milk and dairy products	Dinámica microbiana y producción natural de Pseudomonas en leche y productos lácteos	Google Academy	Natural Product Reports	Alemania	2025	<a href="https://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2025/NP/D4NP00074A">https://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2025/NP/D4NP00074A</a>	El objetivo de este estudio es proporcionar una visión integral de la interacción entre la fermentación culinaria y la producción y actividades de productos naturales derivados de microorganismos en productos lácteos, con especial énfasis en la dinámica microbiana y el potencial de producción de Pseudomonas en la industria láctea.	El consumo de productos lácteos tiene una larga historia en la nutrición humana, siendo clave en diversas dietas a lo largo de milenios. Este estudio investiga el papel de los microorganismos en la fermentación de la leche, destacando tanto microorganismos benéficos, como las bacterias lácticas, así como patógenos y organismos que provocan deterioro, como Pseudomonas	Los productos lácteos representan un entorno rico en nutrientes que apoya el desarrollo de un microbioma específico de nicho. Los microorganismos presentes juegan diversos roles, desde facilitar la fermentación hasta causar o prevenir el deterioro. Comprender la dinámica y la complejidad de las interacciones dentro del microbioma lácteo es	Productos lácteos Interacciones microbianas Calidad de productos lácteos Seguridad alimentaria Historias de consumo de lácteos Procesos de fermentación tradicionales Tradiciones lácteas Industria láctea

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>s. Se enfatiza la relevancia de las prácticas tradicionales de fermentación, particularmente en Mongolia, que contrasta con los métodos industriales modernos. Las interacciones microbianas en la fermentación afectan tanto la calidad como la seguridad de los productos lácteos. Además, se discuten los productos naturales derivados de Pseudomonas, que aunque a</p>	<p>crucial para controlar la calidad y seguridad de los productos lácteos, así como para explorar aplicaciones en las industrias farmacéuticas y alimentarias. Se presta especial atención al impacto de los compuestos naturales producidos microbiana mente, como los lipopeptidos derivados de Pseudomonas, que podrían tener aplicaciones novedosas para mejorar</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									menudo se asocian con el deterioro, pueden tener propiedades beneficiosas aplicables en la industria.	la salud o la calidad de los alimentos.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
8	Sustainable Innovation Management Model (MGI) for Plantain Agroindustria l Chain	Modelo de Gestión de la Innovación Sostenible (GIS) para la Cadena Agroindustria l del Plátano	Google Academy	Revista (Sustainability)	Colombia	2025	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/17/4/1716">https://www.mdpi.com/2071-1050/17/4/1716</a>	El objetivo del estudio es identificar variables relevantes y priorizar un Modelo de Innovación (MGI) que fomente procesos de innovación dinámica y relevante dentro de la cadena agroindustrial del plátano en la región de Quindío, Colombia. Esto busca contribuir a la sostenibilidad alimentaria y el desarrollo de mejoras en la producción y comercialización de plátano.	El estudio propone un MGI sostenible específicamente para la cadena agroindustrial del plátano en Quindío, Colombia, utilizando un enfoque de métodos mixtos. Se realizó una revisión sistemática de la literatura y se identificaron y priorizaron 53 variables para la etapa de entrada, 36 para la transformación y 31 para la salida de la cadena. Las investigaciones revelaron importantes brechas en áreas como	La metodología propuesta permitió la creación de un Modelo de Gestión de Innovación específico para el sector del plátano (MGI 3), que identificó un conjunto estructurado de variables con el propósito de fomentar la innovación y el avance tecnológico en la industria del plátano. Este modelo tiene como objetivo promover el desarrollo de nuevas estrategias y	Producción lechera Productos derivados de la leche Industria láctea Leche y sus derivados Alimentos a base de leche Producción lechera Calidad y seguridad de los alimentos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									liderazgo, gestión estratégica y resiliencia entre los actores clave. El estudio destaca la necesidad de políticas públicas y proyectos de apoyo que faciliten la conexión entre la oferta y la demanda de innovación a través de plataformas abiertas, promoviendo así desafíos de innovación que involucren a los actores del sector.	mejorar la integración de la innovación en prácticas sostenibles dentro del sector agroindustri al del plátano. Se concluye que la implementación eficiente del MGI requiere un compromiso de los actores involucrados y el apoyo de políticas públicas adecuadas que faciliten este proceso.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
9	Technology for the Quantitative Identification of Dairy Products Based on Raman Spectroscopy, Chemometrics, and Machine Learning	Tecnología para la identificación cuantitativa de productos lácteos basada en espectroscopia Raman, quimiometría y aprendizaje automático	Google Academy	MDPI (Revista Molecules)	China	2025	<a href="https://www.mdpi.com/1420-3049/30/2/239">https://www.mdpi.com/1420-3049/30/2/239</a>	El objetivo de este artículo es revisar las tecnologías utilizadas para la identificación cuantitativa de productos lácteos mediante espectroscopia Raman, técnicas quimiométricas, y aprendizaje automático, con el fin de mejorar la calidad y seguridad de estos productos en el mercado	Este trabajo analiza los avances recientes en la caracterización y análisis cuantitativo de productos lácteos mediante espectroscopia Raman. Se revisan diversos métodos de procesamiento espectral, como la normalización y la extracción de características, que son esenciales para mejorar el rendimiento de modelos de clasificación y predicción. El artículo también	Las técnicas cuantitativas basadas en espectroscopia Raman desempeñan un papel crucial en la identificación y análisis de riesgos en productos lácteos. Se observa que existe una necesidad continua de estandarización en la recolección de datos espectrales y en la formación de bases de datos para diferentes especies y marcas lácteas. Con el desarrollo iterativo de algoritmos de aprendizaje	Productos lácteos Seguridad alimentaria Calidad de los alimentos Detección de adulterantes Análisis de riesgos Identificación de muestras Modelos de predicción Productos lácteos Alimentos lácteos Productos derivados de la leche Industria láctea

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									discute cómo las técnicas de aprendizaje automático pueden ser implementadas para identificar y discriminar entre diferentes muestras de productos lácteos. En resumen, se resalta la importancia del uso de métodos cuantitativos para abordar riesgos de calidad y seguridad en la industria láctea.	profundo, se presentan nuevos desafíos en cuanto a la interpretabilidad de los modelos. Este trabajo sugiere que la integración de estos métodos y la mejora continua en las técnicas de análisis serán esenciales para el futuro de la investigación en la identificación de productos lácteos.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
10	Prevalence and concentration of aflatoxin M1 in milk and dairy products: a general review of meta-analyses	Prevalencia y concentración de aflatoxina M1 en la leche y los productos lácteos: una revisión general de metanálisis	Google Academy	Revista Internacional de Salud (International Health)	Irán	2025	<a href="https://academic.oup.com/inthealth/advance-article/doi/10.1093/inthealth/ihaf002/7978276?login=false">https://academic.oup.com/inthealth/advance-article/doi/10.1093/inthealth/ihaf002/7978276?login=false</a>	El objetivo del estudio fue implementar una revisión de tipo "umbrella" (sobre revisión) para resumir y analizar la prevalencia y los niveles de aflatoxina M1 (AFM1) en leche y productos lácteos a nivel mundial, a través de una evaluación de estudios previos sistemáticos y meta-análisis.	Esta revisión examina la presencia de aflatoxina M1, un contaminante significativo derivado de la aflatoxina B1, en leche y productos lácteos. Se utilizaron métodos de revisión sistemática para recoger datos de trabajos publicados hasta enero de 2024, que analizaran la prevalencia y concentración de AFM1. Se incluyeron un total de trece estudios en el meta-análisis después de aplicar	La revisión destaca la alta prevalencia de contaminación por AFM1 en productos lácteos a nivel mundial, subrayando la necesidad de implementar medidas de monitoreo y regulación más estrictas para proteger la salud pública. Se recomienda que futuras investigaciones se enfoquen en el desarrollo de estrategias efectivas de mitigación y en la	LecheProductos lácteosSalud públicaTradiciones lácteasConservación de productos lácteosProcesados lácteos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									criterios rigurosos de inclusión y exclusión. Los hallazgos resaltan la gravedad de la contaminación por AFM1 en productos lácteos, implicando riesgos significativos para la salud pública.	exploración de métodos de procesamiento alternativos para minimizar la contaminación por aflatoxinas en productos lácteos	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
11	Application of QuEChERS for the analysis of contaminants in dairy products: a review	Aplicación de QuEChERS para el análisis de contaminantes en productos lácteos: una revisión	Google Academy	Journal of Food Protection	China	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X25000055">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X25000055</a>	El objetivo principal del artículo es revisar y analizar la utilización y avances de la técnica QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) en la detección de contaminantes en productos lácteos, con la meta de ofrecer métodos más precisos, rápidos y confiables para la evaluación de la seguridad de estos productos.	La seguridad de los productos lácteos está intrínsecamente relacionada con la salud del consumidor, ya que la presencia de residuos de pesticidas y fármacos veterinarios representa un problema significativo que afecta su calidad. La técnica QuEChERS ha ganado reconocimiento en la industria por su capacidad para extraer múltiples clases de compuestos de diversas matrices en pruebas de	A pesar de los avances significativos en la técnica QuEChERS para el análisis de contaminantes en productos lácteos, se identifican desafíos y oportunidades de mejora. La necesidad de desarrollar materiales de purificación de alto rendimiento, la transición hacia sistemas de preparación automatizados y la evolución de los estándares de pruebas	Seguridad alimentaria Residuos de plaguicidas Factor de riesgo Productos lácteos Alimentos lácteos Productos derivados de la leche Industria láctea Leche y sus derivados

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									seguridad alimentaria. Esta técnica, combinada con técnicas de cromatografía y espectrometría de masas, permite la detección de cientos de analitos objetivos de manera simultánea. A pesar de sus ventajas, como la eficiencia y rapidez, la técnica presenta ciertas limitaciones que requieren mejoras. Este artículo proporciona una revisión exhaustiva sobre la aplicación de	regulatorias son esenciales para optimizar la técnica. Aunque se ha demostrado que QuEChERS tiene capacidades destacadas de detección de múltiples objetivos, la investigación futura debería centrarse en enfoques integrados que puedan detectar simultáneamente diversos factores de riesgo. La colaboración interdisciplinaria y la innovación	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>QuEChERS en la detección de residuos de pesticidas, fármacos veterinarios y micotoxinas en productos lácteos, y propone desarrollos futuros para optimizar esta metodología.</p>	<p>tecnológica son fundamental es para superar las limitaciones actuales, haciendo de QuEChERS una plataforma analítica prometedora para mejorar la seguridad alimentaria y la protección del consumidor</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
1 2	Bioactive compounds in pinhão and potential applications in dairy products: A review	Bioactive compounds in pinhão and potential applications in dairy products: A review	Google Academy	Food Science and Technology	Brasil	2025	<a href="https://fst.emnuvens.com.br/revista/article/view/285/296">https://fst.emnuvens.com.br/revista/article/view/285/296</a>	El objetivo de este estudio es revisar la composición química, propiedades nutricionales y funcionales del pinhão (semilla de Araucaria angustifolia), así como sus aplicaciones potenciales en industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. Se busca destacar sus bioactivos, sus beneficios para la salud y las técnicas de procesamiento que pueden maximizar su valor.	El pinhão es una semilla rica en compuestos bioactivos, incluyendo flavonoides y lignanos, que presentan propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y analgésicas. Se ha investigado su potencial en la producción de aceites comestibles y como inhibidor de enzimas digestivas, sugiriendo aplicaciones en intervenciones dietéticas y manejo de trastornos metabólicos.	El pinhão se presenta como un recurso valioso con un perfil nutricional prometedor y una amplia gama de compuestos bioactivos. La investigación sugiere que, a través de métodos de procesamiento adecuados, se pueden maximizar sus propiedades beneficiosas, ampliando así su aplicabilidad en diversos sectores industriales. El desarrollo de productos	Procesamiento de alimentos Leche y sus derivados Alimentos a base de leche Producción lechera Calidad y seguridad de los alimentos Tradiciones lácteas Productos lácteos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									Además, se han realizado esfuerzos para optimizar los procesos de secado y extracción para preservar la integridad de estos compuestos bioactivos. Los estudios también han evaluado su actividad antimicrobiana y anticancerígena, subrayando su relevancia como fuente de agentes terapéuticos. En resumen, el pinhão muestra gran potencial como recurso natural sostenible	alimenticios que incorporen pinhão no solo contribuiría a la salud humana, sino que también representaría una opción sostenible y ambientalmente responsable, al utilizar integralmente la semilla y sus residuos. A medida que las aplicaciones del pinhão continúan explorándose, se espera que este recurso natural desempeñe un papel significativo en la innovación	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									que puede ofrecer beneficios significativos para la salud y aplicaciones industriales innovadoras.	alimentaria y el bienestar.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
13	Towards decarbonizing the supply chain of dairy industry: current practice and emerging strategies	Hacia la descarbonización de la cadena de suministro de la industria láctea: prácticas actuales y estrategias emergentes	Google Academy	Carbon Neutrality (Revista)	China	2025	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s43979-025-00124-z">https://link.springer.com/article/10.1007/s43979-025-00124-z</a>	El objetivo de esta revisión es evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la cadena de suministro de la industria láctea y proponer estrategias efectivas y técnicas emergentes para la descarbonización, con el fin de contribuir a la sostenibilidad y al cumplimiento de los objetivos de neutralidad de carbono.	La industria láctea, considerada una de las más intensivas en carbono, enfrenta el desafío de satisfacer la creciente demanda de productos lácteos mientras se minimizan las emisiones de gases de efecto invernadero. Este artículo resume investigaciones recientes que identifican las granjas como los principales puntos de emisión y destaca la importancia de técnicas	La revisión concluye que, aunque se han logrado avances en la reducción de emisiones en la industria láctea, aún faltan estándares globales y directrices claras. Para alcanzar la neutralidad de carbono, es vital que la industria implemente estrategias innovadoras en cada etapa de la cadena de suministro, optimice el uso de energías renovables y utilice tecnologías	Cadena de Suministro Industria Láctea Seguridad Alimentaria Innovación Tecnológica Productos lácteos Industria láctea

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									innovadoras y políticas como la fijación de precios del carbono y la promoción de alternativas basadas en plantas. A través de una revisión sistemática, se identifican las etapas críticas de la cadena de suministro láctea y se analizan estrategias específicas para reducir las emisiones, abogando por la necesidad de establecer estándares globales y directrices en la reducción	avanzadas como inteligencia artificial para mejorar la eficiencia y reducir las emisiones. El futuro de la sostenibilidad en la industria láctea dependerá de la colaboración entre sectores y de la adopción de modelos de desarrollo bajos en carbono.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									de emisiones.		

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
14	Recent updates on plant protein-based dairy cheese alternatives: outlook and challenges	Actualizaciones recientes sobre alternativas al queso lácteo a base de proteínas vegetales: perspectivas y desafíos	Google Academy	Critical Reviews in Food Science and Nutrition	Irlanda	2025	<a href="https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10408398.2025.2452356?needAccess=true">https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10408398.2025.2452356?needAccess=true</a>	El objetivo del artículo es explorar el desarrollo y los desafíos de las alternativas de queso a base de proteínas vegetales, en respuesta al creciente interés por productos sin lácteos. Se busca comprender cómo estas alternativas pueden satisfacer las necesidades de los consumidores y al mismo tiempo contribuir a la sostenibilidad.	El artículo discute el aumento en la demanda de alternativas de queso a base de plantas debido a consideraciones éticas, ambientales y de salud, así como el crecimiento de la población. A pesar de la creciente popularidad, el desarrollo de productos que imiten las propiedades sensoriales y funcionales de los quesos lácteos presenta desafíos. Estos incluyen la necesidad de	El futuro de las alternativas de queso a base de plantas es prometedor, especialmente con el creciente enfoque en la sostenibilidad y la reducción de la huella de carbono de la producción alimentaria. Sin embargo, se requiere una mayor investigación e innovación para mejorar las características sensoriales y funcionales de estos productos,	Alternativas a la leche Sostenibilidad Propiedades fisicoquímicas Propiedades sensoriales Producción de alimentos Procesados lácteos Sector lácteo

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									superar la neofobia alimentaria entre los consumidores, replicar la textura, el sabor y el valor nutricional de los quesos tradicionales, y mejorar las propiedades físicas y sensoriales de las alternativas vegetales. La investigación está en curso, explorando nuevas fuentes de proteínas como microalgas y métodos de fermentación microbiana para mejorar la calidad de	así como para educar a los consumidores sobre sus beneficios. La aceptación del consumidor es crucial para el éxito de este sector, y se fomentará mediante la mejora de la calidad, el sabor y la textura de las alternativas de queso sin lácteos.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									estos productos.		
15	How Close Are We to the Production of Milk in Alternative Systems? The Fat Perspective	¿Qué tan cerca estamos de la producción de leche en sistemas alternativos? La perspectiva de la grasa	Google Academy	Hebrew University of Jerusalem	Israel	2025	<a href="https://www.mdpi.com/2304-8158/14/5/809">https://www.mdpi.com/2304-8158/14/5/809</a>	El objetivo del artículo es investigar y discutir el desarrollo de sistemas alternativos para la producción de leche, con un enfoque particular en las características de las grasas lácteas. Busca entender	El artículo revisa los esfuerzos para crear alternativas a los productos lácteos derivados de animales debido a la creciente demanda de sistemas alimentarios sostenibles. Subraya que, aunque las	El artículo concluye que, aunque existen alternativas prometedoras para la producción de grasas lácteas utilizando microorganismos oleaginosos y técnicas de fermentación de	Alternativas a productos lácteos Sostenibilidad alimentaria Producción de leche Productos derivados de la leche Conservación de productos lácteos Productos lácteos Alimentos lácteos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								<p>cómo estas alternativas pueden satisfacer la creciente demanda de productos lácteos sostenibles, al tiempo que se abordan las preocupaciones ambientales relacionadas con la producción de leche tradicional.</p>	<p>alternativas basadas en plantas han ganado popularidad, a menudo no logran replicar la experiencia sensorial de la leche real, en gran parte debido a la composición única y la estructura de la grasa de la leche. Se examinan las propiedades únicas del perfil lipídico de la leche de rumiantes, la biosíntesis de las grasas lácteas y los desafíos de replicar estas características en sistemas no mamíferos, haciendo</p>	<p>precisión, aún existen desafíos significativos para replicar las propiedades sensoriales de la grasa de la leche de vaca. Se enfatiza la necesidad de continuar la investigación y el desarrollo en este campo para lograr alternativas que puedan emular no solo el valor nutricional, sino también las características sensoriales de los productos lácteos tradicionales.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									hincapié en los ácidos grasos de cadena corta y los mecanismos de terminación en la síntesis de ácidos grasos.	contribuyen do así a una producción de alimentos más sostenible y menos dañina para el medio ambiente.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
16	A Systematic Review on the Prevalence of Tick-Borne Encephalitis Virus in Milk and Milk Products in Europe	Revisión sistemática sobre la prevalencia del virus de la encefalitis transmitida por garrapatas en la leche y los productos lácteos en Europa	Google Academy	Zoonoses and Public Health	Italia	2025	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/zph.13216">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/zph.13216</a>	El objetivo de esta revisión sistemática es evaluar la prevalencia del virus de la encefalitis de garrapatas (TBEV) o anticuerpos anti-TBEV en la leche y productos lácteos de rumiantes domésticos en Europa, subrayando el riesgo potencial de infección para los consumidores a través del consumo de productos lácteos no pasteurizados.	El virus de la encefalitis de garrapatas (TBEV) es una enfermedad zoonótica significativa en Europa, que se transmite principalmente a través de picaduras de garrapatas infectadas, aunque también existe el potencial de transmisión a través de la leche cruda y productos lácteos de rumiantes que están en estado viremico. La revisión sistemática analizó 16 artículos científicos que	La revisión concluye que se han realizado esfuerzos limitados para evaluar la seguridad de la leche y los productos lácteos en relación con la infección por TBEV. Dada la creciente conciencia sobre los brotes alimentarios asociados con la transmisión del virus, se necesita investigar más a fondo los tipos de granjas en mayor riesgo, los tipos de quesos vulnerables,	Productos lácteos Queso Industria láctea Productos derivados de la leche Calidad y seguridad de los alimentos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
									<p>involucraron 35 recolecciones de datos sobre la prevalencia de TBEV en leches crudas y quesos. Se encontró que la prevalencia estimada de TBEV en leches individuales crudas es del 6% y del 3% en quesos, variando en la leche a granel. Los resultados sugieren que los productos lácteos pueden ser una vía significativa de transmisión de TBEV, resaltando la urgencia de un estudio</p>	<p>y la dosis infecciosa del virus. Esto puede contribuir a una mejor estrategia de vigilancia epidemiológica en el marco de la salud única (One Health) y promover la educación pública sobre los riesgos asociados con el consumo de productos lácteos no tratados. Las pruebas periódicas de leche podrían ser integradas en los sistemas de recolección de datos existentes</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									más exhaustivo sobre este riesgo.	para una mejor comprensión de la dinámica de transmisión del TBEV en diferentes áreas geográficas.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
17	A Review of the Valorization of Dairy Industry Wastes through Thermochemical, Biological, and Integrated Processes for Value-Added Products	Una revisión de la valorización de los residuos de la industria láctea mediante procesos termoquímicos, biológicos e integrados para productos de valor añadido	Google Academy	Food Science of Animal Resource	Corea del Sur	2025	<a href="https://www.kosfaj.org/archive/view_article?pid=kosfa-45-2-375">https://www.kosfaj.org/archive/view_article?pid=kosfa-45-2-375</a>	El objetivo de este artículo es revisar y evaluar los métodos de valorización de los residuos de la industria láctea a través de procesos termoquímicos, biológicos e integrados, con el fin de convertir estos residuos en productos de valor añadido y abordar los desafíos ambientales asociados con la gestión de dichos residuos.	La industria láctea es un sector crucial que genera productos esenciales, pero también es responsable de una cantidad considerable de residuos y contaminación. Este artículo presenta un panorama general de las diferentes técnicas de valorización de residuos lácteos, que incluyen procesos termoquímicos (como gasificación y pirólisis) y biológicos (como la digestión anaeróbica). Se destacan	La valorización de residuos lácteos se presenta como una estrategia prometedora en el marco de una economía circular, transformando residuos problemáticos en recursos útiles. No obstante, se identifican varios desafíos que deben ser superados para implementar con éxito estas estrategias, incluyendo la logística de recolección y transporte, regulaciones	Valorización de residuos de la industria láctea Productos lácteos Productos derivados de la leche Tradiciones lácteas Procesados lácteos Sector lácteo

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>las oportunidades para recuperar productos valiosos como biogases, biofertilizantes, biopolímeros y biosurfactantes. Además, se discuten los obstáculos actuales en la valorización de residuos lácteos y las futuras direcciones de investigación necesarias para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de estas tecnologías</p>	<p>desfavorables y la falta de inversiones adecuadas. La comprensión de la composición compleja de los residuos lácteos y su rendimiento en los procesos de conversión biológica es también crucial para su valorización efectiva. Promover la valorización de residuos puede generar beneficios económicos y ambientales significativos, apoyando la sostenibilidad en la</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
										producción industrial.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
18	Cow Milk Production, Milk Consumption , andProduction Constraints in Ethiopia: A SystematicReview	Producción de leche de vaca, consumo de leche y limitaciones de la producción en Etiopía: una revisión sistemática	Google Academy	Food Science of Animal Resources	Corea del Sur	2025	<a href="https://www.researchsquare.com/article/rs-5892534/v1">https://www.researchsquare.com/article/rs-5892534/v1</a>	El objetivo de este estudio es revisar y analizar diferentes enfoques para la valorización de residuos generados en la industria láctea, utilizando procesos termoquímicos, biológicos e integrados, para convertir estos desechos en productos de valor añadido, abordando así los desafíos ambientales y económicos asociados con el tratamiento de dichos residuos.	El estudio destaca la creciente producción de desechos en la industria láctea, que incluye tanto efluentes líquidos como sólidos. La gestión de estos desechos es un desafío significativo, ya que representa una gran parte de los costos de tratamiento. La valorización de estos residuos mediante procesos que transforman los mismos en biogás, biofertilizantes,	La valorización de desechos representa una estrategia prometedora para abordar tanto la sostenibilidad ambiental como la viabilidad económica en la industria láctea. Sin embargo, se identifican varios desafíos que deben ser superados, incluyendo la logística relacionada con la recolección y transporte de los desechos, así como limitaciones prácticas y tecnológicas	Valoración de residuos Industria láctea Productos de valor añadido Economía circular

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									biopolímeros y biosurfactantes es esencial para mitigar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. Además, se identifican obstáculos y oportunidades en la implementación de tecnologías de valorización de desechos de la industria láctea, destacando la importancia de integrar enfoques innovadores para maximizar la recuperación de recursos y fomentar una	Es fundamental promover una comprensión más profunda de la composición de los desechos lácteos y su comportamiento en los procesos de conversión biológica. Este estudio sugiere que la implementación efectiva de estrategias de valorización de desechos podría transformar residuos problemáticos en recursos valiosos, contribuyen	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									economía circular.	do a un modelo de economía circular más robusto en la industria alimentaria.	
19	The role of a national evaluation system in promoting dairy sustainability	El papel de un sistema nacional de evaluación en la promoción de la sostenibilidad de la industria láctea	Google Academy	Food Science of Animal Resources	Corea del Sur	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666910225000067">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666910225000067</a>	El objetivo del documento es revisar y analizar las diversas estrategias y tecnologías para la valorización de los residuos de la industria láctea,	El documento analiza diferentes enfoques para la valorización de residuos lácteos, incluyendo procesos termoquímicos que convierten	La valorización de residuos lácteos es esencial para promover la sostenibilidad y crear recursos útiles. A pesar de las oportunidades, existen	Industria láctea Leche y sus derivados Alimentos a base de leche Producción lechera Calidad y seguridad de los alimentos Tradiciones lácteas

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								enfocándose en los procesos termoquímicos, biológicos e integrados que permiten convertir estos residuos en productos de valor añadido. Además, busca identificar los obstáculos y las oportunidades para el desarrollo y la implementación de estas tecnologías con el fin de promover la sostenibilidad ambiental.	residuos en biocombustibles y biológicos que utilizan microorganismos para generar biogás y enzimas. Se destaca la necesidad de integrar tecnologías para maximizar sostenibilidad y se identifican desafíos actuales.	limitaciones como la falta de investigación en la cadena de suministro y la necesidad de inversiones, que requieren un enfoque integral para su implementación efectiva.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
20	The Effects of Moringa oleifera (L.) and Medicago sativa (L.) Supplementat ion on Milk Yield and Composition in Tropical Dairy: A Review	Los efectos de la suplementación con Moringa oleifera (L.) y Medicago sativa (L.) en el rendimiento y la composición de la leche en la producción lechera tropical: una revisión	Google Academy	GSAR Journal of Agriculture and Veterinary Sciences	Kenia	2025	<a href="http://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://gsarpublishers.com/wp-content/uploads/2025/01/GSARJAVS252024-Gelary-script.pdf">http://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://gsarpublishers.com/wp-content/uploads/2025/01/GSARJAVS252024-Gelary-script.pdf</a>	El objetivo principal de la investigación es analizar la efectividad de los suplementos alimenticios compuestos por Moringa oleifera y Medicago sativa en la producción de leche y la composición de esta en la agricultura lechera tropical, especialmente para los agricultores de pequeña escala en Kenia. Esto se hace en el contexto de afrontar los desafíos de la escasez de alimentos y el cambio climático.	La investigación examina las propiedades nutritivas de Moringa oleifera y Lucerne, destacando su potencial como fuentes alternativas de alimento para el ganado lechero. La producción lechera en países en desarrollo, como Kenia, enfrenta problemas significativos debido a la calidad y disponibilidad de los alimentos, lo que afecta la producción de leche. En este contexto, el	Los hallazgos de la investigación destacan el potencial significativo de Moringa oleifera y Medicago sativa para abordar los desafíos de alimentación en el sector lácteo. La evidencia sugiere que la suplementación con Moringa puede aumentar la producción diaria de leche y mejorar el contenido de proteínas y grasas de la leche. A pesar de su alto contenido	Ganado lechero Suplementación alimenticia Medicago sativa Composición de la leche Moringa oleifera Rendimiento de leche Gestión sostenible de la producción

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>estudio destaca que los agricultores de pequeña escala, que representan entre el 70% y 80% de la producción láctea total de Kenia, podrían beneficiarse enormemente de la inclusión de estas fuentes de alimentación, que ofrecen perfiles nutricionales prometedoros a un costo accesible. Sin embargo, también se debe considerar la presencia de factores anti-nutricionales en ambos suplementos.</p>	<p>proteico y digestibilidad, la implementación de estas alternativas alimenticias requiere una gestión cuidadosa de los factores anti-nutricionales. Su integración exitosa podría ayudar a cerrar la brecha de productividad entre las naciones desarrolladas y en desarrollo, promoviendo un sistema de producción láctea sostenible.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
1	Quantum of Trust: Overview of Blockchain Technology for Product Authentication in Food and Pharmaceutical Supply Chains	Quantum of Trust: Resumen de la tecnología blockchain para la autenticación de productos en las cadenas de suministro de alimentos y productos farmacéuticos	Google Academy	Trends in Food Science & Technology	Alemania	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224425000287">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224425000287</a>	El objetivo principal del estudio es proporcionar una visión general de las aplicaciones de la tecnología blockchain en las cadenas de suministro de alimentos y farmacéuticas. A través de una revisión sistemática de la literatura, el trabajo busca analizar 78 aplicaciones en 74 publicaciones y proponer un marco general que apoye a los profesionales en la	El artículo destaca los desafíos que enfrentan las cadenas de suministro de alimentos y farmacéuticos, como los productos falsificados y las ineficiencias en el suministro. Se señala que la tecnología blockchain puede aumentar la transparencia y la eficiencia en estas cadenas de suministro, a pesar de que su aplicación todavía se encuentra en una etapa temprana. La revisión de literatura revela que las	El trabajo concluye que la implementación de blockchain puede enfrentar una variedad de desafíos, incluyendo la necesidad de cumplir con regulaciones, estandarización y la infraestructura requerida. A pesar de estas dificultades, se espera que blockchain jugará un papel fundamental en la mejora de la autenticidad, seguridad y calidad de los productos en las cadenas de suministro de alimentos y farmacéuticas. El marco propuesto proporciona una guía práctica para	Blockchain Cadena de suministro de alimentos Autenticación de alimentos Cadena de suministro automático Aprendizaje Logística Abastecimiento Calidad y seguridad alimentaria

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								implementación de blockchain y a los investigadores en la identificación de desafíos de investigación.	redes blockchain permitidas y privadas son las más comúnmente aplicadas, con Ethereum y Hyperledger Fabric como plataformas predominantes. Se discuten los niveles de preparación tecnológica (TRL) y se propondrán desafíos y oportunidades para la adopción de la tecnología en las operaciones diarias.	futuras implementaciones y señala que la resolución de los desafíos identificados es crucial para fomentar la adopción de la tecnología en estas industrias.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
2	UK electric vehicle battery supply chain sustainability: A systematic review	Sostenibilidad de la cadena de suministro de baterías para vehículos eléctricos en el Reino Unido: una revisión sistemática	Google Academy	University of Warwick	Reino Unido	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124009420">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124009420</a>	El objetivo principal de este estudio es identificar y compilar los factores de sostenibilidad que afectan la cadena de suministro de baterías de iones de litio para vehículos eléctricos (EV) en el Reino Unido. Se busca entender qué significa la sostenibilidad en este contexto y aportar a la creación de un marco que permita evaluar la sostenibilidad a lo largo de la cadena de	Este estudio realiza una revisión sistemática sobre los factores de sostenibilidad en la cadena de suministro de baterías de iones de litio en el Reino Unido. A través del análisis de literatura académica y "grey literature", se identificaron 44 factores clave distribuidos en seis dimensiones de sostenibilidad: política, económica, social, técnica, legal y ambiental. A partir de estos	El estudio concluye que para evaluar la sostenibilidad de la cadena de suministro de baterías para vehículos eléctricos de manera efectiva, es crucial adoptar una definición amplia que no solo contemple aspectos ambientales y sociales, sino también factores políticos, legales y técnicos. Se insta a futuras investigaciones a desarrollar herramientas de evaluación que puedan medir estos indicadores y promover la sostenibilidad en todo el sector.	Cadenas de suministro sostenibles Distribución de Redes Suministro Logística Cadena de bloques

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
								suministro para los fabricantes de vehículos eléctricos en el Reino Unido	hallazgos, se propone una definición de sostenibilidad más holística que incluye variables que van más allá de los factores sociales y ambientales tradicionales. La investigación destaca la necesidad de un marco que evalúe estos factores, lo cual es esencial para los futuros desarrollos en el sector de vehículos eléctricos en el Reino Unido.	También se sugiere que este marco podría ser adaptado para otras regiones y tipos de cadenas de suministro de baterías, contribuyendo así a un enfoque más integral hacia la sostenibilidad en el uso de baterías.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
3	Driving eco-innovation in supply chains through multi-stakeholder collaboration: A review and research agenda	Impulso a la ecoinnovación en las cadenas de suministro mediante la colaboración entre múltiples partes interesadas: una revisión y una agenda de investigación	Google Academy	Universidad de Aveiro	Portugal	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2199853125000071">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2199853125000071</a>	El objetivo del artículo es examinar el concepto de eco-innovación (EI) y su papel en lograr un crecimiento económico sostenible mediante la integración de consideraciones ambientales y sociales. Se busca identificar las prácticas clave y las relaciones que promueven la eco-innovación en las cadenas de suministro a través de la colaboración de múltiples	El artículo revisa sistemáticamente la literatura existente sobre eco-innovación en las cadenas de suministro, destacando tanto los desafíos como las oportunidades de implementar prácticas eco-innovadoras. Subraya la importancia de las redes colaborativas que incluyen empresas, proveedores, universidades, gobiernos y la sociedad civil en la facilitación de la eco-innovación. Los	a implementación de prácticas eco-innovadoras en la cadena de suministro enfrenta diversas dificultades regulatorias, económicas, financieras, estratégicas y tecnológicas. Sin embargo, la colaboración entre los proveedores es esencial para superar estas barreras y alinear los objetivos de sostenibilidad. Se concluye que las relaciones interorganizacionales son fundamentales para el desarrollo exitoso de la eco-innovación	Gestión de la cadena de suministro Desarrollo sostenible Colaboraciones Economía circular Aprendizaje automático de suministro Redes de Suministro Distribución Cadena logística

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
								partes interesadas.	hallazgos están destinados a ayudar a las empresas y a los profesionales a comprender conceptos cruciales y relaciones relacionadas con la eco-innovación. Además, el texto sugiere áreas potenciales para investigaciones futuras en el campo.	dentro de las cadenas de suministro, facilitando el intercambio de información y recursos, así como la mitigación de riesgos.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
4	Logistics metamorphosis: the evolution of distribution models for convenience stores in Latin America. Part I of the trilogy: Transformation of distribution to convenience stores in Latin America	Metamorfosis logística: la evolución de los modelos de distribución para tiendas de proximidad en Latinoamérica. Parte I de la trilogía: transformación de la distribución a tiendas de proximidad en Latinoamérica	Google Academy	Revista Científica Orbis Cognita	Panamá	2025	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9958983">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9958983</a>	El objetivo principal del artículo es analizar la evolución de los modelos de distribución para tiendas de proximidad en Latinoamérica, enfocándose en la transición desde enfoques tradicionales hacia modelos híbridos y adaptativos, evaluando el impacto de la digitalización, sostenibilidad y gestión de riesgos, así como la resiliencia del sector	El artículo examina la transformación de los modelos de distribución para tiendas de proximidad en Latinoamérica, destacando cambios desde enfoques tradicionales hacia modelos más flexibles y adaptativos. Se emplea una revisión exhaustiva de literatura y estudios de caso, identificando seis áreas clave de evolución: digitalización y automatización, omnicanalidad	Las conclusiones del estudio resaltan la continua transformación de los modelos de distribución para tiendas de proximidad en Latinoamérica, señalando que la digitalización, sostenibilidad y resiliencia son factores clave. Se identifica una coexistencia entre modelos tradicionales y híbridos más flexibles, ilustrando la capacidad de adaptación del sector. La integración tecnológica ha mejorado la eficiencia, mientras que la sostenibilidad	Distribución de Tiendas de proximidad Transformación logística Digitalización Sostenibilidad Abastecimiento Gestión de la cadena de suministro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								tras la pandemia de COVID-19	d y entrega de última milla, sostenibilidad y economía circular, colaboración y plataformas compartidas, personalización y micro-segmentación, así como resiliencia y gestión de riesgos. Se concluye que la integración tecnológica, la sostenibilidad y la resiliencia son pilares fundamentales para la competitividad en la logística	se ha vuelto un pilar estratégico, y la resiliencia ha tomado un papel relevante en un contexto incierto, evidenciado por la pandemia de COVID-19	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
5	Machine learning in supply chain management: systematic literature review and future research agenda	Machine learning in supply chain management: systematic literature review and future research agenda	Google Academy	International Journal of Production Research	Francia y Reino Unido	2025	<a href="https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2025.2466062">https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2025.2466062</a>	<p>El objetivo del estudio es llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre el uso del aprendizaje automático (Machine Learning, ML) en la gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management, SCM). La revisión busca:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Investigar la evidencia basada en estudios de ML en el contexto de la SCM.</li> <li>Describir el estado</li> </ol>	<p>Este estudio realiza una revisión sistemática de 107 estudios sobre el uso de ML en la gestión de la cadena de suministro entre 2019 y 2023. Se identifican temas clave y barreras asociadas al uso de ML en la planeación, ejecución y control de la cadena de suministro. Se presentan cuatro temas principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pronóstico de la demanda.</li> <li>- Adquisiciones.</li> </ul>	<p>El estudio destaca el potencial no aprovechado de las aplicaciones de ML en diversas áreas de la gestión de la cadena de suministro y proporciona una guía detallada y estrategias para superar las barreras a la adopción de estas tecnologías. Utilizando el marco de las 4 V (Volumen, Variedad, Variación, Visibilidad), se presentan proposiciones de investigación y estudios de caso ejemplares enfocados en la mejora de procesos en la cadena de</p>	<p>Aprendizaje automático Gestión de la cadena de suministro Pronóstico de la demanda Adquisiciones y Riesgo Resiliencia Optimización de redes de cadena de suministro Inteligencia artificial generalizada Modelos de Lenguaje Grande Gestión de la cadena de suministro</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								actual y las tendencias clave. 3. Revisar aplicaciones clave de ML. 4. Identificar las principales barreras para la integración de ML en la gestión de la cadena de suministro. 5. Desarrollar proposiciones de investigación y establecer una agenda de investigación futura utilizando el marco de las 4 V.	- Riesgo y resiliencia de la cadena de suministro. - Optimización de la red de la cadena de suministro. Además, el estudio discute las barreras técnicas, sociales y contextuales que impiden la adopción de ML en este ámbito.	suministro, aportando así información valiosa para la integración de modelos de ML con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial generalizada y los Modelos de Lenguaje Grande (LLMs).	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
6	Topic modeling applied to the content analysis of tweets about dengue in Colombia	Modelamiento de tópicos aplicado al análisis de contenido de los tweets sobre el dengue en Colombia	Google Academy	Universidad Industrial de Santander	Colombia	2025	<a href="https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/5ea6ffd8-5471-4ceb-beef-4abbbe2244e9/content">https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/5ea6ffd8-5471-4ceb-beef-4abbbe2244e9/content</a>	Aplicar modelamiento de tópicos al análisis de contenidos de los tweets sobre información relacionada con el dengue en Colombia.	El trabajo se centra en el modelamiento de tópicos aplicado al análisis de contenido de los tweets sobre el dengue en Colombia. Se argumenta que la información epidemiológica está disponible casi en tiempo real gracias a la generación constante de contenido en Twitter, convirtiéndolo en una fuente valiosa para el análisis de salud pública. La investigación busca detectar tendencias y	Los resultados de la investigación pretenden aportar al proyecto "Modelos de Analítica de Datos Para La Vigilancia De Enfermedades Arbovirales En El Departamento De Santander". Se espera que el análisis de los tópicos relacionados con el dengue en Twitter ofrezca un entendimiento más profundo sobre la percepción pública y la evolución de la enfermedad, lo que podría contribuir a una mejor gestión de la salud pública en la región.	Cadenas de suministro Adquisición Economía circular Cadena de bloques Integración de la Cadena de Suministros

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
									desarrollar análisis detallados de hashtags y palabras clave, contribuyendo así al campo de la salud a través de la utilización de redes sociales como herramienta para la vigilancia epidemiológica	Además, se reconoce la necesidad de validación a través de métricas para seleccionar el modelo más adecuado de análisis en el contexto del dengue.	
7	Sustainable humanitarian supply chains: a systematic literature review and research propositions	Sustainable humanitarian supply chains: a systematic literature review and research propositions	Google Academy	Production Planning & Control	Tailandia, Irlanda, Suiza, Alemania, Bélgica	2023	<a href="https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2023.2273451">https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2023.2273451</a>	El objetivo del estudio es sintetizar el cuerpo de conocimiento relacionado con las cadenas de suministro humanitarias sostenibles, enfatizando el avance en la teoría de	El artículo lleva a cabo una revisión sistemática para explorar el estado actual de la gestión de cadenas de suministro humanitarias sostenibles (SHSCM), abarcando tanto la ayuda	El estudio concluye que existe una necesidad crítica de transición hacia la sostenibilidad en las operaciones humanitarias, ofreciendo una visión general de las mejores prácticas y proponiendo un	Sostenibilidad Distribución de Cadenas de suministro humanitarias Logística humanitaria

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								la gestión de estas cadenas, mediante una revisión sistemática de la literatura y el desarrollo de proposición es de investigación que guíen futuras investigaciones en este campo.	humanitaria en situaciones de desastre como la logística de ayuda al desarrollo. A través de un análisis categórico de la literatura, se identifican y categorizan los temas relevantes a la sostenibilidad en las cadenas de suministro humanitarias. Se enfatiza la necesidad de integrar factores sociales en los modelos actuales y se presentan direcciones de investigación que podrían mejorar la	conjunto de direcciones de investigación basadas en políticas para abordar los desafíos actuales en la sostenibilidad de las cadenas de suministro humanitarias. A pesar de sus limitaciones, la revisión avanza en el entendimiento teórico y práctico del SHSCM, identificando carencias en la literatura y sugiriendo futuras áreas de investigación.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									sostenibilidad en la gestión de estas cadenas.		
8	A Bibliometric Analysis of Agro-Based Industries: Trends and Challenges in Supply Chain Management	Un análisis bibliométrico de las industrias agropecuarias: tendencias y desafíos en la gestión de la cadena de suministro	Google Academy	Decision Making Advances	Reino Unido	2024	<a href="https://www.researchgate.net/publication/387278048_A_Bibliometric_Analysis_of_Agro-Based_Industries_Trends_and_Challenges_in_Supply_Chain_Management">https://www.researchgate.net/publication/387278048_A_Bibliometric_Analysis_of_Agro-Based_Industries_Trends_and_Challenges_in_Supply_Chain_Management</a>	El objetivo del estudio es realizar un análisis bibliométrico de la investigación en gestión de la cadena de suministro (SCM) dentro de negocios agroindustriales, identificando las tendencias principales,	Este trabajo presenta un análisis bibliométrico de la investigación en gestión de la cadena de suministro (SCM) centrada en negocios agroindustriales, evaluando 2,534 artículos de revistas publicados entre 2000 y	El análisis bibliométrico revela un aumento significativo en la producción de investigaciones sobre SCM en sectores agroindustriales desde 2000 hasta 2024, con un enfoque en innovaciones digitales como blockchain y agricultura inteligente. Sin	Gestión de la cadena de suministro Blockchain Agricultura inteligente Colaboración global Cadenas de suministro Logística Transformación logística Abastecimiento

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
								<p>los contribuyentes más influyentes, y las brechas de investigación para fomentar la resiliencia y la innovación en este campo.</p>	<p>2024. Se identifican tres fases de desarrollo: desarrollo temprano (2000-2008), crecimiento sostenido (2009-2016) y expansión rápida (2017-2024). Durante la fase de expansión, se nota un aumento exponencial en la atención a la integración de blockchain, la agricultura inteligente basada en IoT, la neutralidad de carbono y las cadenas de suministro resilientes, especialmente durante la</p>	<p>embargo, la investigación está concentrada en países desarrollados y presenta un descenso en las publicaciones de alto impacto tras 2021, sugiriendo una saturación temática. Se enfatiza la necesidad de estudios interdisciplinarios y colaboración global para abordar desafíos y fomentar la innovación en las cadenas de suministro agroindustriales</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>pandemia de COVID-19. El estudio también identifica a los principales contribuyentes y refleja diferencias regionales en la participación en la investigación .</p>		
9	LOGISTICS INTEGRATION: A CONCEPTUAL REVIEW	INTEGRACIÓN LOGÍSTICA: UNA REVISIÓN CONCEPTUAL	Google Academy	Universidad de Estado de Amazonas	Brasil	2025	<a href="https://www.researchgate.net/publication/389758467_LOGISTICS_INTEGRATION_A_CONCEPTUAL_REVIEW">https://www.researchgate.net/publication/389758467_LOGISTICS_INTEGRATION_A_CONCEPTUAL_REVIEW</a>	<p>El objetivo del artículo es analizar y proponer una definición moderna de integración logística, evaluando su evolución y relevancia en el contexto empresarial actual. Se busca</p>	<p>El artículo contextualiza y define el concepto de integración logística a través de un enfoque descriptivo-exploratorio, utilizando una revisión bibliográfica. Los resultados sugieren que la integración</p>	<p>La integración logística es un proceso estratégico que busca sincronizar todas las operaciones logísticas, desde el abastecimiento de materias primas hasta la distribución del producto terminado al cliente final.</p>	<p>Integración Logística Integración de la cadena de suministros Integración informacional Distribución de la cadena de suministro Cadenas de suministro Logística</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								consolidar aportes teóricos y prácticos relacionados con las consecuencias de esta integración en la competitividad y la satisfacción del consumidor.	logística no solo reduce costos y optimiza recursos, sino que también mejora el control de la cadena de suministros, aumentando la satisfacción del cliente debido a una mayor agilidad en las entregas. Además, el estudio aporta una comprensión más profunda de la importancia estratégica de la integración logística en la gestión empresarial, brindando ideas para la formulación de estrategias efectivas en	Este enfoque abarca la optimización de procedimientos, intercambio ágil de información y cooperación entre los diversos eslabones de la cadena de suministros. Se concluye que la integración logística es crucial para lograr excelencia operativa y ventaja competitiva, y se enfatiza la necesidad de investigar más sobre el papel de las tecnologías emergentes y modelos sostenibles en la ampliación de los beneficios de la	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									la optimización de la cadena de suministro y el aumento de la competitividad organizacional.	integración logística.	
10	Logistics Cost of Fresh Fruit Transport on Pallets in Peru's Agro-Export Sector: A Systematic Review	Costo logístico del transporte de fruta fresca en pallets en el sector agroexportador de Perú: una revisión sistemática	Google Academy	Universidad: Universidad Privada Antenor Orrego	Perú	2025	<a href="https://www.investigarmqr.com/2025/index.php/mqr/article/view/260/6821">https://www.investigarmqr.com/2025/index.php/mqr/article/view/260/6821</a>	El objetivo del estudio es analizar el impacto de los costos logísticos en el transporte de fruta fresca en pallets en el sector agroexportador del norte de Perú.	El estudio realiza una revisión sistemática de la literatura sobre los costos logísticos, identificando que estos representan un desafío significativo para la rentabilidad del sector agroexportad	Se identifica la necesidad de optimizar los costes logísticos en el transporte de fruta fresca para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del sector agroexportador. Se sugiere que futuras investigaciones aborden el desarrollo de modelos de	Costo logístico Eficiencia del transporte Cadena logística Transformación logística Transformación logística Abastecimiento automático Redes de Suministro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
									<p>or. Se identifican factores como la mala infraestructura vial, los altos costos de transporte refrigerado y la volatilidad de los precios del combustible, que afectan la estructura de costos. Se concluye que la eficiencia logística y el uso de tecnología son clave para optimizar estos costos y mejorar la competitividad a través de una planificación estratégica que incluya inversiones en infraestructur</p>	<p>optimización de costos y el impacto de tecnologías avanzadas como la digitalización.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									a y digitalización .		
11	Internet of Things (IoT) adoption in agriculture: a systematic review on adoption possibilities in the Brazilian rural productive environment	Adopción del Internet de las Cosas (IoT) en la agricultura: una revisión sistemática sobre las posibilidades de adopción en el entorno productivo rural brasileño	Google Academy	Universidad Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)	Brasil	2024	<a href="https://www.scielo.br/j/inter/a/78rJKPRVQmQBm6tzGQNBcZz/abstract/?lang=es">https://www.scielo.br/j/inter/a/78rJKPRVQmQBm6tzGQNBcZz/abstract/?lang=es</a>	El objetivo de la investigación es destacar las actividades agropecuarias que pueden beneficiarse de la adopción de las Cosas (IoT), explorando el corpus de investigación sobre el tema y	El artículo discute la adopción de la IoT en el ámbito rural como una herramienta prometedora para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción agropecuaria. Se llevó a cabo una Revisión Sistemática de Literatura	Los hallazgos de la investigación ofrecen una visión integral del estado del arte en relación con el uso de la IoT en la agropecuaria, sirviendo como recurso para futuras investigaciones. La información recopilada puede ayudar en el desarrollo productivo	Internet de las Cosas de Agricultura de precisión de Ganadería de precisión Agropecuaria Revisión sistemática de literatura Transformación logística Distribución Cadena logística y Calidad alimentaria Adquisición

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								ofreciendo información sobre su potencial en el desarrollo productivo rural.	que reunió información de 68 artículos publicados en las bases de datos Scopus y Web of Science. Los resultados mostraron que las publicaciones más frecuentes provienen de la revista "Computers and Electronics in Agriculture", con un enfoque en actividades agrícolas, especialmente en India y China. El estudio clasifica las investigaciones en dominios de	local y abordar necesidades urgentes de producción sostenible y eficiente en Brasil.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
									monitoreo, control, predicción y logística.		
1 2	Aplicaciones de las IA en la toma de decisiones empresariales. Una revisión sistemática	Ai applications in business decision making. A systematic review	Google Academy	REVISTA: RECIMUNDO	Honduras	2024	<a href="https://recimundo.com/~recimund/index.php/es/article/view/2491/3210">https://recimundo.com/~recimund/index.php/es/article/view/2491/3210</a>	El objetivo principal de esta investigación fue explorar y analizar el uso de la IA en la toma de decisiones empresariales, identificando patrones, beneficios, desafíos y brechas existentes mediante	La creciente integración de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito empresarial plantea oportunidades para optimizar la toma de decisiones, lo cual es crucial para la competitividad de las organizaciones en	En conclusión, la inteligencia artificial tiene el potencial de transformar la toma de decisiones empresariales al mejorar tanto la eficiencia como la efectividad. No obstante, es esencial abordar los desafíos éticos y organizacionales que surgen con su	Inteligencia Artificial de Toma de decisiones Procesos empresariales Automatización de la cadena de suministro de Cadenas de suministro Logística Transformación logística

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
								una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA	entornos dinámicos. A través de una revisión sistemática de estudios publicados entre 2015 y 2024, se encontró que la IA ha mejorado la eficiencia y precisión en áreas como gestión financiera y logística, aunque también se identificaron desafíos relacionados con la interpretación de resultados y sesgos algorítmicos	implementación. Las empresas deben combinar tecnología avanzada con juicio humano para maximizar el valor de sus decisiones en un entorno empresarial complejo	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
13	Artificial Intelligence-Enabled Supply ChainManagement: Unlocking New Opportunities and Challenges	Gestión de la cadena de suministro basada en inteligencia artificial: nuevas oportunidades y desafíos	Google Academy	Abacus Institute of Engineering and Management	India	2025	<a href="https://ojs.bonviewpress.com/index.php/AIA/article/view/1814">https://ojs.bonviewpress.com/index.php/AIA/article/view/1814</a>	El objetivo principal del documento es explorar el potencial de la gestión de la cadena de suministro (SCM) habilitada por la inteligencia artificial (IA) como una tecnología revolucionaria, capaz de transformar las operaciones de la cadena de suministro y crear nuevas oportunidades, así como enfrentar los desafíos asociados con su implementación	El artículo discute cómo la IA está redefiniendo los procesos de la cadena de suministro al facilitar la predicción de la demanda, la optimización del inventario y la mejora de la eficiencia operativa. Además, se examinan los beneficios que esta tecnología ofrece, como la reducción de costos, la mejora de la experiencia del cliente y la creación de un entorno más ágil y eficiente. Sin embargo, también se destacan los	La gestión de la cadena de suministro habilitada por IA puede mejorar la gestión de inventarios, reducir los tiempos de entrega y mejorar la comunicación entre departamentos y socios. Sin embargo, implementar IA en la SCM requiere una planificación cuidadosa y la integración de herramientas de IA en flujos de trabajo existentes. A pesar de las limitaciones, los beneficios de la SCM impulsada por IA son evidentes, y su implementación	Inteligencia Artificial Gestión de la Cadena de Suministro Optimización de Algoritmos Aprendizaje Automático Análisis Predictivo Colaboración Humano-Máquina Mantenimiento Predictivo Distribución de la cadena de suministro Cadenas de suministro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>desafíos que pueden surgir al integrar la IA en los procesos de SCM, como problemas de calidad de datos y preocupaciones éticas. El trabajo propone un marco integral para ayudar a las organizaciones a superar estas dificultades y alinear sus iniciativas de IA con sus objetivos organizacionales y consideraciones éticas</p>	<p>n seguirá siendo crucial para mantener la competitividad en un entorno empresarial en constante evolución</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
14	AI-Enabled Supply Chain Optimization	Optimización de la cadena de suministro habilitada por IA	Google Academy	International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)	India	2025	<a href="https://hal.science/hal-04927862/">https://hal.science/hal-04927862/</a>	El objetivo del estudio es investigar la utilización de tecnologías de inteligencia artificial en la gestión de riesgos en la cadena de suministro, analizando los avances más recientes, los desafíos existentes, y las áreas potenciales para futura investigación.	El artículo aborda la creciente complejidad de las cadenas de suministro globales y cómo la gestión de riesgos se ha vuelto esencial. Se examinan métodos de inteligencia artificial como el aprendizaje automático y las redes neuronales, que han demostrado ser eficaces en la identificación y mitigación de riesgos. La investigación también discute la importancia de los	El estudio concluye que, aunque la integración de tecnologías de IA en la gestión de riesgos de la cadena de suministro puede ofrecer beneficios significativos en términos de eficiencia y resiliencia, la implementación práctica enfrenta importantes obstáculos que deben ser abordados. Es necesario mejorar la transparencia y la interpretabilidad de los algoritmos de IA, así como garantizar la privacidad y seguridad de los datos. Se recomienda que	Gestión de riesgos de Cadena de suministro Inteligencia artificial Máquina de aprendizaje Redes neuronales Optimización Programación matemática Algoritmos genéticos Análisis de datos Privacidad de datos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									solucionador es de optimización en la mejora de la gestión de riesgos, así como los desafíos relacionados con la privacidad de datos, la transparencia de los sistemas de IA y la complejidad técnica en la implementación de estas tecnologías en la cadena de suministro.	futuras investigaciones se centren en superar estas barreras y exploren la sinergia entre IA y otras tecnologías emergentes, como blockchain e IoT, para gestionar riesgos de manera más efectiva.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
15	On the use of machine learning in supply chain management: a systematic review	Sobre el uso del aprendizaje automático en la gestión de la cadena de suministro: una revisión sistemática	Google Academy	Oxford University Press	Grecia, Túnez, Italia	2024	<a href="https://academic.oup.com/imaman/article/36/1/21/7849817?login=false">https://academic.oup.com/imaman/article/36/1/21/7849817?login=false</a>	El objetivo del artículo es realizar una revisión integral de la literatura sobre el uso de técnicas de aprendizaje automático (ML) en la gestión de la cadena de suministro (SCM), destacando las aplicaciones actuales y los desafíos asociados, así como examinar el impacto de ML en la eficiencia y los procesos de toma de decisiones dentro de la SCM.	Este artículo presenta una revisión sistemática sobre cómo el aprendizaje automático se ha integrado en la gestión de la cadena de suministro. Se argumenta que el uso de ML ha aumentado significativamente en los últimos años, concentrándose principalmente en la previsión de la demanda, gestión de inventarios y transporte. El artículo clasifica las contribuciones en cinco clases, según los procesos	Las aplicaciones de ML en la gestión de la cadena de suministro están en constante evolución, proporcionando un gran potencial para mejorar la eficiencia y la competitividad. Se identificó que el aprendizaje supervisado es la categoría de técnicas de ML más utilizada, y que la técnica de aprendizaje por refuerzo ha ido en aumento, especialmente en gestión de inventarios y transporte. Las previsiones de demanda son el área que más aplicaciones ha atraído, seguida	aprendizaje automático de cadena de suministro gestión sostenibilidad gestión de riesgos Logística Cadena logística

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>del marco de referencia de las operaciones de la cadena de suministro, y destaca la creciente diversidad y el aumento en la cantidad de publicaciones desde 2019. También se identifica la necesidad de más investigaciónes para abordar las lagunas actuales en el uso de ML en diversas aplicaciones de SCM.</p>	<p>de la gestión de inventarios y el transporte. Aunque hay avances, existen vacíos en la literatura que abren oportunidades para futuras investigaciones, especialmente en la aplicación de técnicas de aprendizaje por refuerzo en la previsión de la demanda</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
16	Towards a resilience evaluation framework for hydrogen supply chains: A systematic literature review and future research agenda	Hacia un marco de evaluación de la resiliencia para las cadenas de suministro de hidrógeno: una revisión sistemática de la literatura y una agenda de investigación futura	Google Academy	International Journal of Hydrogen Energy	Reino Unid	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924053679">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924053679</a>	El objetivo de este estudio es revisar sistemáticamente la literatura sobre la evaluación de la resiliencia de las cadenas de suministro de hidrógeno (HSCs), definiendo la resiliencia de estas cadenas y proponiendo un marco conceptual para su evaluación que integre perspectivas técnicas, operativas y organizacionales.	El estudio aborda la creciente importancia de la resiliencia de las cadenas de suministro de hidrógeno (HSCs) en el contexto de la transición hacia la energía limpia y los objetivos de reducción de emisiones. Se realiza una revisión sistemática de la literatura existente para identificar métodos de evaluación de la resiliencia. El estudio desarrolla un marco conceptual que integra diferentes perspectivas	La resiliencia de las cadenas de suministro de hidrógeno es crucial para el desarrollo sostenible y la transición energética. El marco conceptual propuesto ayuda a evaluar la resiliencia de las HSCs desde múltiples perspectivas. Sin embargo, se identifican áreas donde la investigación es limitada, especialmente en cuanto a la gobernanza organizativa y la selección de indicadores de resiliencia. El estudio sugiere futuras direcciones de investigación para mejorar la comprensión y	Revisión sistemática de la literatura Marco conceptual de Cadenas de suministro de hidrógeno Sistemas complejos adaptativos Resiliencia de la cadena de suministro Evaluaciones de rendimiento Cadena logística

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
									y propone un enfoque basado en sistemas para evaluar la resiliencia de las HSCs, abordando brechas de investigación y proporcionando orientación práctica.	la gestión de la resiliencia en este sector emergente.	
17	Adopción de amoníaco verde en el transporte marítimo: oportunidades y desafíos en toda la cadena de suministro de combustible	Adopción de amoníaco verde en el transporte marítimo: oportunidades y desafíos en toda la cadena de suministro de combustible	Google Academy	University of Manchester	Reino Unido	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X24004445">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X24004445</a>	El objetivo de este estudio es explorar la viabilidad de la adopción de la amoníaco verde como opción de combustible en el sector del transporte marítimo, integrando perspectivas de literatura académica y gris con	El documento aborda la presión creciente sobre el sector marítimo para reducir el consumo de energía y hacer la transición a combustibles alternativos, destacando al amoníaco verde como un candidato prominente.	Los hallazgos del estudio indican que, aunque el amoníaco verde presenta un gran potencial como opción de combustible para el transporte marítimo, existen barreras significativas que deben ser superadas. Estas incluyen inversiones en infraestructura, cambios	cadena de suministro Logística Abastecimiento Aprendizaje automático

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
								hallazgos empíricos a partir de talleres y entrevistas, evaluando tanto las oportunidades como los desafíos asociados a su implementación	Se discuten las ventajas del amoníaco verde, como su producción a partir de hidrógeno renovable y su característica de no emitir CO2 al ser combustido. Sin embargo, también se identifican múltiples desafíos para su adopción, incluyendo la falta de incentivos económicos, incertidumbres sobre las emisiones de N2O, y la necesidad urgente de desarrollar infraestructura adecuada en los puertos	normativos y los riesgos asociados a ser pioneros en la adopción de nuevos combustibles. Se enfatiza la necesidad de políticas efectivas que aborden todos los elementos de la cadena de suministro para facilitar una transición eficiente hacia alternativas de bajo carbono.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									y cadenas de suministro.		
18	Hydrogen as a Sustainable Fuel: Transforming Maritime Logistics	Hydrogen as a Sustainable Fuel: Transforming Maritime Logistics	Google Academy	Energies	Portugal	2025	<a href="https://www.mdpi.com/1996-1073/18/5/1231">https://www.mdpi.com/1996-1073/18/5/1231</a>	El objetivo del artículo es analizar el hidrógeno como un vector energético transformador para la logística marítima, evaluar su viabilidad económica, y explorar su uso en sistemas de propulsión híbridos que reduzcan el	Este artículo examina el hidrógeno como un combustible sostenible y su potencial para transformar la logística marítima. Analiza los métodos de producción de hidrógeno, las tecnologías de propulsión innovadoras y las ventajas	Se destaca el potencial revolucionario del hidrógeno como combustible sostenible para la industria marítima. La combinación de amoníaco y hidrógeno verde es clave para los esfuerzos de descarbonización. Aunque el hidrógeno presenta desafíos como	Logística sostenible marítima de Cadenas de suministro energética marítima Embarcaciones propulsadas por hidrógeno Navegación sin emisiones Descarbonización marítima Sistema de comercio de emisiones europeo Transformación logística

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
								<p>impacto ambiental del sector marítimo.</p>	<p>medioambientales de su adopción. También proporciona una evaluación comparativa con otros combustibles alternativos, destacando las fortalezas y debilidades del hidrógeno. Con base en estudios de caso y proyectos piloto, se concluye que la combinación de amoníaco y hidrógeno verde en sistemas de propulsión híbridos ofrece flexibilidad y eficiencia, lo que representa</p>	<p>costos de producción y falta de infraestructura, su implementación es esencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mover la industria hacia un futuro más verde. Se necesita investigación continua, inversión y alineación de políticas para desbloquear el potencial completo del hidrógeno.</p>	<p>Aprendizaje automático Abastecimiento</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									una solución prometedora para reducir la huella de carbono del sector marítimo.		
19	Industry 4.0 in Logistics Management in Latin America: A Bibliometric Review	industry 4.0 in Logistics Management in Latin America: A Bibliometric Review	Google Academy	Journal of Industrial Engineering and Management	Ecuador	2025	<a href="https://jiem.org/index.php/jiem/article/view/8147/1117">https://jiem.org/index.php/jiem/article/view/8147/1117</a>	Identificar el uso de la Industria 4.0 en la gestión logística en América Latina a través de una revisión bibliométrica de diferentes bases de datos.	El estudio tiene como propósito analizar cómo las tecnologías de la Industria 4.0 pueden optimizar la gestión logística en América Latina. Utilizando un enfoque cualitativo y la	La implementación de la Industria 4.0 en la gestión logística tiene el potencial de transformar las operaciones logísticas, aumentando la competitividad y la sostenibilidad empresarial en América Latina. Sin embargo,	Industria 4.0 Gestión logística Cadena de suministro Logística y seguridad alimentaria Gestión de la cadena de suministro Cadena logística

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
									<p>metodología PRISMA, se revisaron artículos recientes de bases de datos como Scielo, Scopus y Science Direct. Se incluyeron 29 artículos que destacan cómo estas tecnologías pueden mejorar la competitividad mediante la gestión eficiente de materiales y la información, utilizando herramientas como el Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial y Big Data.</p>	<p>existen desafíos significativos, como altos costos de implementación y la falta de preparación técnica en las empresas. Para maximizar los beneficios de esta transformación, es esencial promover la capacitación de la fuerza laboral y desarrollar políticas que apoyen a la adopción de estas tecnologías.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
20	Social media in supply chain management: A systematic review study to explore the future of business	Social media in supply chain management: A systematic review study to explore the future of business	Google Academy	Journal Scientific MQRInvestigar	Ecuador	2025	<a href="https://www.investigarmqr.com/2025/index.php/mqr/article/view/117">https://www.investigarmqr.com/2025/index.php/mqr/article/view/117</a>	El objetivo del estudio es realizar una revisión de la literatura existente sobre el uso de las redes sociales (SM) en el contexto de la gestión de la cadena de suministro (CS) y destacar las aplicaciones y métodos asociados.	El aumento en el uso de las redes sociales ha llevado a una proliferación de datos, los cuales las empresas están comenzando a utilizar en áreas como marketing y participación del cliente. Sin embargo, su contribución en la gestión de la cadena de suministro aún no está clara. Este estudio adopta un enfoque de revisión sistemática para organizar, analizar y sintetizar la literatura existente	El estudio concluye que la integración de las redes sociales en la gestión de la cadena de suministro está en una fase incipiente. Se requiere un esfuerzo adicional para identificar las aplicaciones efectivas de las redes sociales en este contexto y su uso para mejorar el rendimiento empresarial. La investigación sugiere la necesidad de estudios con casos reales que reporten el uso práctico de plataformas de redes sociales y sus técnicas asociadas en la CS.	Cadena de suministro Gestión operativa Redes de Suministro Abastecimiento Aprendizaje automático Abastecimiento Aprendizaje automático Redes de Suministro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									sobre la integración de las redes sociales en la CS, destacando aplicaciones actuales, herramientas, técnicas y proponiendo futuras direcciones de investigación . Se concluye que los profesionales e investigadores de la CS no han explotado completamente el potencial disruptivo de las redes sociales.		

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
1	Digitilising the energy sector: A comprehensive digital twin framework for biomass gasification power plant with CO2 capture	Digitalización del sector energético: un marco integral de gemelo digital para una planta de energía de gasificación de biomasa con captura de CO2	Google Academy	Cleaner Energy Systems	Nigeria y Sudáfrica	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277278312500007X">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277278312500007X</a>	El objetivo del estudio es desarrollar un marco integral de digital twin (DT) para una planta de energía de gasificación de biomasa con captura de CO2 (DT-BGPP), abordando las deficiencias en la implementación actual de tecnologías digitales en plantas de energía y establecer una plataforma que mejore la eficiencia operativa.	El trabajo analiza la creciente complejidad de las operaciones de plantas de energía debido a la integración de fuentes renovables y propone un marco de digital twin que puede mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. A través del análisis de estudios existentes, se identifican las principales características y componentes necesarios para un DT-BGPP, enfatizando la necesidad de un flujo de datos bidireccional completo entre el modelo digital y su	La investigación concluye que las aplicaciones de digital twin en plantas de energía son escasas, destacando la necesidad de un enfoque estructurado para desarrollar un marco robusto como el DT-BGPP. Se recomienda que cada componente del marco se desarrolle individualmente mientras se garantiza su interconexión, lo que permitirá una mejor supervisión, optimización y mantenimiento predictivo de las plantas de	Detección de anomalías y aprendizaje automático Gasificación de biomasa Gemelos digitales Modelo dinámico Red de sensores Formación Basada en Escenarios Inteligencia Artificial Modelo dinámico Análisis Predictivo Internet de las Cosas

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									contrapartida física. El estudio reconoce que, aunque hay avances en otros sectores, la aplicación de DT en la producción de energía, especialmente en la gasificación de biomasa, sigue siendo limitada.	gasificación de biomasa.	
2	Digital twin enabled smart microgrid system for complete automation: An overview	Sistema de microrred inteligente basado en gemelos digitales para una automatización completa: Resumen	Google Academy	Results in Engineering	India	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123025000982">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123025000982</a>	El objetivo del estudio es explorar los conceptos y pasos esenciales en la construcción de microrredes inteligentes habilitadas por gemelos digitales (DT-SMG), centrándose en la necesidad de automatización	El artículo examina cómo la tecnología de gemelo digital puede revolucionar los sistemas de microrredes inteligentes. Presenta un análisis comparativo de la literatura existente, destacando la importancia de la concienciación	La exploración de sistemas DT-SMG revela un potencial transformador para redefinir los sistemas de energía modernos. Se subraya la importancia de la automatización para mejorar la inteligencia y adaptabilidad	Gemelo digital Ciberseguridad Automatización Análisis de big data Tecnologías Digitales Análisis Predictivo Inteligencia Artificial

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								<p>n completa para mejorar la inteligencia de los dispositivos. La investigación también busca identificar casos de uso importantes relacionados con DT-SMG y discutir los problemas y soluciones asociados con estos marcos de automatización basados en DT.</p>	<p>situacional, la seguridad y la resiliencia en las microredes. Se discuten los estándares de implementación para la automatización y se enfatiza la necesidad de modificaciones para aplicaciones futuras. El estudio concluye que la tecnología DT puede mejorar la gestión de la energía y optimizar los procesos de toma de decisiones dentro de estas estructuras energéticas.</p>	<p>de las microredes, permitiendo que estas cumplan con las demandas de un paisaje energético dinámico. Se sugiere que la investigación futura debería enfocarse en integrar análisis avanzados, como Inteligencia Artificial (AI) y aprendizaje automático, para optimizar aún más el desempeño del sistema.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
3	Digital twin assisted surgery, concept, opportunities, and challenges for updates Lisa Asciak 1, Justicia Kyeremeh2,3	Cirugía asistida por gemelos digitales: concepto, oportunidades y desafíos	Google Academy	Seoul National University Bundang Hospital	Corea del Sur	2025	<a href="https://www.nature.com/articles/s41746-024-01413-0">https://www.nature.com/articles/s41746-024-01413-0</a>	El objetivo del documento es introducir y discutir el concepto de la Cirugía Asistida por Gemelos Digitales (Digital Twin-Assisted Surgery, DTAS), destacando su potencial para mejorar la precisión quirúrgica, los resultados clínicos, y abordar los desafíos clave que deben superarse para su implementación exitosa en la práctica clínica	El artículo revisa los recientes avances en la cirugía asistida por computadora y presenta la tecnología de gemelos digitales como una herramienta prometedora en el ámbito quirúrgico. Se detalla cómo el DTAS puede replicar virtualmente intervenciones específicas a pacientes, proporcionando actualizaciones en tiempo real a los clínicos y mejorando así la planificación y ejecución de los procedimientos quirúrgicos. Se estima que, a	Los autores concluyen que la Cirugía Asistida por Gemelos Digitales presenta grandes oportunidades para mejorar la formación quirúrgica, la planificación y la precisión en el quirófano. Sin embargo, enfatizan que existen varios desafíos, incluyendo la necesidad de un análisis de datos riguroso y el desarrollo de modelos virtuales confiables, que deben abordarse antes de que esta tecnología pueda ser ampliamente adoptada en la	Gemelo digital Datos en Tiempo Real Análisis Predictivo Tecnología digital Formación Basada en Escenarios Inteligencia Artificial Modelo dinámico Sistemas de Transporte Inteligente Análisis de datos Robótica Simulación y modelado

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									medida que se supera la pandemia y se avanza en la transformación digital del sistema de salud, la integración de tecnologías digitales en las cirugías será fundamental.	práctica clínica.	
4	Digital twin development towards integration into blue economy: A bibliometric analysis	Desarrollo de gemelos digitales hacia la integración en la economía azul: un análisis bibliométrico	Google Academy	Dalhousie University, Maritime Risk and Safety Research Group	Canadá	2025	<a href="https://www.researchgate.net/publication/380565875_Artificial_intelligence_in_surgery">https://www.researchgate.net/publication/380565875_Artificial_intelligence_in_surgery</a>	El objetivo del estudio es llevar a cabo un análisis bibliométrico sobre la tecnología de gemelos digitales (Digital Twins) y su integración en la economía azul, con miras a identificar tendencias de investigación, patrones de distribución, y	La tecnología de gemelos digitales es fundamental para la modernización de diversos sectores industriales, incluidos sistemas de energía marina, construcción y operación de barcos, acuicultura y pesca. El uso de tecnologías digitales dentro de la economía	La tecnología de gemelos digitales tiene el potencial transformador para apoyar los objetivos de desarrollo sostenible dentro de los sectores de la economía azul. A medida que la investigación y el desarrollo continúan creciendo, es crucial construir sobre	Gemelos digitales Aprendizaje Automático Análisis Predictivo Sistemas de energía marina Datos en Tiempo Real Simulación y Modelado

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								temas clave que pueden ser utilizados para promover prácticas sostenibles y políticas informadas en los sectores marinos.	azul puede ofrecer un valor añadido mediante el aumento de la eficiencia operativa y la gestión de riesgos. Se utiliza un enfoque bibliométrico para evaluar las tendencias de publicación, la distribución geográfica de las comunicaciones académicas y el impacto de la investigación. Se realiza un análisis de co-ocurrencia de palabras clave para identificar los temas principales de investigación en los sectores de la economía azul, proporcionando así una base	los avances realizados y abordar los desafíos emergentes, garantizando que la tecnología cumpla su promesa de impulsar la innovación y el desarrollo sostenible en los sectores marítimos. El estudio también destaca la necesidad de crear estándares internacionales para los marcos de datos de DT, promoviendo la interoperabilidad y principios éticos para la gestión de datos.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									para la innovación y sostenibilidad.		
5	Digital twin technology in electric and self-navigating vehicles: Readiness, convergence, and future directions	Tecnología de gemelos digitales en vehículos eléctricos y autónomos: preparación, convergencia y direcciones futuras	Google Academy	Energy Conversion and Management	India y Noruega	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174525000819">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174525000819</a>	El objetivo del documento es examinar la aplicación de la tecnología de gemelos digitales (digital twins) en vehículos eléctricos y autónomos, analizando su capacidad para mejorar la eficiencia del diseño, la construcción	La tecnología de gemelos digitales crea réplicas virtuales de sistemas físicos, lo que mejora significativamente el ciclo de vida de vehículos eléctricos (EV) y su integración en sistemas de transporte	La tecnología de gemelos digitales tiene el potencial de revolucionar la movilidad eléctrica, mejorando la seguridad, la eficiencia energética y la sostenibilidad. Sin embargo, existen desafíos significativos en términos de	Gemelo Digital Sistemas de Transporte Inteligente Internet de las Cosas Inteligencia Artificial Industria 4.0 Aprendizaje Automático Realidad Aumentada Datos en Tiempo Real

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								y la operación de estos vehículos, así como para abordar desafíos en sistemas de transporte inteligente.	inteligentes. Este artículo destaca cómo los gemelos digitales pueden optimizar la gestión de baterías, mejorar la experiencia del usuario y habilitar tecnologías avanzadas como IoT, Big Data, IA y ML. También se identifican las tendencias actuales y las oportunidades tecnológicas, así como los desafíos que enfrenta la implementación de esta tecnología en el contexto de la sostenibilidad y la eficiencia vehicular.	escalabilidad, seguridad cibernética y estándares de integración. Se sugiere que la investigación futura se enfoque en el desarrollo de modelos más avanzados, la creación de algoritmos predictivos y la estandarización para facilitar la integración de los gemelos digitales en ecosistemas de vehículos eléctricos.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
6	Digital twin technology in modern machining: A comprehensive review of research on machining errors	Tecnología de gemelos digitales en el mecanizado moderno: una revisión exhaustiva de la investigación sobre errores de mecanizado	Google Academy	Journal of Manufacturing Systems	China	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612525000135">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612525000135</a>	El objetivo del artículo es realizar una revisión exhaustiva de la aplicación de la tecnología de gemelos digitales en la gestión de errores de mecanizado, enfocándose en la identificación, modelado, trazabilidad, descomposición, control y compensación de errores en procesos de mecanizado CNC.	El artículo explora cómo la tecnología del gemelo digital puede resolver problemas asociados con la visualización y compensación de errores de mecanizado en tiempo real. Se identifican cinco funciones esenciales en la gestión de errores: identificación en tiempo real de errores de alta precisión, modelado de errores basado en datos, trazabilidad y descomposición de errores, predicción de errores y control adaptativo, así como la	Los autores concluyen que la tecnología de gemelos digitales transforma la gestión de errores de procesos de mecanizado, mejorando la precisión y eficiencia del mecanizado y promoviendo el desarrollo de la fabricación inteligente. Destacan que, a pesar de las ventajas significativas, la investigación futura debe centrarse en abordar desafíos como la calidad de los datos, la precisión del modelo y la capacidad computacional en tiempo real	Gemelo digital Realidad Aumentada Modelo dinámico Big data Control adaptativo Industria 4.0 Tecnologías Emergentes Datos en Tiempo Real Análisis Predictivo Internet de las Cosas

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									compensación de errores en un sistema de bucle cerrado. Además, se destacan las tendencias futuras de la tecnología, que incluyen un enfoque en la predicción de errores inteligente y el control adaptativo en tiempo real.	para seguir avanzando en el campo.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
7	Digital twin role for sustainable and resilient renewable power plants: A systematic literature review	El papel del gemelo digital para las centrales eléctricas renovables y resilientes: una revisión sistemática de la literatura	Google Academy	Sustainable Energy Technologies and Assessments	Australia	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213138825000281">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213138825000281</a>	El objetivo del estudio es explorar el papel de la tecnología de gemelos digitales (digital twins) en la promoción de la sostenibilidad y la resiliencia dentro de las plantas de energía renovable, utilizando una revisión sistemática de la literatura.	El artículo revisa cómo la transición hacia una generación de energía sostenible y resiliente presenta desafíos en la optimización de la utilización de recursos, la reducción de costos operativos y los impactos ambientales en las plantas de energía renovable. Con base en un análisis de 61 artículos revisados por pares, el estudio identifica y discute seis categorías clave de aplicación de la tecnología de gemelos	El estudio destaca la importancia de la tecnología de gemelos digitales en la mejora de la sostenibilidad y la resiliencia de las plantas de energía renovable. Se identificaron seis áreas clave de apoyo a la toma de decisiones que abordan dimensiones económicas, ambientales y sociales de la sostenibilidad. Los hallazgos revelan que los gemelos digitales pueden facilitar la gestión proactiva, reduciendo el tiempo de inactividad y minimizando	Simulación y Modelado Tecnologías Emergentes Gemelo digital Modelo dinámico Digitalización Análisis Predictivo Optimización de rendimiento Datos en Tiempo Real

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
									digitales: análisis predictivo, optimización del rendimiento, evaluación de riesgos, evaluación de modelos, trazabilidad de procesos e interacción humano-máquina. Las conclusiones indican que los gemelos digitales pueden mejorar significativamente la sostenibilidad en las plantas de energía mediante la reducción de costos, la optimización del uso de energía y la minimización del impacto ambiental.	el desperdicio de energía, lo que a su vez ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
8	Review and perspectives of digital twin systems for wildland fire management	Revisión y perspectivas de los sistemas gemelos digitales para la gestión de incendios forestales	Google Academy	The Hong Kong Polytechnic University	Hong Kong	2025	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-024-01810-x">https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-024-01810-x</a>	El objetivo del documento es examinar la utilidad potencial de la tecnología de Digital Twin en la gestión de incendios forestales, inspirando a investigadores y profesionales a explorar y experimentar con esta tecnología en los campos de medio ambiente, silvicultura y servicios de extinción de incendios	El artículo revisa cómo la tecnología de Digital Twin puede optimizar la prevención, monitoreo, respuesta a desastres y recuperación post-incendio. Se destaca su capacidad para integrar datos de múltiples fuentes, proporcionando una visión holística que mejora la toma de decisiones durante emergencias. También se propone que estos sistemas pueden ser herramientas de entrenamiento efectivas para simulaciones de escenarios de incendios, lo	El artículo concluye que, aunque los sistemas de Digital Twin son aplicaciones maduras en sectores industriales, su uso en la gestión de incendios forestales es aún nuevo y requiere investigación adicional. Se sugiere que es necesario establecer una arquitectura sistemática de investigación y colaboración interdisciplinaria para aprovechar al máximo esta tecnología en la lucha contra incendios. El futuro del manejo de incendios	Gemelos digitales Simulación y Modelado Modelo dinámico Monitoreo y prevención Integración de datos Robótica Internet de las Cosas Simulación de entrenamiento

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									que contribuye a una mejor preparación y respuesta de los equipos de emergencia	puede verse profundamente transformado con la adopción de estos sistemas, incluyendo el potencial reemplazo de tareas físicas por tecnologías robóticas	
9	A survey on recent trends in robotics and artificial intelligence in the furniture industry	Una encuesta sobre las tendencias recientes en robótica e Inteligencia Artificial (AI) en la industria del mueble.	Google Academy	Universidad de Udine	Italia	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736584524002072">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736584524002072</a>	El objetivo del documento es realizar una encuesta sobre las tendencias recientes en robótica e Inteligencia Artificial (AI) aplicadas a la industria del mueble, examinando aplicaciones actuales, desafíos y el impacto sobre la eficiencia de la	El artículo presenta un análisis de las aplicaciones de robótica tradicional y colaborativa en la industria del mueble, con un enfoque en procesos como el acabado, la pintura y el ensamblaje. También se examinan las contribuciones relacionadas con la gestión de datos y la	Se concluye que hay un creciente interés en la aplicación de la robótica y la Inteligencia Artificial (AI) en la industria del mueble, lo que mejora la eficiencia de la producción y reduce el riesgo de problemas de salud laboral. Sin embargo, existen desafíos en la	Inteligencia Artificial Aprendizaje automático Industria 4.0 Manufactura Robótica

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								producción y la calidad del producto.	Inteligencia Artificial (AI). A través de un cuestionario enviado a diez empresas del sector en el Campus Internacional de Tecnología de Muebles y Paneles de Friuli Venezia Giulia, se analizan las percepciones sobre estas tecnologías y su impacto en la industria.	adopción de estas tecnologías, incluyendo la integración con sistemas existentes y la escasez de personal especializado.	
10	Enhanced Solar Photovoltaic System Management and Integration: The Digital Twin Concept	Gestión e integración mejorada de sistemas solares fotovoltaicos: el concepto de gemelo digital	Google Academy	Institute for Safe Autonomy	Reino Unido	2025	<a href="https://www.mdpi.com/2673-9941/5/1/7">https://www.mdpi.com/2673-9941/5/1/7</a>	El objetivo del artículo es proporcionar una visión general de las tendencias actuales, desafíos y oportunidades futuras del concepto de gemelo digital (digital twin) en sistemas de energía	El artículo aborda la necesidad urgente de enfoques coordinados para la monitorización y mantenimiento sostenible de instalaciones solares fotovoltaicas, a medida que	El trabajo concluye que la implementación de gemelos digitales en sistemas fotovoltaicos podría revolucionar la gestión de la energía en áreas urbanas, fomentando un desarrollo	Gemelo digital Realidad Aumentada Internet de las Cosas Inteligencia Artificial Sistemas de Transporte Inteligente Sistemas autónomos Industria 4.0

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								renovable, específicamente en sistemas de energía solar fotovoltaica (PV). Busca destacar cómo el avance en tecnologías como Inteligencia Artificial (AI) (IA), Internet de las Cosas (IoT) y sistemas autónomos pueden ser aprovechados para desarrollar una infraestructura energética digitalmente conectada que apoye un suministro y mantenimiento de energía sostenible.	aumenta su adopción. Se propone la arquitectura del gemelo digital como una solución poderosa para la gestión optimizada de estos sistemas. El estudio discute la efectividad de los gemelos digitales en el mantenimiento predictivo, la fabricación eficiente y el monitoreo confiable, y subraya la importancia de la interconexión con sistemas energéticos ciberfísicos para una gestión eficiente y un manejo adecuado de los datos.	masivo de aplicaciones que integren los sistemas de energía solar en infraestructuras más amplias. Esto es crucial para promover la sostenibilidad y optimizar la operación y mantenimiento de estas instalaciones, así como para enfrentar los desafíos de la transformación digital en el sector energético.	Modelo dinámico

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
11	Advancing Health Care With Digital Twins: Meta-Review of Applications and Implementation Challenges	Impulsando la atención sanitaria con gemelos digitales: metaanálisis de aplicaciones y desafíos de implementación	Google Academy	Journal of Medical Internet Research	Canadá	2025	<a href="https://www.jmir.org/2025/1/e69544/">https://www.jmir.org/2025/1/e69544/</a>	El objetivo del estudio es revisar sistemáticamente la literatura existente sobre las aplicaciones de los gemelos digitales (DT) en el cuidado de la salud, con tres propósitos: (1) mapear las aplicaciones primarias, (2) identificar los principales desafíos y limitaciones, y (3) destacar las brechas que puedan guiar futuras investigaciones	Los gemelos digitales son representaciones digitales de sistemas del mundo real que permiten simulaciones avanzadas, modelado predictivo y optimización en tiempo real en diversos campos, incluida la atención médica. A pesar del creciente interés, la integración de los DT en la atención médica enfrenta desafíos tales como aplicaciones fragmentadas, preocupaciones éticas y barreras para su adopción. Esta revisión	Los DT tienen un potencial transformador en el cuidado de la salud, al proporcionar atención individualizada, optimización operativa y una aceleración en la investigación. Sin embargo, su adopción se ve obstaculizada por barreras técnicas, éticas y financieras. Para abordar estos problemas, es necesaria una colaboración interdisciplinaria, protocolos estandarizados y estrategias de implementación inclusivas que garanticen un acceso equitativo y un	Gemelos digitales Inteligencia Artificial Realidad Aumentada Simulación y Modelado Tecnologías Digitales Eficiencia operativa Prevención de Incendios investigación médica Modelo dinámico

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									identifica tres aplicaciones primarias: medicina personalizada, eficiencia operativa y investigación médica, subrayando el potencial de los DT mientras se abordan limitaciones significativas como la calidad de los datos y problemas éticos y socioeconómicos	impacto significativo	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
1 2	Harnessing the future: Exploring digital twin applications and implications in renewable energy	Aprovechar el futuro: exploración de las aplicaciones y las implicaciones de los gemelos digitales en las energías renovables	Google Academy	Energy Nexus	España	2025	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427125000567">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427125000567</a>	El objetivo del estudio es revisar sistemáticamente la literatura existente sobre las aplicaciones de los gemelos digitales (DT) en el cuidado de la salud, con tres propósitos: (1) mapear las aplicaciones primarias, (2) identificar los principales desafíos y limitaciones, y (3) destacar las brechas que puedan guiar futuras investigaciones	Los gemelos digitales son representaciones digitales de sistemas del mundo real que permiten simulaciones avanzadas, modelado predictivo y optimización en tiempo real en diversos campos, incluida la atención médica. A pesar del creciente interés, la integración de los DT en la atención médica enfrenta desafíos tales como aplicaciones fragmentadas, preocupaciones éticas y barreras para su adopción. Esta revisión	Los DT tienen un potencial transformador en el cuidado de la salud, al proporcionar atención individualizada, optimización operativa y una aceleración en la investigación. Sin embargo, su adopción se ve obstaculizada por barreras técnicas, éticas y financieras. Para abordar estos problemas, es necesaria una colaboración interdisciplinaria, protocolos estandarizados y estrategias de implementación inclusivas que garanticen un acceso equitativo y un	Gemelos digitales Eficiencia operativa Simulación y Modelado Industria 4.0 Tecnologías Digitales Tecnologías Emergentes Análisis Predictivo Inteligencia Artificial Robótica

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									identifica tres aplicaciones primarias: medicina personalizada, eficiencia operativa y investigación médica, subrayando el potencial de los DT mientras se abordan limitaciones significativas como la calidad de los datos y problemas éticos y socioeconómicos	impacto significativo	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
13	Encuesta y perspectiva sobre la verificación, validación y cuantificación de la incertidumbre de gemelos digitales para la medicina de precisión	Survey and perspective on verification, validation, and uncertainty quantification of digital twins for precision medicine	Google Academy	Seoul National University Bundang Hospital	Corea del Sur	2025	<a href="https://www.nature.com/articles/s41746-025-01447-y">https://www.nature.com/articles/s41746-025-01447-y</a>	El objetivo del artículo es examinar el papel crítico de los procesos de Verificación, Validación y Cuantificación de la Incertidumbre (VVUQ) para los gemelos digitales en medicina de precisión, asegurando su seguridad y eficacia, e ilustrar su aplicación a través de ejemplos en cardiología y oncología.	El artículo analiza cómo los gemelos digitales pueden transformar las prácticas clínicas al simular trayectorias de salud y permitir que los médicos tomen decisiones más informadas y personalizadas. Se enfatiza que la implementación de robustos procesos VVUQ es esencial para validar la eficacia y la seguridad de estos modelos, abordando los desafíos y oportunidades para su adopción en la práctica clínica.	La conclusión del artículo destaca la importancia de los procesos VVUQ en la implementación exitosa de gemelos digitales en la medicina de precisión. Se argumenta que un enfoque riguroso para abordar la precisión del modelo, la eficiencia computacional y la interpretación de la incertidumbre es fundamental para garantizar la confianza en las predicciones de los gemelos digitales y su adopción clínica generalizada.	Gemelos digitales Verificación Validación Cuantificación de la incertidumbre Seguridad clínica Modelos mecanicistas Toma de decisiones

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									También se discuten las limitaciones actuales y la necesidad de desarrollar metodologías más sólidas para la preparación de ensayos personalizados.		
14	Digital Twin in Industries: A Comprehensive Survey	Gemelos digitales en las industrias: una encuesta exhaustiva	Google Academy	University of Alabama in Huntsville	Estados Unidos	2025	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10926904">https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10926904</a>	El objetivo del artículo es presentar una revisión exhaustiva de los servicios y aplicaciones habilitados por la tecnología de Digital Twin (DT) en diversas industrias, analizando los fundamentos de DT, sus componentes y las tecnologías clave que lo	El documento describe cómo la tecnología de Digital Twin integra sistemas del mundo real con sus contrapartes digitales, facilitando la comunicación en tiempo real y mejorando la eficiencia operativa en sectores como fabricación, salud, transporte, energía,	Se concluye que la tecnología de Digital Twin tiene el potencial de transformar diversos sectores industriales al mejorar la gestión de recursos, optimizar procesos y permitir una toma de decisiones más informada. Sin embargo, se destacan	Gemelo digital Servicios industriales Eficiencia operativa Aprendizaje Automático Tecnologías habilitadoras Comunicación en tiempo real Integración física-digital Redes Internet de las cosas Tecnologías Digitales

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								<p>permiten. También se presta atención a los desafíos de privacidad y seguridad relacionados con su implementación en el contexto de la industria.</p>	<p>agricultura y más. A lo largo del estudio, se analizan las capacidades del DT en aplicaciones industriales, se discuten problemas de privacidad y seguridad, y se presentan hallazgos importantes y direcciones para futuras investigaciones en este campo emergente.</p>	<p>múltiples desafíos en términos de privacidad y seguridad, sugiriendo la necesidad de mejores políticas y marcos de gobernanza para abordar estas preocupaciones a lo largo del ciclo de vida de los DT.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
15	MACHINE LEARNING EN LA SEGURIDAD INFORMÁTICA DE LAS PYMES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA	MACHINE LEARNING EN LA SEGURIDAD INFORMÁTICA DE LAS PYMES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA	Google Academy	Universidad Autónoma del Perú	Perú	2025	<a href="https://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/20.500.13067/3569">https://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/20.500.13067/3569</a>	El objetivo del trabajo es realizar una evaluación crítica de la literatura existente sobre el uso del Machine Learning en la protección cibernética de las pequeñas y medianas empresas (PYMES)	El artículo revisa un total de 88 artículos publicados entre 2020 y 2024 sobre el Machine Learning aplicado a la seguridad informática de las PYMES. La investigación destaca que las PYMES están bajo un riesgo significativo de ciberataques y que la implementación de Machine Learning y técnicas de Inteligencia Artificial (AI) puede mejorar la identificación de amenazas y la gestión de riesgos. El uso de estos sistemas es crucial para fortalecer la	La implementación de Machine Learning en la ciberseguridad de las PYMES se presenta como una solución clave ante el aumento de las amenazas cibernéticas. La investigación concluye que el uso de técnicas de Machine Learning no solo permite una detección más eficaz de nuevas amenazas, sino que también es esencial para mejorar la resiliencia organizacional y optimizar la defensa frente a futuros ciberataques. Es	Machine Learning Seguridad Informática Ciberseguridad Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) Inteligencia Artificial (AI) Identificación de Amenazas Gestión de Riesgos Ciberataques Sistemas de Detección Resiliencia Organizacional

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									ciberseguridad, ayudando a las PYMEs a desarrollar medidas más eficaces frente a la creciente complejidad de los ciberataques y a proteger su información crítica. Las conclusiones indican que la adopción de estas tecnologías es vital para consolidar la defensa cibernética	fundamental que las PYMEs adopten estas tecnologías para salvaguardar sus datos y recursos frente a los desafíos de un panorama cibernético en constante evolución	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
16	Theoretical review of machine learning models for predicting payment behavior in center-managed customers in the collections sector.	Revisión teórica de modelos de Machine Learning para la predicción del comportamiento de pago en clientes gestionados desde contact-center, sector cobranzas	Google Academy	Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)	Colombia	2024	<a href="https://repository.unad.edu.co/handle/10596/67008">https://repository.unad.edu.co/handle/10596/67008</a>	Analizar las características y limitaciones de los modelos de Machine Learning utilizados en la predicción de pagos en Contact-Center del sector cobranzas.	La monografía se centra en analizar modelos de Machine Learning aplicados a la predicción del comportamiento de pago en clientes gestionados desde Contact-Centers en el sector de cobranzas. Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva que incluye modelos como Random Forest, Árboles de Decisión, Redes Neuronales y Máquinas de Soporte Vectorial (SVM). Los modelos fueron evaluados en términos de precisión y	Los modelos de Machine Learning, particularmente Random Forest, Árbol de Decisión y Redes Neuronales, han mostrado un rendimiento superior en segmentación de clientes y predicción de comportamiento de pago. Estos modelos son efectivos en el manejo de grandes volúmenes de datos y relaciones no lineales. Sin embargo, SVM y XGBoost presentan limitaciones operativas. El análisis de variables, incluyendo historial de	Machine Learning Inteligencia Artificial Modelos predictivos Variables económicas Variables demográficas Historial de pagos Datos en Tiempo Real Realidad Aumentada

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									capacidad predictiva, revelando que Random Forest y XGBoost ofrecieron un balance óptimo entre desempeño y adaptabilidad. Se identificaron variables determinantes como factores económicos y demográficos que afectan las predicciones, y se brindaron recomendaciones para implementar soluciones efectivas en la gestión de cobranzas.	pagos y características demográficas, es crucial para una predicción precisa, y se destaca la importancia de un manejo dinámico de la información.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
17	A Systematic Review on Industrial 4.0 Readiness for Environmental Sustainability Considering Cultural Influences	Una revisión sistemática sobre la preparación de la Industria 4.0 para la sostenibilidad ambiental considerando las influencias culturales	Google Academy	University Teknikal Malaysia Melaka	Malasia	2025	<a href="https://journal.iistr.org/index.php/ESL/article/view/735">https://journal.iistr.org/index.php/ESL/article/view/735</a>	El objetivo del artículo es realizar una revisión sistemática sobre la preparación de la industria 4.0 para la sostenibilidad ambiental, teniendo en cuenta las influencias culturales. Se busca integrar las dimensiones culturales en la evaluación de la sostenibilidad ambiental, ofreciendo un marco comprensivo que considera tanto las capacidades tecnológicas como los matices culturales.	El artículo examina cómo los valores culturales influyen en la preparación de la industria 4.0 para la sostenibilidad ambiental. A través de un análisis sistemático de la literatura, se establece que las estrategias para mitigar el impacto ambiental y fomentar el desarrollo sostenible deben considerar los contextos culturales en los que se aplican. Se utiliza el marco de Hofstede para entender estas influencias, aunque se señala que	El artículo concluye que la integración de los valores culturales en la preparación para la industria 4.0 es esencial para conseguir una sostenibilidad a largo plazo. Se destaca la necesidad de enfoques interdisciplinarios que combinen análisis cultural, ciencia ambiental y tecnología para desarrollar estrategias más efectivas. Además, se enfatiza la importancia de crear políticas y marcos regulatorios que alineen la sostenibilidad	Industria 4.0 Tecnologías Emergentes Análisis Intercultural Estrategias Sostenibles Prácticas Industriales Datos en Tiempo Real

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									<p>puede simplificar la interacción dinámica entre la cultura y los avances tecnológicos. La revisión incluye metodologías detalladas para identificar valores culturales relevantes y propone estudios de caso para ilustrar la integración exitosa de la sostenibilidad en las prácticas de la industria 4.0.</p>	<p>ambiental con las normas culturales de cada país.</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
18	THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGY IN MOURNING SITUATIONS: A systematic literature review	EL USO DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN SITUACIONES DE DUELO: Una revisión sistemática de la literatura	Google Academy	Psicologia e Saúde em Debate	Brasil	2025	<a href="http://psicodebate.dpgps.ufpa.br/index.php/periodico/article/view/1301">http://psicodebate.dpgps.ufpa.br/index.php/periodico/article/view/1301</a>	El objetivo del estudio es explorar la literatura sobre el uso de la tecnología digital en situaciones de luto, con el fin de comprender las posibles repercusiones y efectos en las personas en duelo.	Este estudio realiza una revisión sistemática de la literatura publicada entre 2014 y 2024 sobre cómo las tecnologías digitales pueden afectar el proceso de duelo. Se identificaron un total de 41 artículos, de los cuales se seleccionaron 9 para análisis y discusión. Los resultados indican que el uso de la tecnología digital en el luto es un tema controvertido. Por un lado, puede facilitar la continuidad de vínculos con los fallecidos, pero, por otro lado, también puede ser	La investigación concluye que, aunque las tecnologías digitales pueden ofrecer recursos valiosos en el proceso de duelo, deben ser utilizadas con precaución. Es indispensable el apoyo de profesionales capacitados para guiar a los enlutados en su uso, considerando que en algunos casos, el uso inadecuado de estas herramientas puede ser más perjudicial que beneficioso.	Tecnología Digital en Tiempo Real Realidad Aumentada Análisis Predictivo Inteligencia Artificial Industria 4.0 Simulación Internet de las Cosas

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
									perjudicial para aquellos con complicaciones en el duelo. Se concluye que es necesario un uso cauteloso de estas tecnologías y que el acompañamiento de profesionales capacitados es esencial.		
19	Processing tools and platforms: A systematic analysis in the context of IoT and Big Data	Herramientas y plataformas de procesamiento: Un análisis sistemático en el contexto de IoT y Big Data	Google Academy	Odigos	Ecuador	2025	<a href="https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro/article/view/1479">https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro/article/view/1479</a>	El objetivo del estudio es identificar y evaluar las herramientas de Big Data más utilizadas en soluciones de IoT, a través de una revisión sistemática de la literatura que permita abordar áreas clave en la implementación de IoT, específicamente	El artículo presenta una revisión sistemática que aborda cómo el Internet de las Cosas (IoT) ha transformado diversos sectores mediante la conexión de dispositivos inteligentes, generando una gran cantidad de datos. Para gestionarlos eficazmente, se	Las herramientas de Big Data son esenciales para las soluciones IoT, permitiendo gestionar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y ofreciendo escalabilidad y capacidades analíticas avanzadas. La	Big Data Internet de las Cosas Revisión Sistemática Metodología Kitchenham Escalabilidad Gestión de Datos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesauros
								te en gestión de datos, toma de decisiones estratégicas y optimización operativa en contextos empresariales e industriales	requiere el uso de herramientas de Big Data. El estudio utiliza la metodología de Kitchenham para analizar publicaciones relevantes y determina las principales herramientas de Big Data utilizadas para optimizar procesos en IoT, así como los desafíos técnicos y operativos que enfrentan las organizaciones	investigación confirma la importancia de integrar estas tecnologías para optimizar la toma de decisiones y promover el desarrollo sostenible, destacando, a su vez, la necesidad de seguir explorando en el ámbito del aprendizaje automático y la Inteligencia Artificial (AI) para futuros desarrollos	
20	Technologies 4.0 (IOT and data science) aimed at optimizing the management of construction projects	Tecnologías 4.0 (IOT y ciencia de datos) orientada a optimizar la gestión de proyectos de construcción	Google Academy	European Public & Social Innovation Review	Colombia	2025	<a href="https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1621">https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1621</a>	El objetivo de la investigación es establecer los niveles de apropiación de tecnologías emergentes, principalmente e la ciencia de datos y el Internet de las	El artículo presenta una investigación sobre el uso de tecnologías emergentes en la gestión de proyectos de construcción. Se realizó una revisión de la literatura y se	Se concluye que el sector de la construcción en Colombia tiene un largo camino por recorrer en la incorporación de tecnologías emergentes. Aunque hay un	Gestión de proyectos Ciencia de datos Internet de las cosas Sector construcción Cadena de valor Revisión sistemática

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS											
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Entidad (revista, universidad, etc.)	País	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión	Tesoros
								cosas (IoT), en la gestión de proyectos del sector de la construcción en Colombia	evaluó el nivel de madurez tecnológica entre 97 empresas del sector en Colombia. Los resultados indican un alto interés en la implementación de tecnologías de gestión de proyectos, pero también revelan que hay significativos desafíos en la incorporación de estas tecnologías, especialmente en la fase de diseño y construcción	gran interés y disposición para adoptar estas tecnologías, los niveles actuales de madurez tecnológica son bajos, y se requiere desarrollar nuevas capacidades, habilidades y estrategias para una innovación efectiva	Gestión de costos Gestión de tiempos

**Apéndice B.** Lista de documento analizados

**Tabla 13.** Lista de documento analizados

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
1	Dairy product quality evaluation using optimization-based deep maxout network with blockchain-driven internet of things	Evaluación de la calidad de los productos lácteos mediante una red de maximización profunda basada en optimización con Internet de las cosas impulsada por blockchain	Scopus	Cerrado	Ingles	Redes y aplicacion es punto a punto	Ingl aterra	2025	<a href="https://www.researchgate.net/publication/389883359_Dairy_product_quality_evaluation_using_optimization-based_deep_maxout_network_with_blockchain-driven_internet_of_things">https://www.researchgate.net/publication/389883359_Dairy_product_quality_evaluation_using_optimization-based_deep_maxout_network_with_blockchain-driven_internet_of_things</a>	Proponer un modelo de evaluación de la calidad de los alimentos lácteos integrando tecnología IoT, blockchain y aprendizaje profundo, con el fin de garantizar la trazabilidad, transparencia y eficiencia en la	La ganadería y la agricultura son pilares fundamentales para la estabilidad social y económica, pero enfrentan desafíos como la seguridad alimentaria y la transparencia en la cadena de suministro. Este artículo presenta un sistema de evaluación de calidad para alimentos lácteos basado en la integración de IoT y blockchain. El	La integración de IoT, blockchain y técnicas de aprendizaje profundo permite optimizar el control de calidad en la cadena de productos lácteos, garantizando mayor trazabilidad, transparencia y eficiencia. El modelo propuesto, BC_GVOA + DMN, demostró un rendimiento superior

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										cadena de suministro alimentaria.	modelo utiliza etiquetas RFID para recopilar datos en cada fase de la cadena de suministro, desde el proveedor hasta el consumidor. Además, incorpora un módulo de evaluación de calidad mediante aprendizaje profundo, utilizando normalización de datos y el algoritmo Gannet Vulture Optimization (GVOA), junto con la red Deep Maxout Network (DMN). Los resultados obtenidos muestran una alta precisión con un TPR del	frente a métodos existentes, consolidándose como una solución innovadora para enfrentar los retos actuales en la industria alimentaria.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											93%, TNR del 92,6% y un tiempo de validación reducido, superando a otros métodos tradicionales.	
2	A Hybrid Machine Learning Approach to Evaluate and Select Agile-Resilient-Sustainable Suppliers Considering Supply Chain 4.0:	Un enfoque híbrido de aprendizaje automático para evaluar y seleccionar proveedores ágiles, resilientes y sostenibles considerando la cadena de suministro 4.0:	ResearchGate	Abierto	Ingles	Process Integration and Optimization for Sustainability	Singapur	2025	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s41660-025-00483-1">https://link.springer.com/article/10.1007/s41660-025-00483-1</a>	El objetivo central del estudio es evaluar y seleccionar proveedores que sean ágiles, resilientes y sostenibles	El artículo explora la importancia de seleccionar proveedores que no solo cumplan con criterios económicos, sino que también sean sostenibles y resilientes	Se concluye que la implementación de un enfoque híbrido para la selección de proveedores permite a las empresas no solo identificar

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
	A Real Case Study	un estudio de caso real								, consideran do los principios de la Supply Chain 4.0. Esto se realiza a través de un enfoque de aprendizaje automático o híbrido, con el fin de mejorar la toma de decisiones en la gestión de la cadena de suministro .	frente a las turbulencias del entorno actual (como las crisis globales). Se utilizan metodologías innovadoras, como la optimización multiobjetivo y algoritmos de aprendizaje automático, para evaluar el desempeño de los proveedores con base en múltiples criterios. El estudio se aplica a un caso real, lo que proporciona relevancia práctica a las teorías discutidas.	proveedores eficientes desde el punto de vista económico, sino también aquellos que pueden adaptarse a cambios inesperados y contribuir a la sostenibilidad del sistema. Este enfoque, basado en datos y tecnologías emergentes, proporciona una ventaja competitiva esencial en la actual era de la Supply Chain 4.0.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
3	Fog computing based cyber physical systems for supply chain management in industry 4.0 - Analysis on security and privacy issues, challenges and solutions	Sistemas ciberfísicos basados en computación en la niebla para la gestión de la cadena de suministro en la industria 4.0: análisis de problemas, desafíos y soluciones de seguridad y privacidad	ResearchGate	Abierto	Inglés	INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING, CIRCUITS, ENERGY AND MATERIALS ICCCEM-2022	India	2025	<a href="https://pubs-aip-org.biblioteca.virtual.uis.edu.co/aip/ac/p/article-abstract/3137/1/020027/3340588/Fog-computing-based-cyber-physical-systems-for?redirectedFrom=fulltext">https://pubs-aip-org.biblioteca.virtual.uis.edu.co/aip/ac/p/article-abstract/3137/1/020027/3340588/Fog-computing-based-cyber-physical-systems-for?redirectedFrom=fulltext</a>	Analizar el papel del Internet Industrial de las Cosas (IIoT) asistido por niebla en la gestión de la cadena de suministro de la industria láctea, identificando sus beneficios, vulnerabilidades de seguridad y desafíos, así como las oportunidades de investigación futura en este campo.	La implementación del Internet Industrial de las Cosas (IIoT) en la Industria 4.0 ha revolucionado la forma en que se interconectan y procesan los datos entre dispositivos. En la industria alimentaria, particularmente en el sector lácteo, garantizar la calidad de los productos es una prioridad que requiere una adecuada gestión de la cadena de suministro. Este documento explora cómo el IIoT, combinado con la tecnología de niebla y	La integración del IIoT asistido por niebla y tecnología blockchain en la industria láctea representa una solución innovadora para mejorar la trazabilidad, seguridad y calidad de los productos. No obstante, persisten desafíos relacionados con la seguridad, la privacidad y la interoperabilidad de los sistemas. Abordar estas limitaciones es crucial para lograr una cadena de suministro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											<p>blockchain, permite una supervisión más eficiente, segura y escalable de los productos alimenticios. También se abordan las amenazas a la seguridad y privacidad, así como las vulnerabilidades que pueden ser aprovechadas por atacantes. El artículo analiza arquitecturas existentes, desafíos técnicos, soluciones propuestas en investigaciones previas y plantea temas abiertos que requieren mayor atención por parte de la</p>	<p>más transparente y confiable. El estudio revela la necesidad de continuar explorando soluciones tecnológicas que fortalezcan la confianza del consumidor y reduzcan los riesgos en entornos industriales críticos.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											comunidad científica.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
4	Transformation of the Dairy Supply Chain Through Artificial Intelligence: A Systematic Review	Transformación de la cadena de suministro de productos lácteos mediante inteligencia artificial: una revisión sistemática	Scopus	Abierto	Ingles	Sustainability	Ecuador	2025	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/17/3/982">https://www.mdpi.com/2071-1050/17/3/982</a>	El artículo utiliza una metodología basada en PRISMA para examinar la literatura existente sobre la implementación de IA en las cadenas de suministro de productos lácteos. A través de un análisis exhaustivo, se realizó una revisión de estudios relevantes que evalúan diversas tecnologías de IA, como el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, en el contexto de la industria láctea. Los autores identificaron un total de 82	El artículo utiliza una metodología basada en PRISMA para examinar la literatura existente sobre la implementación de IA en las cadenas de suministro de productos lácteos. A través de un análisis exhaustivo, se realizó una revisión de estudios relevantes que evalúan diversas tecnologías de IA, como el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, en el contexto de la industria láctea. Los autores identificaron un total de 82	La conclusión del estudio destaca que, aunque la aplicación de la inteligencia artificial en la cadena de suministro de productos lácteos muestra un gran potencial para mejorar la sostenibilidad y eficiencia, aún existen limitaciones en la literatura. Se subrayan la necesidad de realizar investigaciones comparativas adicionales y de abordar las preocupaciones éticas asociadas con

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											estudios relevantes iniciales, de los cuales se filtraron 50 para un análisis más detallado. La revisión revela que la IA tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia operativa y la sostenibilidad en este sector, aunque se evidencian áreas que requieren más investigación, como la efectividad a largo plazo y preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad de los datos.	el uso de IA. Los hallazgos del estudio sugieren la importancia de continuar investigando sobre las diferentes aplicaciones de la IA en este campo para maximizar sus beneficios y fomentar su aceptación en la industria.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
5	Blockchain-based smart dairy supply chain: catching the momentum for digital transformation	Cadena de suministro de productos lácteos inteligente basada en blockchain: aprovechando el impulso de la transformación digital	ResearchGate	Abierto	Inglés	Revista de Agronegocios en Economías en Desarrollo y Emergentes	India	2025	<a href="https://www.researchgate.net/publication/371598473_Blockchain-based_smart_dairy_supply_chain_catching_the_momentum_for_digital_transformation">https://www.researchgate.net/publication/371598473_Blockchain-based_smart_dairy_supply_chain_catching_the_momentum_for_digital_transformation</a>	El objetivo central del artículo es explorar cómo la implementación de una cadena de suministro de lácteos inteligente basada en blockchain puede impulsar la transformación digital en la industria láctea, mejorando la transparencia, la eficiencia y la gestión a lo largo de la cadena de suministro.	El artículo discute el uso de tecnología blockchain en la cadena de suministro de productos lácteos, destacando sus beneficios, como una mayor transparencia y eficiencia en los procesos. Se analizan las aplicaciones de blockchain para rastrear productos desde la granja hasta el consumidor, lo que garantiza que los productos sean auténticos y seguros. Además, menciona las tecnologías digitales, en conjunto con blockchain,	El artículo concluye que la implementación de tecnologías basadas en blockchain en la cadena de suministro de lácteos no solo tiene el potencial de mejorar la transparencia y la eficiencia operativa, sino que también puede fomentar una mayor confianza entre los consumidores y los productores. Sin embargo, se subrayan los desafíos que deben abordarse, como la resistencia al cambio, la

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											<p>pueden mejorar la gestión de la cadena de suministro, facilitar el acceso a información en tiempo real y optimizar la toma de decisiones. También se abordan las oportunidades y los desafíos que enfrentan los actores de la industria láctea en la adopción de estas innovaciones.</p>	<p>necesidad de infraestructura adecuada y la capacitación de los actores involucrados en el sector para una adopción exitosa de estas innovaciones digitales. Al enfrentar estos desafíos, la industria láctea puede avanzar hacia una transformación digital significativa que beneficie a todos los participantes en su cadena de suministro.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
6	Principles of food and dairy safety: challenges and opportunities	Principios de seguridad alimentaria y láctea: desafíos y oportunidades	ResearchGate	Abierto	Inglés	Editorial Springer Nature.	India	2025	<a href="https://www.researchgate.net/publication/388581836_Principles_of_Food_Dairy_Safety_Challenges_and_Opportunities">https://www.researchgate.net/publication/388581836_Principles_of_Food_Dairy_Safety_Challenges_and_Opportunities</a>	El objetivo central del capítulo es examinar los principios de seguridad alimentaria y láctea, identificando los desafíos y oportunidades actuales en la industria alimentaria y láctea, especialmente en el contexto de la creciente demanda global y las preocupaciones de los consumidores sobre la seguridad	El capítulo destaca que en los últimos 20 años ha habido un aumento notable en los incidentes de peligros alimentarios, lo que ha llevado a un aumento en la preocupación del consumidor sobre la seguridad de los alimentos. A medida que la demanda global de productos lácteos se expande debido a factores como cambios en las preferencias dietéticas, mayores ingresos disponibles y el crecimiento de la población, también surgen oportunidades de innovación	La conclusión del capítulo subraya la necesidad urgente de adoptar prácticas sostenibles y tecnologías innovadoras en la producción y distribución de productos lácteos para abordar tanto los desafíos presentes como las demandas futuras. Esto implica la implementación de regulaciones efectivas y mecanismos de control que aseguren la calidad y la seguridad de los productos lácteos, así como la

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										alimentaria.	en productos lácteos más saludables y sostenibles. El texto también menciona los desafíos que enfrenta la industria, que incluyen variaciones en la producción, interrupciones en la cadena de suministro y la necesidad de garantizar estándares de calidad y seguridad de manera consistente en diversas regulaciones y prácticas internacionales.	adaptación a las expectativas cambiantes de los consumidores hacia productos más naturales y éticamente producidos. La colaboración entre las partes interesadas en la cadena de suministro es crucial para lograr un enfoque integral que beneficie a la industria y a los consumidores.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
7	An IoT-enabled holochain-based agri-food traceability system: Application in the recombined milk supply chain	Un sistema de trazabilidad agroalimentaria basado en holocadena y habilitado mediante IoT: aplicación en la cadena de suministro de leche re combinada	ResearchGate	Cerrado	Inglés	Revista Internacional de Tecnología de la Información	Singapur	2025	<a href="https://www.researchgate.net/publication/388409154_A_holochain-based_IoT-enabled_agri-food_traceability_system_application_in_the_recombined_milk_supply_chain">https://www.researchgate.net/publication/388409154_A_holochain-based_IoT-enabled_agri-food_traceability_system_application_in_the_recombined_milk_supply_chain</a>	Proponer y evaluar un modelo de trazabilidad agroalimentaria habilitado para IoT basado en Holochain, orientado a mejorar la eficiencia, sostenibilidad y seguridad en la cadena de suministro de leche re combinada en la industria láctea.	La integración de Blockchain con sistemas de trazabilidad basados en IoT ha representado un avance significativo en la mejora de la calidad, seguridad y transparencia alimentaria. No obstante, estas soluciones aún enfrentan limitaciones como la redundancia de datos, el alto consumo energético y los largos tiempos de transacción. En respuesta, este estudio presenta un modelo innovador basado en Holochain para sistemas de trazabilidad agroalimentaria. A través de	El modelo basado en Holochain demuestra ser una solución viable y eficaz para superar las limitaciones de los sistemas tradicionales de trazabilidad basados en Blockchain. Al aplicarse en la cadena de suministro de leche re combinada, ofrece mejoras sustanciales en términos de sostenibilidad, velocidad y eficiencia. Esta propuesta no solo refuerza la transparencia y seguridad

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											<p>un caso aplicado a la cadena de suministro de leche recombinada en una empresa láctea, se desarrolló una interfaz web que permite a todos los actores de la cadena interactuar con el sistema. Los resultados evidencian que Holochain ofrece ventajas respecto a Blockchain, como mayor sostenibilidad, eficiencia operativa y capacidad de escalabilidad, lo que representa una alternativa prometedora para el sector alimentario.</p>	<p>alimentaria, sino que también abre nuevas oportunidades para implementar tecnologías descentralizadas e innovadoras en la industria láctea. El estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones orientadas a la adopción de Holochain en entornos agroalimentarios.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
8	Milk Pit: IoT-Integrated Milk Analyzer with Cloud-Connected Mobile Application	Milk Pit: Analizador de leche integrado con IoT y aplicación móvil conectada a la nube	Scopus	Abierto	Ingles	Proceedings of the Third International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things	India	2025	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10914881">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10914881</a>	El objetivo central del proyecto Milk Pit es desarrollar una plataforma digital que integre tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT), para monitorear y mejorar la calidad y productividad de la leche en los productores lácteos de Tamil Nadu, India. A través de esta plataforma, se busca facilitar un seguimiento	El documento presenta Milk Pit, una innovación tecnológica diseñada para abordar los desafíos que enfrentan los agricultores lácteos en India, donde la calidad de la leche es vital tanto para los productores como para los consumidores. La plataforma cuenta con una aplicación móvil y dispositivos de análisis de leche que permiten el monitoreo en tiempo real de la leche, sino que también empodera a los agricultores al proporcionarles datos	El proyecto Milk Pit tiene el potencial de revolucionar las prácticas de producción lechera en India al ofrecer un marco que promueve la calidad, la transparencia y la accesibilidad. La implementación de tecnologías IoT no solo facilita el monitoreo en tiempo real de la leche, sino que también empodera a los agricultores al proporcionarles datos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										o constante de la calidad de la leche, promover la transparencia en la cadena de suministro lácteo y empoderar a los agricultores con información útil que les permita mejorar la salud de su ganado y la calidad de su producción.	accesibilidad para los agricultores locales, muchos de los cuales pueden ser hablantes de inglés. Mediante pruebas reales con un prototipo que involucró análisis de leche de 57 vacas, el sistema demostró su efectividad. Milk Pit también establece una conexión directa entre los productores y los consumidores, lo cual fortalece la confianza en la cadena de suministro lácteo. Además, se	esenciales para mejorar la salud de su ganado y optimizar su producción. La inclusión del idioma local en la plataforma es una mejora significativa que destaca la importancia de la accesibilidad en la adopción de nuevas tecnologías. Con el objetivo de avanzar hacia un sector lácteo más inteligente y sostenible, Milk Pit representa un esfuerzo significativo hacia la mejora no solo de la calidad de la

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											menciona que se planea expandir la aplicación a múltiples idiomas y añadir inteligencia artificial para ofrecer precios de mercado equitativos.	leche, sino también de la equidad y la eficiencia en la cadena de suministro lácteo en el país.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
9	Unlocking Dairy Traceability: Current Trends, Applications, and Future Opportunities	Desbloqueo de la trazabilidad de los productos lácteos: tendencias actuales, aplicaciones y oportunidades futuras	ResearchGate	Cerrado	Inglés	Laboratorio de Mohit Malik	Australia	2024	<a href="https://www.researchgate.net/publication/383123667_unlocking_dairy_traceability_current_trends_applications_and_future_opportunities">https://www.researchgate.net/publication/383123667_unlocking_dairy_traceability_current_trends_applications_and_future_opportunities</a>	Analizar los desarrollos recientes, oportunidades y desafíos relacionados con la implementación de sistemas de trazabilidad en la industria láctea, evaluando su impacto en la sostenibilidad, la calidad del producto y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	La trazabilidad se posiciona como un componente esencial de calidad en las cadenas de suministro, particularmente en sectores como el lácteo, donde los productos son altamente perecederos y vulnerables a fraudes, adulteraciones y contaminaciónes. Este estudio revisa el estado teórico y tecnológico de la trazabilidad en la industria láctea, haciendo énfasis en el papel de las tecnologías digitales y su relación con indicadores de sostenibilidad.	Un sistema de trazabilidad eficaz en la industria láctea resulta fundamental para garantizar productos seguros, de calidad y éticamente producidos. Su implementación no solo refuerza la transparencia y la confianza en la cadena de suministro, sino que también permite avanzar hacia una producción más sostenible, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											<p>A través del análisis de contenido, se examinan avances recientes y se identifican áreas potenciales de investigación en torno a la trazabilidad. El sistema de trazabilidad no solo mejora la seguridad y la calidad, sino que también optimiza procesos, fomenta la confianza del consumidor y fortalece la colaboración entre los actores de la cadena. Además, contribuye al uso eficiente de recursos y a la reducción de desperdicios, apoyando así</p>	<p>Las tecnologías digitales juegan un papel crucial en este proceso, abriendo oportunidades de investigación e innovación. El análisis realizado demuestra que la trazabilidad es una herramienta estratégica para enfrentar los retos actuales del sector lácteo y transformar sus operaciones con enfoque hacia el desarrollo sostenible.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											varios de los ODS establecidos por las Naciones Unidas.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
10	Enhancing the prediction accuracy of dairy product quality using random forest compared with logistic regression algorithm	Mejora de la precisión de la predicción de la calidad de los productos lácteos mediante un bosque aleatorio en comparación con un algoritmo de regresión logística	ResearchGate	Cerrado	Inglés	CONFERENCIA CIENTÍFICA INTERNACIONAL INTERDISCIPLINARIA SOBRE ENERGÍA VERDE, ENERGÍA AMBIENTAL Y RENOVABLE, MATERIALES AVANZADOS Y DESARROLLO SOSTENIBLE: ICGRMS D24	Alemania	2024	<a href="https://www.researchgate.net/publication/385723369_Enhancing_the_prediction_accuracy_of_dairy_product_quality_using_random_forest_compared_with_logistic_regression_algorithm">https://www.researchgate.net/publication/385723369_Enhancing_the_prediction_accuracy_of_dairy_product_quality_using_random_forest_compared_with_logistic_regression_algorithm</a>	Desarrollar y evaluar un algoritmo de Bosque Aleatorio Novel para mejorar la precisión en la predicción de la calidad de productos lácteos, superando los resultados obtenidos con métodos tradicionales como la regresión logística. Utilizando un conjunto de datos de Kaggle, se evaluó la calidad de la leche mediante ambos enfoques, aplicando modelos con una muestra de 5800 datos, una	Este estudio tiene como objetivo desarrollar un algoritmo de Bosque Aleatorio Novel para mejorar la precisión en la predicción de la calidad de productos lácteos, superando los resultados obtenidos con métodos tradicionales como la regresión logística. Utilizando un conjunto de datos de Kaggle, se evaluó la calidad de la leche mediante ambos enfoques, aplicando modelos con una muestra de 5800 datos, una	Los hallazgos de esta investigación demuestran que el algoritmo de Bosque Aleatorio Novel ofrece una mayor precisión en la predicción de la calidad de productos lácteos en comparación con la regresión logística. La diferencia significativa en los resultados resalta el potencial del Bosque Aleatorio como una herramienta robusta y confiable para aplicaciones en la industria

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											<p>potencia estadística de 0,8 y un nivel de confianza del 95 %. Los resultados muestran que el Bosque Aleatorio Novel alcanzó una precisión superior, con una significancia estadística de <math>p &lt; 0,05</math> (valor <math>p = 0,027</math> en la prueba T), detectando con mayor exactitud los niveles de calidad de los productos. En contraste, la regresión logística presentó una precisión del 80 %, evidenciando una diferencia notable entre ambos métodos. Así,</p>	<p>alimentaria, específicamente en la mejora de los controles de calidad. Estos resultados abren la puerta a futuras investigaciones enfocadas en el perfeccionamiento de modelos predictivos aplicables a otros sectores del procesamiento y distribución de alimentos.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											el Bosque Aleatorio Novel se posiciona como una herramienta más eficaz para predecir la calidad en la industria láctea.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
1	Smart Dairy: Driving Emerging ICT-Based Efficient Dairy Supply Chains Through Data-Driven Decision-Making	Productos lácteos inteligentes: Impulsar las cadenas de suministro de productos lácteos eficientes basadas en las TIC mediante la toma de decisiones basada en datos	Scopus	Abierto	Ingles	International Journal of Information Management Data Insights	India	2024	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667096824000867">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667096824000867</a>	El objetivo central del artículo es identificar y modelar los factores críticos de éxito (CSFs) para lograr una cadena de suministro láctea eficiente, utilizando un enfoque de metodologías analíticas, específicamente a través del modelado estructural interpretativo (TISM).	El artículo presenta un enfoque exhaustivo para evaluar los factores críticos que facilitan la implementación de una cadena de suministro láctea eficiente y ágil. Se identificaron dieciocho factores de éxito mediante entrevistas con expertos y un análisis de la literatura existente. Se distribuyó un cuestionario revisado a 306 representantes de la industria y académicos del sector lácteo, obteniendo 373 respuestas, de las cuales 306 eran completas y utilizables para el estudio.	El estudio concluye que, a pesar de sus limitaciones, como la concentración en economías emergentes como India, el trabajo ofrece una matriz interpretativa que demuestra las relaciones recíprocas entre los factores críticos de éxito en la cadena de suministro láctea. Los investigadores recomiendan que futuros estudios se centren en la evaluación estadística mediante modelos de

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											Se utilizó el modelo Fuzzy TISM para analizar las relaciones entre estos factores críticos, lo que ayuda a convertir conceptos abstractos en modelos lógicos claros y comprensibles.	ecuaciones estructurales (SEM) y en el desarrollo de modelos de evaluación del rendimiento para medir el impacto de estos factores críticos. Además, subrayan la necesidad de abordar los problemas específicos que enfrenta la cadena de suministro láctea en investigaciones posteriores.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
1 2	A Conceptual Framework for Predictive Digital Dairy Twins: Integrating Explainable AI and Hybrid Modeling	Un marco conceptual para gemelos lácteos digitales predictivos: integración de IA explicable y modelado híbrido	Scopus	Abierto	Ingles	Universidad de Hohenheim	Alemania	2024	<a href="https://www.cal-tek.eu/proceedings/i3m/2024/foodops/007/">https://www.cal-tek.eu/proceedings/i3m/2024/foodops/007/</a>	El objetivo central del artículo es presentar un nuevo marco conceptual para el desarrollo de un gemelo digital en la industria láctea, integrando inteligencia artificial explicativa (XAI) y modelado híbrido para abordar desafíos específicos en la calidad y el proceso de productos lácteos.	El artículo describe un nuevo enfoque para enfrentar los desafíos en el procesamiento de productos lácteos mediante la creación de un gemelo digital que combina experimentos tecnológicos tradicionales con modelos predictivos. Este marco tiene en cuenta la inconsistencia en las materias primas y las dinámicas bioquímicas complejas de los productos lácteos. Al incorporar XAI, se busca mejorar la trazabilidad y la comprensión de las	La implementación del marco propuesto proporciona una base práctica para un análisis exhaustivo de los datos existentes, incorporando el conocimiento experto y capacidades de análisis automatizado mediante XAI. Esto permite una optimización más eficaz de los procesos de producción láctea, la identificación rápida de características de productos, y una reducción en el tiempo de

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											decisiones tomadas por el gemelo digital, facilitando así el análisis de datos y la optimización de procesos en tiempo real.	comercialización de nuevas variantes de productos. Además, se destaca que el enfoque es adaptable a diferentes productos lácteos, lo que aumenta su relevancia en la industria.
13	Milk Chain with ML and Blockchain for Ensuring Milk Purity in Dairy Industry	Cadena de leche con ML y blockchain para garantizar la pureza de la leche en la industria láctea	Scopus	Abierto	Ingles	2nd World Conference on Communication & Computing (WCONF)	India	2024	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10692146">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10692146</a>	El principal objetivo de la investigación es desarrollar un sistema robusto que utilice tecnologías avanzadas, como blockchain y aprendizaje automático	La investigación aborda los desafíos que enfrenta la cadena de suministro de leche, como la degradación de la calidad y la adulteración, que se deben a la falta de monitoreo y trazabilidad. Se propone un sistema denominado 'Milk Chain'	La implementación de tecnologías de blockchain y machine learning en la cadena de suministro de leche mejora la transparencia, la fiabilidad y la calidad del producto. El uso de blockchain garantiza un registro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										o (machine learning), para predecir la calidad de la leche y asegurar la trazabilidad a lo largo de la cadena de suministro, garantizando así la transparencia y autenticidad del producto	que integra sensores IoT, blockchain y algoritmos de machine learning para mejorar la transparencia, eficiencia y confiabilidad. El sistema monitoriza parámetros críticos que afectan la calidad de la leche, como el pH y la temperatura, y utiliza técnicas de aprendizaje automático, especialmente el algoritmo CatBoost, para detectar anomalías y adulteraciones en tiempo real, asegurando que los consumidores reciban leche de alta calidad	seguro e inalterable de los datos, mientras que el aprendizaje automático predice con precisión las calidades de la leche. Esto no solo aumenta la confianza del consumidor, sino que también mantiene la integridad del producto. Se destacan oportunidades futuras para integrar características de pago y sensores IoT que permitan un monitoreo en tiempo real, mejorando aún más la eficiencia y transparencia

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
												de la cadena de suministro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
14	A conceptual framework for the development of a data acquisition and integration system for the dairy industry	Un marco conceptual para el desarrollo de un sistema de adquisición e integración de datos para la industria láctea	Scopus	Cerrado	Ingles	Comunicaciones en Ciencias de la Computación y la Información	China	2024	<a href="https://www.researchgate.net/publication/383990593_A_Conceptual_Framework_for_the_Development_of_Data_Acquisition_and_Integration_System_for_the_Dairy_Industry">https://www.researchgate.net/publication/383990593_A_Conceptual_Framework_for_the_Development_of_Data_Acquisition_and_Integration_System_for_the_Dairy_Industry</a>	Desarrollar un modelo conceptual basado en Big Data Analytics (BDA) e Internet de las Cosas (IoT) para la adquisición e integración de datos en la industria láctea, con el fin de mejorar la transparencia, la seguridad alimentaria y la gestión eficiente de la cadena de suministro.	La adquisición e integración de datos son elementos fundamentales para avanzar hacia iniciativas industriales circulares y mejorar la coordinación con los actores de la cadena de suministro. No obstante, las pequeñas y medianas empresas enfrentan barreras significativas, como los altos costos de inversión, que dificultan la automatización de procesos y la recolección de información en tiempo real. Esta investigación propone un modelo	El modelo propuesto ofrece una solución innovadora y factible para enfrentar los desafíos de adquisición e integración de datos en la industria láctea, especialmente en contextos con limitaciones económicas y tecnológicas. Su implementación contribuirá a mejorar la eficiencia operativa, fortalecer la transparencia de la cadena de suministro y garantizar la seguridad y calidad de los alimentos. En conjunto,

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											conceptual que combina Big Data Analytics (BDA) con tecnologías IoT para facilitar el monitoreo, la recopilación y el análisis de datos en la industria láctea. El modelo permite obtener información clave, como pH y temperatura, directamente desde los puntos de producción, fortaleciendo así la seguridad alimentaria y la trazabilidad. Además, proporciona una mejora significativa en la gestión del flujo de datos tanto en contextos internos como externos, adaptándose	estos avances permitirán a las empresas lácteas responder de manera más ágil y efectiva a las demandas del mercado, alineándose con estándares circulares y sostenibles.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											especialmente a la realidad de países como India. Los resultados sugieren que su implementación puede transformar profundamente la industria láctea al optimizar procesos, anticiparse a riesgos, y agregar valor a toda la cadena productiva.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
15	Predictable inventory management within dairy supply chain operations	Gestión predecible de inventarios dentro de las operaciones de la cadena de suministro de productos lácteos	ResearchGate	Abierto	Inglés	International Journal of Retail & Distribution Management	Peru	2023	<a href="https://www.researchgate.net/publication/370978027_Predictable_inventory_management_within_dairy_supply_chain_operations">https://www.researchgate.net/publication/370978027_Predictable_inventory_management_within_dairy_supply_chain_operations</a>	El objetivo del estudio es analizar las estrategias de optimización existentes en la gestión de la cadena de suministro de productos lácteos (Dairy Supply Chain, DSC) y explorar formas de mejorar dicha gestión a través de enfoques modernos, incluido el uso del aprendizaje automático	El documento discute cómo la industria láctea se encuentra en medio de importantes cambios debido a la modernización y a nuevas técnicas de gestión que utilizan tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML). Se examinan los métodos de optimización tradicionales, como el modelado matemático, y se contrasta con el creciente uso de enfoques basados en IA y ML. El estudio resalta la necesidad de	La investigación concluye que, aunque los métodos tradicionales basados en modelado todavía son predominantes en la gestión de la cadena de suministro láctea, el uso de técnicas basadas en IA y ML está aumentando rápidamente. Estas tecnologías innovadoras pueden ofrecer soluciones más eficientes y efectivas para optimizar la logística, la planificación del inventario y la calidad de los

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										(machine learning).	mejorar la eficiencia operativa en la producción y distribución de productos lácteos, abordando el impacto ambiental y los desafíos económicos que enfrenta la industria.	productos, contribuyendo o a una operación más sostenible y rentable en la industria láctea. Así, la implementación de prácticas modernas de gestión de inventarios es crucial para afrontar los retos actuales y futuros del sector.
16	Data integration and analysis in the dairy industry: challenges and ways forward	Integración y análisis de datos en la industria láctea: desafíos y caminos a seguir	Scopus	Abierto	Ingles	Animals	Suiza	2025	<a href="https://www.mdpi.com/2076-2615/15/3/329">https://www.mdpi.com/2076-2615/15/3/329</a>	Explorar la integración de datos en la cadena de suministro de productos lácteos para facilitar la implementación de gemelos	El artículo examina la importancia de fusionar diversas fuentes de datos en la industria láctea, lo que puede ser fundamental para crear gemelos digitales. Estos modelos	La integración efectiva de datos es crucial para los gemelos digitales, ya que permiten predecir comportamientos y optimizar procesos. A través de estándares

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										digitales que optimicen la producción y sostenibilidad	virtuales permiten simular y analizar operaciones en tiempo real, mejorando la toma de decisiones y la eficiencia en la cadena de suministro.	comunes y colaboración entre stakeholders, la industria láctea puede implementar soluciones digitales que fomenten la sostenibilidad y mejoren la rentabilidad. Los gemelos digitales representarán un avance significativo en la gestión de la cadena de suministro de productos lácteos.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
17	Predictive modeling and risk assessment strategies for enhancing dairy product safety: A comprehensive review	Estrategias de modelado predictivo y evaluación de riesgos para mejorar la seguridad de los productos lácteos: una revisión exhaustiva	Scopus	Abierto	Ingles	En Predictive modeling and risk assessment strategies	India	2024	<a href="https://www.researchgate.net/publication/387730379_Predictive_modeling_and_risk_assessment_strategies_for_enhancing_dairy_product_safety_A_comprehensive_review">https://www.researchgate.net/publication/387730379_Predictive_modeling_and_risk_assessment_strategies_for_enhancing_dairy_product_safety_A_comprehensive_review</a>	El objetivo es mejorar la seguridad, calidad y eficiencia operativa al crear réplicas virtuales de procesos físicos. Esto permite la simulación, monitoreo y análisis en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informadas y la identificación proactiva de riesgos a lo largo de la cadena de suministro.	Esta herramienta digital permite a los operadores supervisar en tiempo real variables críticas como temperatura, calidad, y la presencia de contaminantes. Al integrar datos de sensores y análisis predictivo, los gemelos digitales facilitan la optimización de procesos y la eliminación de ineficiencias. Además, permiten la identificación temprana de peligros sanitarios y garantizan el cumplimiento de normativas de seguridad.	Esta tecnología mejora la eficiencia operativa al reducir desperdicios, garantiza la seguridad de los productos a través de la monitorización en tiempo real y facilita la detección de riesgos de contaminación. Además, proporciona datos precisos que enriquecen la toma de decisiones, promueve la integración de tecnologías avanzadas, y contribuye a la sostenibilidad del sector. Así, los gemelos

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											alimentaria. La implementación de esta tecnología en la industria láctea es un paso hacia una gestión más resiliente y segura de la cadena de suministro.	digitales aseguran un enfoque más seguro y eficaz en la gestión de la cadena de suministro láctea.
18	Investigating Research Trends in Computer Vision for Food Quality Control: A Bibliometric Approach	Investigating Research Trends in Computer Vision for Food Quality Control: A Bibliometric Approach	Scopus	Abierto	Ingles	Procedia Computer Science	Italia	2025	<a href="https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S1877050925002625?via%3Dihub">https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S1877050925002625?via%3Dihub</a>	El objetivo central del estudio es investigar las tendencias y aplicaciones de la visión por computadora en el control de calidad dentro de la industria alimentaria,	El artículo analiza el creciente uso de la visión por computadora en la industria alimentaria para asegurar la calidad y seguridad de los productos. Con un enfoque en cómo estas tecnologías se integran con otras herramientas de la Industria 4.0, se realiza un análisis	Estos sistemas permiten una monitorización en tiempo real y una respuesta rápida a problemas de calidad, mejorando la eficiencia y reduciendo el desperdicio. Además, se identifican áreas clave para futuras investigaciones, sugiriendo que a medida

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											bibliométrico de la literatura existente, donde se identifican temas clave e innovaciones. Particularmente, se examinan las aplicaciones de gemelos digitales en la gestión de la calidad en la producción láctea, utilizando datos en tiempo real para supervisar y mejorar los procesos productivos.	que la industria láctea adopte estas tecnologías, se incrementará la competitividad y la satisfacción del consumidor.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
19	Smart dairy: Unleashing emerging ICT-enabled lean dairy supply chains through data-driven decision-making	Productos lácteos inteligentes: Impulsar las emergentes cadenas de suministro de productos lácteos eficientes basadas en las TIC mediante la toma de decisiones basada en datos	Scopus	Abierto	Ingles	International Journal of Information Management Data Insights	India	2024	<a href="https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S2667096824000867?via%3Dihub">https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S2667096824000867?via%3Dihub</a>	El objetivo central del artículo es analizar cómo la digitalización y el enfoque de lean management pueden ser implementados en las cadenas de suministro lácteos, con el fin de mejorar la eficiencia, la colaboración y la sostenibilidad a través de la identificación y comprensión de los factores críticos de	El artículo explora la relación entre distintas tecnologías de la información y la comunicación (ICT) y los factores críticos de éxito para la creación de cadenas de suministro lácteos eficientes. Se propone un modelo jerárquico (TISM) que ilustra las interrelaciones entre los factores críticos que facilitan la leanness en la cadena de suministro. Mediante el análisis factorial exploratorio	El estudio concluye que la implementación de un enfoque de lean management, combinado con soluciones digitales, puede transformar la cadena de suministro láctea hacia una mayor eficiencia y competitividad. Resalta la necesidad de un compromiso firme por parte de la alta dirección y el apoyo financiero como factores clave para impulsar la digitalización y la

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										<p>éxito en este contexto, especialmente en economías emergentes como India.</p>	<p>(EFA) y el modelado estructural interpretativo, se identificaron 16 factores críticos que impactan en la competitividad del sector lácteo. Se destaca la importancia de la digitalización para minimizar desperdicios y mejorar la transparencia en la cadena de suministro</p>	<p>leanización en este sector, sugiriendo que las políticas deben centrarse en estos aspectos estratégicos para maximizar el impacto positivo en la cadena de suministro</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
20	Unveiling the relationship between food unit operations and food industry 4.0: A short review	Descubriendo la relación entre las operaciones unitarias de alimentos y la industria alimentaria 4.0: una breve revisión	Scopus	Abierto	Ingles	Heliyon	Francia	2024	<a href="https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S2405844024154199?via%3Dihub">https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S2405844024154199?via%3Dihub</a>	El objetivo del artículo es explorar cómo las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0), como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT), los sensores inteligentes y la automatización, pueden optimizar las operaciones unitarias dentro de la cadena de suministro	El artículo discute la transformación de la industria láctea impulsada por las tecnologías de Industria 4.0. Revisa cómo la digitalización y la implementación de tecnologías avanzadas están cambiando las operaciones de preparación, procesamiento, preservación, y transporte de productos lácteos. Destaca la importancia de adoptar soluciones como sensores inteligentes para monitorear condiciones ambientales,	La integración de tecnologías de Industria 4.0 en la cadena de suministro de productos lácteos representa un avance significativo hacia procesos más eficientes y sostenibles. La aplicación de estas innovaciones no solo mejora la calidad y seguridad de los productos, sino que también optimiza el uso de recursos y reduce el impacto ambiental. Las empresas

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										de productos lácteos. Se busca presentar aplicaciones innovadoras que mejoran la eficiencia, calidad y sostenibilidad en la producción y distribución de productos lácteos.	inteligencia artificial para optimizar procesos de fermentación y trazabilidad, y automatización para mejorar las líneas de envasado. Estas tecnologías permiten una producción más precisa y responsable desde el productor hasta el consumidor, minimizando desperdicios y garantizando la calidad del producto.	lácteos que adopten estas tecnologías estarán mejor posicionadas para enfrentar desafíos futuros en un mercado global competitivo, al mismo tiempo que responden a las demandas de sostenibilidad y calidad de los consumidores.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
21	HYBRID MACHINE LEARNING-BASED MODEL FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF AGILE-SUSTAINABLE SUPPLY CHAINS IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0: A CASE STUDY	MODELO HÍBRIDO BASADO EN APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE CADENAS DE SUMINISTRO ÁGILES Y SOSTENIBLES EN EL CONTEXTO DE LA INDUSTRIA 4.0: UN ESTUDIO DE CASO	Scopus	Abierto	Inglés	Rajro Operations Reseach	India	2023	<a href="https://www.rairo-ro.org/articles/ro/abs/2024/05/ro240110/ro240110.html">https://www.rairo-ro.org/articles/ro/abs/2024/05/ro240110/ro240110.html</a>	El objetivo central del estudio es desarrollar un modelo de evaluación del rendimiento de la cadena de suministro de productos lácteos que integre métricas de agilidad, sostenibilidad e Industria 4.0, haciendo énfasis en el uso de gemelos digitales para optimizar y monitorizar las	Este estudio aborda la transformación de las cadenas de suministro en el contexto de la Industria 4.0, destacando la importancia de los gemelos digitales en la gestión de productos lácteos. Se presenta un modelo que combina métricas tradicionales y modernas, facilitando una evaluación continua y precisa de las sucursales. Utilizando datos reales, el modelo permite simular y analizar procesos, mejorando la agilidad y sostenibilidad.	El modelo propuesto demuestra que la implementación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos puede mejorar significativamente la evaluación del rendimiento. La integración de métricas de agilidad, sostenibilidad y digitalización permite a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas del mercado, minimizar riesgos y fomentar

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										operaciones de las sucursales de la empresa.	A través de esta investigación, se busca no solo optimizar el rendimiento empresarial, sino también garantizar una mayor responsabilidad social y ambiental en el sector lácteo.	prácticas más sostenibles. Este enfoque innovador proporciona una solución efectiva para la gestión moderna de las operaciones en la industria láctea, posicionándola para enfrentar los desafíos del futuro.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
22	Machine Learning to Predict Pregnancy in Dairy Cows: An Approach Integrating Automated Activity Monitoring and On-Farm Data	Aprendizaje automático para predecir el embarazo en vacas lecheras: un enfoque que integra la monitorización automatizada de la actividad y los datos de la granja	Scopus	Abierto	Ingles	Animals	Suiza	2024	<a href="https://www.mdpi.com/2076-2615/14/11/1567">https://www.mdpi.com/2076-2615/14/11/1567</a>	El objetivo central del estudio fue desarrollar un modelo matemático utilizando técnicas de aprendizaje automático para predecir con mayor precisión la probabilidad de embarazo en vacas lecheras, integrando datos de monitoreo automatizado de actividad (AAM) y datos individuales de salud	El artículo presenta una investigación que combina sistemas de monitoreo automatizado (AAM) con datos de salud y ambientales de vacas lecheras para predecir la probabilidad de embarazo en el momento de la inseminación artificial. Se utilizó un conjunto de datos de más de mil vacas Holstein para crear modelos matemáticos que incorporan no solo datos de actividad, sino también indicadores de salud, condiciones ambientales y el toro	El estudio concluye que la inclusión de variables específicas de la vaca y factores ambientales en los modelos de aprendizaje automático mejora de manera significativa la precisión, sensibilidad y especificidad de la predicción de embarazo en el momento de la inseminación artificial utilizando sistemas de AAM. El modelo más preciso fue el de máquinas de soporte vectorial, que demostró una

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										y ambientales en el momento de la inseminación artificial (IA).	específico utilizado. Los resultados indicaron que la combinación de estos datos proporciona una visión más clara de las probabilidades de embarazo que el uso exclusivo de los datos de AAM. Se destacó que el modelo de bosque aleatorio fue particularmente eficiente para reducir errores en las predicciones, sugiriendo que la integración de datos detallados de la granja con el monitoreo automatizado puede mejorar significativamente la gestión de la	exactitud del 87% al utilizar una combinación de datos de AAM, indicadores de salud de las vacas y variables ambientales. Estos hallazgos tienen implicaciones prácticas para la toma de decisiones en la inversión de semen durante la IA, subrayando la relevancia futura de integrar modelos avanzados en la explotación ganadera lechera. Se sugiere que futuras

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											reproducción en las vacas lecheras.	investigacion es exploren metodologías similares para mejorar los programas de reproducción asistida.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
2 3	Implementation of digital twins in the food supply chain: a review and conceptual framework	Implementación de gemelos digitales en la cadena de suministro de alimentos: una revisión y un marco conceptual	Scopus	Abierto	Ingles	International Journal of Production Research	Universidad Cranfield	2024	<a href="https://www-tandfonline-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/full/10.1080/00207543.2024.2305804">https://www-tandfonline-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/full/10.1080/00207543.2024.2305804</a>	El objetivo central del estudio es explorar la implementación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos, abordando sus características únicas y las oportunidades que ofrecen para mejorar la trazabilidad, la gestión de calidad, y la eficiencia operativa en un sector que enfrenta	A través de un marco conceptual basado en la teoría de adopción de la innovación y el modelo TOE (tecnología-organización-entorno), se divide el proceso de implementación en tres etapas: pre-adopción, adopción y post-adopción. Se destaca la necesidad de evaluar las tecnologías involucradas y establecer métricas de rendimiento a medida que los gemelos digitales son adoptados. La revisión identifica las barreras y facilitadores	Al adoptar un enfoque sistemático basado en las etapas de pre-adopción, adopción y post-adopción, las empresas del sector lácteo pueden mejorar sus procesos operativos, reducir el desperdicio y aumentar la confianza del consumidor. La transición hacia este modelo digital no solo apunta a modernizar la gestión de la cadena de suministro, sino también a contribuir positivamente a la sostenibilidad

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										desafíos significativos como la gestión del tiempo de vida útil y la seguridad alimentaria.	presentes en el contexto de la industria láctea, enfatizando cómo la aplicación de gemelos digitales puede optimizar la gestión de la cadena de suministro y mejorar la seguridad y la calidad del producto.	d y la innovación en la industria láctea.
24	Sustainable Supply Chain Management Practices in the Dairy Industry: A Comparative Study of Leading Dairy Firms and Future Research Directives	Prácticas de gestión sostenible de la cadena de suministro en la industria láctea: Un estudio comparativo de las principales empresas lácteas y futuras directrices de investigación	Scopus	Abierto	Ingles	Asian Journal of Dairy and Food Research	India	2023	<a href="https://arccjournals.com/journal/asian-journal-of-dairy-and-food-research/DR-2120">https://arccjournals.com/journal/asian-journal-of-dairy-and-food-research/DR-2120</a>	El objetivo central del estudio es examinar las prácticas de gestión de la cadena de suministro en la industria láctea india, comparando estas prácticas	Se analiza la necesidad de implementar prácticas sostenibles en la gestión de la cadena de suministro, particularmente en la industria láctea, que enfrenta importantes desafíos ambientales y sociales. Mediante un	El estudio concluye que, para que la industria láctea india pueda competir de manera efectiva en un mercado global cada vez más enfocado en la sostenibilidad, es crucial adoptar tecnologías

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										<p>sostenibles con las de la cadena de suministro láctea francesa, específicamente de las empresas Amul y Danone. También se busca identificar el papel de la inteligencia artificial en la consecución de una cadena de suministro sostenible en las empresas lácteas indias</p>	<p>enfoque de estudio de caso, se comparan las prácticas de dos líderes del sector: Amul, una cooperativa india, y Danone, una empresa francesa. A través de una revisión de fuentes secundarias, el estudio identifica la evolución de la industria láctea en India, los sistemas de recolección de leche y el impacto de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial. A pesar de que ambos actores aplican prácticas</p>	<p>emergentes, como la inteligencia artificial. Amul, aunque ha implementado o ciertas prácticas sostenibles, enfrenta desafíos en la adaptación de nuevas tecnologías que podrían mejorar la eficiencia de su cadena de suministro. La investigación sugiere que explorar la inteligencia artificial podría ser un camino prometedor para lograr una cadena de suministro más sostenible en</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											sostenibles, Danone ha demostrado una mayor capacidad para incorporar tecnología, según el estudio	las empresas lácteas indias

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
25	Improving Supplier Evaluation Model using Ensemble Method-Machine Learning for Food Industry	Mejora del modelo de evaluación de proveedores mediante el método Ensemble: aprendizaje automático para la industria alimentaria	Scopus	Abierto	Ingles	Procedia Computer Science	Países Bajos	2023	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923016964">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923016964</a>	El objetivo principal de este estudio es mejorar el modelo de evaluación de proveedores en la industria alimentaria utilizando métodos de aprendizaje automático, con un enfoque particular en métodos de ensamble y máquinas de soporte vectorial (SVM) para aumentar la	El estudio aborda la importancia de la evaluación de proveedores en la eficiencia de la cadena de suministro de la industria alimentaria. Se presentan avances en modelos de aprendizaje automático que han demostrado ser efectivos en la evaluación del rendimiento de los proveedores. Previamente, se lograron tasas de precisión del 84.2% y 92.8% utilizando modelos de árbol de decisión (DT) y redes neuronales artificiales (ANN),	La investigación valida la relevancia de una evaluación sistemática y precisa de los proveedores para mejorar el rendimiento de la cadena de suministro en la industria alimentaria. Aunque los modelos existentes han mostrado resultados prometedores, como el uso de ANN y DT, se identificó una oportunidad de mejora que fue aprovechada a través de la implementación de

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										<p>precisión en el análisis y evaluación del desempeño de los proveedores</p>	<p>respectivamente. Con el fin de superar estos resultados, este trabajo propone el uso de métodos de ensamble, destacando el modelo de gradiente boosting, que alcanzó una precisión del 93.6% en un conjunto de datos de validación cruzada. Se enfatiza la necesidad de desarrollar un panel de control para facilitar la implementación del modelo de evaluación y permitir a los tomadores de decisiones evaluar y controlar la performance de los</p>	<p>modelos avanzados, como el gradiente boosting y SVM. Con el rendimiento destacado de estos métodos, se sugiere que el desarrollo de un panel de control será crucial para que los responsables de la toma de decisiones puedan realizar evaluaciones continuas y precisas del rendimiento de los proveedores, asegurando así una mejor gestión de la calidad y la satisfacción del cliente en la industria alimentaria.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											proveedores de manera efectiva.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
26	Application of Optimization Techniques in the Dairy Supply Chain: A Systematic Review	Aplicación de técnicas de optimización en la cadena de suministro de productos lácteos: una revisión sistemática	Scopus	Abierto	Ingles	Logistics	India	2022	<a href="https://www.mdpi.com/2305-6290/6/4/74">https://www.mdpi.com/2305-6290/6/4/74</a>	El objetivo del artículo es llevar a cabo una revisión sistemática sobre la aplicación de técnicas de optimización, específicamente aquellas basadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático, en la cadena de suministro láctea. Se pretende identificar y analizar cómo estas técnicas	El documento revisa la literatura entre 2013 y 2022, evaluando un total de 2182 documentos que fueron filtrados con criterios específicos de inclusión y exclusión. Se realizó una revisión en profundidad de 45 artículos que abordaban la optimización en la cadena de suministro láctea utilizando tecnologías como inteligencia artificial y aprendizaje automático. Los hallazgos indican un creciente interés en aplicar estas tecnologías en	La revisión sistemática concluye que las técnicas de optimización basadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático están transformando positivamente la cadena de suministro láctea, mejorando la toma de decisiones y la eficiencia operativa. Además, se observa una tendencia ascendente en la investigación y aplicación de estas tecnologías, lo que sugiere un futuro

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										<p>pueden mejorar la eficiencia y efectividad en diferentes áreas del suministro de productos lácteos.</p>	<p>el sector, con un incremento en la cantidad de publicaciones anuales. Los autores discuten diversas técnicas de optimización aplicadas en áreas tal como producción, procesamiento, inventario y distribución dentro de la cadena de suministro láctea.</p>	<p>prometedor en la optimización de procesos en esta industria. Sin embargo, se destacan áreas que aún requieren más estudio y desarrollo para maximizar el potencial de estas tecnologías en el sector lácteo</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
27	A digital twin-based cyber-physical system approach for mixed packaging	Un enfoque de sistema ciberfísico basado en gemelos digitales para envases mixtos	Scopus	Abierto	Ingles	University of Patras	Grecia	2022	<a href="https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/ATDE220167">https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/ATDE220167</a>	El objetivo central del estudio es diseñar y desarrollar un modelo de gemelo digital (Digital Twin, DT) para una estación de empaquetado mixto en el contexto de un sistema de producción ciberfísico (Cyber-Physical Production System, CPPS). Este modelo busca facilitar la evaluación y reconfiguración del	El documento presenta un enfoque innovador para la automatización del proceso de empaquetado mixto mediante la integración de un gemelo digital conectado a técnicas de aprendizaje automático. Este enfoque permite la adaptación dinámica del sistema de producción a las demandas cambiantes del mercado. Las pruebas se llevaron a cabo en un entorno de prueba simulado, enfocándose en la empaquetadora de productos lácteos. Al	El desarrollo de un gemelo digital para estaciones de empaquetado mixto proporciona una solución viable para los desafíos en la cadena de suministro actual, marcada por la variabilidad y la necesidad de flexibilidad. Al permitir la reconfiguración automática de procesos en tiempo real, este enfoque representa un avance hacia la creación de sistemas de producción más inteligentes y

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										proceso de empaquetado según nuevos requerimientos y restricciones en una cadena de suministro, particularmente en la industria alimentaria, mejorando así la eficiencia y flexibilidad del sistema de producción.	incorporar sensores que detectan y reconocen productos, el sistema puede reconfigurarse para cumplir con diferentes combinaciones de pedidos. Los resultados preliminares sugieren que tal digitalización y conectividad en sistemas de producción no solo optimizan la producción, sino que también hacen que el sistema sea más resiliente ante la incertidumbre en la cadena de suministro.	adaptables. Las investigaciones futuras podrían explorar la integración de más tecnologías emergentes, como inteligencia artificial y análisis predictivo, para ampliar aún más las capacidades de las cadenas de suministro ciberfísicas, ofreciendo una automatización más avanzada y respuesta rápida a las fluctuaciones del mercado.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
28	Supply Chain Management and Risk Management in an Environment of Stochastic Uncertainty (Retail)	Gestión de la cadena de suministro y gestión de riesgos en un entorno de incertidumbre estocástica (venta minorista)	Scopus	Abierto	Ingles	Risks	Rusia	2022	<a href="https://www.mdpi.com/2227-9091/9/11/197">https://www.mdpi.com/2227-9091/9/11/197</a>	El objetivo del artículo es evaluar el impacto de eventos de riesgo y condiciones inestables en la calidad del servicio y los indicadores económicos de la cadena de suministro de productos lácteos dentro del sector minorista.	El estudio se centra en los riesgos operacionales que afectan la cadena de suministro de productos lácteos, que incluyen cambios en la demanda y el tiempo de ejecución de pedidos. Utilizando el software anyLogistix, se construyó un modelo de simulación para analizar cómo eventos de riesgo, como el cierre de una planta productora de productos lácteos, pueden impactar en las métricas financieras y operativas de las redes de suministro. Los	La análisis demuestra que la cadena de suministro de productos lácteos es altamente vulnerable a interrupciones debido a su particular operativa y las exigencias de frescura. Los escenarios simulados indican que eventos de riesgo, aunque raros, tienen un impacto severo en el nivel de servicio y la rentabilidad. Por lo tanto, se recomienda aumentar los niveles de inventario y mejorar la eficiencia en

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											<p>resultados revelan que eventos críticos, como fallos de proveedores o incendios en centros de distribución (DC), pueden llevar a pérdidas significativas para los minoristas, dada la naturaleza perecedera de los productos lácteos.</p>	<p>la preparación de pedidos para aumentar la resiliencia de la cadena de suministro. La implementación de políticas de gestión de riesgos más rigurosas es esencial para mitigar las amenazas en esta industria, asegurando así un servicio de calidad y reduciendo las pérdidas económicas.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
29	Agri-Food 4.0 and Innovations: Revamping the Supply Chain Operations	Agroalimentación 4.0 e innovaciones: Renovando las operaciones de la cadena de suministro	Scopus	Abierto	Ingles	Production Engineering Archives	India	2021	<a href="https://sciendo.com/article/10.30657/pea.2021.27.10">https://sciendo.com/article/10.30657/pea.2021.27.10</a>	El objetivo central del documento es realizar una revisión sistemática de las innovaciones en la cadena de suministro de productos agroalimentarios, con énfasis en cómo las tecnologías digitales, como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y otras, pueden transformar y optimizar	El documento explora el concepto de "Agri-Food 4.0", que representa la digitalización y la innovación en las cadenas de suministro agroalimentarias (AFSCs). Se señala que la implementación de tecnologías digitales puede reducir el desperdicio de alimentos, mejorar el monitoreo de productos en tiempo real y resolver problemas de escalabilidad. A través de un análisis de 159 artículos, se aborda la importancia de las tecnologías como IoT, IA, big data,	Estas innovaciones no solo ayudan a superar los obstáculos actuales en la producción y distribución, sino que también contribuyen a la sostenibilidad y eficiencia del sector. Las conexiones intrínsecas entre los diferentes actores de la cadena de suministro—productores, fabricantes, minoristas y gobiernos—son cruciales para implementar cambios efectivos. Además, se enfatiza que

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										las operaciones de la cadena de suministro, particularmente en la producción y distribución de productos lácteos. Esta transformación busca abordar los desafíos asociados con la seguridad alimentaria, la calidad del producto, la trazabilidad y la eficiencia operativa	blockchain y robótica en la mejora de la eficiencia de la cadena de suministro desde el "campo hasta la mesa". Se pone especial énfasis en la necesidad de soluciones innovadoras en la cadena de suministro de productos lácteos, que enfrenta desafíos como la calidad, la trazabilidad y la seguridad alimentaria	estas tecnologías no son solo herramientas, sino que pueden transformar radicalmente la forma en que se manejan y entregan los productos lácteos, garantizando que sean seguros, de alta calidad y accesibles para los consumidores

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
30	IoT-based Dairy Supply Chain - An Ontological Approach	Cadena de suministro de lácteos basada en el IoT: un enfoque ontológico	Scopus	Abierto	Inglés	ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA	Lituania	2021	<a href="https://eejournal.ktu.lt/index.php/elt/article/view/27612">https://eejournal.ktu.lt/index.php/elt/article/view/27612</a>	El objetivo central del artículo es explorar cómo la transformación digital, en particular a través de la implementación de tecnologías IoT, puede mejorar la gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management, SCM), específicamente en la industria láctea (Dairy Supply Chain,	El artículo discute el impacto de la transformación digital en la industria, enfatizando su implementación en la cadena de suministro láctea. Se aborda la necesidad de utilizar tecnologías digitales de nueva generación para aumentar la productividad en la manufactura, mejorar la planificación y pronósticos, así como potenciar las capacidades competitivas de las empresas bajo los principios de la Industria 4.0. También se exploran los	En conclusión, la incorporación de tecnologías IoT en la cadena de suministro láctea no solo aumenta la eficiencia operativa y la competitividad, sino que también exige un enfoque más coherente e integral en la gestión de datos. La adopción de un modelo ontológico global puede facilitar la integración de tecnologías tradicionales con soluciones digitales emergentes,

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										DSC). Se busca abordar la integración de fuentes de datos heterogéneas y mejorar la transparencia del modelo DSC mediante un enfoque ontológico global	desafíos relacionados con la integración de diversas fuentes de datos y la importancia de la transparencia en los modelos de cadena de suministro, sugiriendo un enfoque ontológico para abordar estas cuestiones	promoviendo una mayor transparencia y mejorando la toma de decisiones en la cadena de suministro. La transformación digital, por lo tanto, se presenta como una estrategia clave para enfrentar los desafíos contemporáneos del sector

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
31	A simulation-based decision support system to improve the resilience of the food supply chain	Evaluación de la capacidad de respuesta, resiliencia y robustez de la cadena de suministro (Triple-R) mediante simulación por computadora: una revisión sistemática de la literatura	Scopus	Abierto	Ingles	Revista Internacional de Investigación de la Producción 62:4,	Reino Unido	2020	<a href="https://www-tandfonline-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/full/10.1080/0951192X.2021.1946859?scroll=top&amp;needAccess=true#abstract">https://www-tandfonline-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/full/10.1080/0951192X.2021.1946859?scroll=top&amp;needAccess=true#abstract</a>	El objetivo principal del estudio es desarrollar un sistema de apoyo a la decisión basado en simulaciónes que mejore la resiliencia de las cadenas de suministro alimentarias, permitiendo a los gerentes identificar y evaluar riesgos, así como diseñar planes de recuperación personalizados para enfrentar interrupciones	El documento aborda la creciente complejidad y vulnerabilidad de las cadenas de suministro en el sector alimentario debido a factores como el cambio climático y otras crisis imprevistas. Se presenta un marco denominado Resilient Food Supply Chain (RFSC) que permite a las organizaciones implementar un enfoque sistemático para la gestión de riesgos. Se emplea un modelo de simulación para evaluar diferentes escenarios de interrupción,	El estudio concluye que la resiliencia de las cadenas de suministro alimentarias es crítica en un contexto de cambios climáticos y otras interrupciones globales. El marco RFSC y las herramientas de simulación propuestas brindan un enfoque eficiente y flexible para la planificación y la toma de decisiones en un entorno incierto. Este enfoque permite a los productores y gerentes adaptar sus

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										inesperadas.	con un estudio de caso centrado en la cadena de suministro de productos lácteos en el Reino Unido. A través de análisis de "qué pasaría si", el modelo ayuda a los gestores a entender el impacto de diversas interrupciones y a desarrollar planes de recuperación ajustados a las necesidades específicas de los actores involucrados en la cadena. Los resultados demuestran la capacidad del marco para adaptarse y responder a desafíos en tiempo real.	estrategias de producción y distribución, asegurando un suministro continuo de alimentos y una mejor gestión de crisis. Se sugiere que futuras investigaciones exploren la integración de tecnologías emergentes para mejorar aún más la resiliencia en las cadenas de suministro alimentarias y en otras industrias.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
32	Traceability in the food supply chain: Review of the literature from a technological perspective.	Trazabilidad en la cadena de suministro de alimentos: Revisión de la literatura desde una perspectiva tecnológica.	Scopus	Abierto	Ingles	Dirección y Organización	España	2018	<a href="https://www.revistadyo.es/DyO/index.php/dyo/article/view/522/543">https://www.revistadyo.es/DyO/index.php/dyo/article/view/522/543</a>	El objetivo central del estudio es revisar la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en la trazabilidad de la cadena de suministro alimentaria, con un enfoque en identificar aplicaciones tecnológicas específicas y analizar los sectores que aún no han adoptado estas tecnologías, incluyendo	El documento aborda la creciente necesidad de una industria alimentaria orientada al cliente que exija tiempos de respuesta más rápidos para mantener cadenas de suministro dinámicas y colaborativas. Los sistemas de trazabilidad son cruciales para minimizar la producción y distribución de productos inseguros o de baja calidad. La revisión analizó la literatura sobre la aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 en la trazabilidad, revelando un creciente	Se concluye que, aunque ha habido avances significativos en la trazabilidad dentro de la cadena de suministro alimentaria mediante la aplicación de tecnologías de la Industria 4.0, existen aún varias lagunas en investigación y en la aplicación de sistemas en diferentes sectores, incluyendo el de productos lácteos. La integración efectiva de diferentes tecnologías y la mejora de la comunicación

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										o los productos lácteos.	interés en este campo durante la última década, así como la complejidad introducida por nuevas tecnologías como RFID, códigos QR, NFC y más. Se evaluaron tecnologías aplicadas específicamente en sectores como lácteos, frutas, verduras, carne y pescado, identificando brechas en la investigación y aplicaciones.	n en la cadena de suministro se presentan como áreas clave para optimizar la trazabilidad y garantizar la calidad y seguridad de los alimentos. Es necesario abordar estos desafíos para lograr cadenas de suministro más eficientes y confiables.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
33	Analyzing the efficient execution of in-store logistics processes in grocery retailing—The case of dairy products	Análisis de la ejecución eficiente de los procesos logísticos en tienda en el comercio minorista de alimentación: el caso de los productos lácteos	Scopus	Abierto	Ingles	Production and Operations Management	Estados Unidos	2013	<a href="https://journals-sagepub-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/10.1111/poms.12003">https://journals-sagepub-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/10.1111/poms.12003</a>	El objetivo principal del estudio es analizar y mejorar la eficiencia de los procesos logísticos en tiendas de comestibles, específicamente en la gestión de productos lácteos. Se busca estructurar los procesos logísticos en un marco conceptual, evaluar empíricamente estos procesos, y comparar	El artículo examina los procesos logísticos in-store para productos lácteos, desde la recepción hasta la colocación en estanterías en supermercados y hipermercados. A través de un estudio empírico realizado en 202 tiendas, se aplican análisis de envoltura de datos (DEA) y simulaciones para evaluar el rendimiento de los procesos. Los hallazgos indican que los diferentes formatos de tienda muestran niveles de eficiencia variables,	El estudio concluye que hay diferencias significativas en los niveles de eficiencia de los procesos logísticos in-store entre diferentes formatos de tiendas, con los pequeños hipermercados mostrando un rendimiento inferior. Se enfatiza la necesidad de integrar un enfoque estratégico en el diseño de procesos logísticos para mejorar el servicio al cliente y la rentabilidad de las tiendas. Las recomendaci

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										su ejecución a través de diferentes formatos de tiendas para identificar estrategias que mejoren el desempeño o en servicio y reduzcan costos de inventario.	siendo los pequeños hipermercados los menos eficientes. Las simulaciones sugieren que la mejora en la gestión de layout de tienda, manejo de capacidad, y tiempos de reposición puede llevar a una disponibilidad más alta de productos y menores costos de obsolescencia. La investigación destaca la importancia de entender los procesos logísticos in-store para mejorar la satisfacción del cliente y las métricas de	ones para la práctica incluyen optimizar el diseño de la tienda y la gestión de inventario para abordar los desafíos identificados en la ejecución de los procesos logísticos y mejorar la satisfacción del cliente y la lealtad a la tienda. Además, se sugieren áreas para futuras investigaciones en otros tipos de productos y formatos de retail.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											desempeño comercial.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
34	ECONOMIC AND FINANCIAL PERFORMANCE OF REPRESENTATIVE SMALL SCALE DAIRY PRODUCTION UNITS TO 2027	DESEMPEÑO ECONÓMICO Y FINANCIERO DE UNIDADES REPRESENTATIVAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA HASTA 2027	Scopus	Abierto	Inglés	Tropical and Subtropical Agroecosystems	México	2024	<a href="https://www.revista.ccb.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/5174/2227">https://www.revista.ccb.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/5174/2227</a>	Estimar la viabilidad económica y financiera de Unidades de Producción Representativas (UPR) conformadas por granjas lecheras de pequeña escala ubicadas en el altiplano del Estado de México, mediante el modelo de simulación Monte Carlo.	El documento examina la importancia de los sistemas de lechería de pequeña escala en comunidades rurales de México, subrayando su papel crucial en el sustento y desarrollo económico local. Utilizando una simulación de Monte Carlo, se estimaron los rendimientos netos para un horizonte de planificación de cinco años, comenzando en 2022. La investigación consideró dos fuentes de mano de obra: la mano de obra familiar y la mano de obra	La investigación sugiere que el debilitamiento o financiero de las UPR analizadas podría tener repercusiones negativas en políticas públicas, condiciones laborales, comercialización, cadenas de valor y la continuidad de los productores en la actividad. Los hallazgos destacan la necesidad de que los tomadores de decisiones diseñen y estrategias que fortalezcan la producción lechera de

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											<p>externa contratada. Los resultados indicaron que, aunque las UPR mostraron un panorama de viabilidad económica, la falta de bienestar financiero fue notoria. Se estimaron ingresos netos de 17.99milUSD en 2023 y 26.35 mil USD en 2027 con mano de obra familiar, mientras que con mano de obra externa los ingresos fueron de 9.88milUSD en 2023 y 16.31 mil USD en 2027. Se concluyó que, a pesar de la competitividad de los RPU, los</p>	<p>pequeña escala y permitan a los agricultores evaluar escenarios de intervención técnica y productiva.</p>

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											niveles de riesgo eran significativos debido a la elevada inversión y la volatilidad del entorno.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
35	Application of Internet of Things (IoT) to Food Supply Chain Under Uncertainty-Case: Traditional Dairy Products	Aplicación del Internet de las cosas (IoT) a la cadena de suministro de alimentos en condiciones de incertidumbre: caso de productos lácteos tradicionales	Scopus	Abierto	Ingles	IEEE Access	Irán	2025	<a href="https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10606263">https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10606263</a>	El objetivo central del estudio es implementar la tecnología de Internet de las Cosas (IoT) en la cadena de suministro de productos lácteos tradicional es para mitigar la incertidumbre y optimizar la planificación de la producción, lo que reduce costos, mejora la eficiencia y se adapta a la demanda fluctuante en un	El artículo explora la aplicación de tecnologías IoT en la optimización de la cadena de suministro de la industria alimentaria, enfocándose especialmente en productos lácteos. Se describe la creación de un sistema de planificación de producción que recopila datos en tiempo real sobre el proceso de producción láctea mediante dispositivos IoT. Este sistema utiliza redes neuronales para prever la demanda de los productos durante los siguientes tres	La implementación de tecnologías IoT en la cadena de suministro de productos lácteos tradicionales no solo mejora la recopilación y análisis de datos en tiempo real, sino que también proporciona una capacidad de respuesta más alta a la incertidumbre en la demanda. Los hallazgos del estudio muestran que la programación dinámica, en comparación con los

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										entorno de producción dinámico.	días, aplicando algoritmos heurísticos para optimizar la programación de la producción. Los resultados indican que manejar la programación dinámica a través de IoT puede reducir la incertidumbre y mejorar significativamente la rentabilidad y la productividad de la planta.	métodos tradicionales, puede aumentar los ingresos entre un 10 y un 15%, así como los beneficios entre un 13 y un 18%. Además, la adopción de estos métodos modernos facilitará la entrega de productos más frescos al cliente, lo que a largo plazo fortalecerá la competitividad y sostenibilidad de la industria alimentaria.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
36	Sustainable Supply Chain Management Practices in the Dairy Industry: A Comparative Study of Leading Dairy Firms and Future Research Directives	Prácticas de gestión sostenible de la cadena de suministro en la industria láctea: un estudio comparativo de las principales empresas lácteas y futuras directrices de investigación	Scopus	Abierto	Ingles	Asian Journal of Dairy and Food Research	India	2023	<a href="https://arccjournals.com/journal/asian-journal-of-dairy-and-food-research/DR-2120">https://arccjournals.com/journal/asian-journal-of-dairy-and-food-research/DR-2120</a>	El objetivo principal del estudio es examinar las prácticas de gestión de la cadena de suministro en la industria láctea india, comparando específicamente las prácticas sostenibles de las empresas líderes Amul y Danone. Se busca identificar el papel de la inteligencia artificial en la consecución de un	El estudio analiza las prácticas de gestión de la cadena de suministro de Amul y Danone, dos líderes en la industria láctea, con un enfoque en la sostenibilidad. Se utiliza un enfoque basado en estudios de caso y se basa en fuentes secundarias como artículos revisados por pares, informes gubernamentales y sitios web auténticos. Se identifican los desafíos y problemas de la industria láctea india, destacando que tanto Amul como Danone están enfocadas	El análisis revela que, aunque Amul y Danone están comprometidos con prácticas sostenibles en la industria láctea, existe una disparidad en la implementación de tecnología. Danone ha logrado una eficacia operativa notable mediante la integración de tecnologías emergentes, lo que contribuye a una cadena de suministro más sostenible. Por otro lado, la falta de

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										cadena de suministro sostenible en las empresas lácteas indias	en prácticas sostenibles. Sin embargo, Danone ha demostrado una superioridad en la incorporación de tecnología, lo que ha mejorado la eficiencia y sostenibilidad de su cadena de suministro, mientras que Amul enfrenta limitaciones en la adaptación de tecnologías emergentes. El estudio sugiere que la inteligencia artificial podría ser clave para mejorar la sostenibilidad de la cadena de suministro en las empresas lácteas indias	adopción tecnológica en Amul sugiere que la industria láctea india necesita adoptar innovaciones, como la inteligencia artificial, para abordar los desafíos de sostenibilidad y mejorar su eficiencia. Este estudio resalta la importancia de adaptar tecnologías modernas y enfoques sostenibles para que la industria láctea india no solo se mantenga competitiva, sino que también cumpla con

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
												las expectativas crecientes de sostenibilidad del mercado

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
37	DIGITAL INTEROPERABILITY AND TRANSFORMATION USING INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN THE DAIRY INDUSTRY: AN SLR AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS	INTEROPERABILIDAD Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA INDUSTRIA LÁCTEA: UN ANÁLISIS SLR Y BIBLIOMÉTRICO	Scopus	Abierto	Ingles	LogForum	Polonia	2023	<a href="https://www.logforum.net/volume19/issue3/abstract-10.html">https://www.logforum.net/volume19/issue3/abstract-10.html</a>	El objetivo central del estudio es examinar la literatura existente para determinar las tecnologías basadas en inteligencia artificial (IA) e Internet de las cosas (IoT) que se utilizan en la industria láctea y, a través de ello, identificar los beneficios, desafíos y futuras direcciones de estas tecnologías para ayudar	El artículo realiza una revisión sistemática y un análisis bibliométrico para evaluar la implementación y el impacto de las tecnologías de la Industria 4.0 en la industria láctea. A través de una búsqueda detallada en múltiples bases de datos científicas utilizando palabras clave relevantes, los autores seleccionaron 102 artículos que cumplen con criterios específicos, centrándose en intervenciones tecnológicas en el sector. Utilizando herramientas	El estudio concluye que, a pesar de los avances significativos en la implementación de tecnologías digitalmente interconectadas, la industria láctea aún enfrenta desafíos en la aplicación de conceptos como la trazabilidad, la automatización, y la optimización de la gestión de la cadena de suministro. Los resultados sugieren que hay un potencial considerable para una

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										<p>tanto a profesionales como investigadores en el campo</p> <p>como VOS Viewer y la biblioteca Biblioshiny en R, el estudio analizó las tendencias y generó un mapa temático sobre las tecnologías digitales aplicadas en la industria láctea. Se identificaron diversas temáticas, incluyendo la intervención de IA, IoT, y tecnologías de blockchain centradas en la trazabilidad y la seguridad alimentaria</p>	<p>mayor integración de estas tecnologías, lo que puede llevar a mejoras significativas en la eficiencia y sostenibilidad del sector lácteo. La investigación también subraya la necesidad de continuar explorando estas áreas para maximizar los beneficios de la industria en el contexto de la cuarta revolución industrial</p>	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
38	A Sustainable Supply Chain Framework for Dairy Farming Operations: A System Dynamics Approach	Un marco de cadena de suministro sostenible para las operaciones de producción lechera: un enfoque de dinámica de sistemas	Scopus	Abierto	Ingles	Sustainability	Suiza	2023	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/15/10/8417">https://www.mdpi.com/2071-1050/15/10/8417</a>	El objetivo central del estudio es encontrar mejores resultados sostenibles en el sector lácteo de Bangladesh, aplicando el enfoque de la triple línea de fondo de la sostenibilidad. Esto incluye la reducción de residuos, la gestión eficiente de recursos y la promoción de prácticas ambientales amigables a través de	Este artículo presenta un estudio de caso que utiliza métodos de simulación y dinámica de sistemas para analizar la cadena de suministro lácteo en una granja en Bangladesh. A pesar del crecimiento significativo del sector lácteo en el país, enfrenta retos como la degradación ambiental y altos costos de producción. El estudio propone un marco de cadena de suministro sostenible que maximiza la utilización de los desechos de la ganadería a	Los resultados del modelo de simulación indican que la gestión adecuada de los residuos lácteos puede transformar un desafío ambiental en oportunidades económicas. Implementar prácticas sostenibles no solo mejora la eficiencia de recursos en la granja, sino que también contribuye al desarrollo económico y social de la comunidad local. Las conclusiones sugieren que, a través de la valorización de los

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										una modelización de dinámicas de sistemas en el contexto de una granja lechera de 400 cabezas de ganado.	través de la conversión de desechos en productos valiosos, como biogás y fertilizantes, lo que podría generar beneficios económicos, sociales y ambientales para la industria y la comunidad circundante.	residuos y el uso de técnicas innovadoras, se pueden lograr resultados significativos en la sostenibilidad del sector lácteo en Bangladesh, apoyando así el desarrollo de una industria más resiliente y responsable con el medio ambiente.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
39	Motivations and Challenges for Food Companies in Using IoT Sensors for Reducing Food Waste: Some Insights and a Road Map for the Future	Motivaciones y desafíos para las empresas alimentarias en el uso de sensores IoT para reducir el desperdicio de alimentos: algunas perspectivas y una hoja de ruta para el futuro	Scopus	Abierto	Ingles	Sustainability	Suiza	2023	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1665">https://www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1665</a>	El objetivo central del artículo es explorar las motivaciones y los desafíos que enfrentan las empresas de alimentos al implementar tecnologías digitales, en particular sensores de IoT (Internet of Things), para reducir el desperdicio de alimentos en sus cadenas de suministro.	El artículo aborda el problema del desperdicio de alimentos, un tema de importancia global, especialmente en Europa. A través de estudios de acción realizados en colaboración con varias empresas alimentarias en Europa durante un período de cuatro años, los autores analizan cómo las tecnologías de la Industria 4.0, como los sensores IoT, pueden jugar un papel crucial en la reducción de este desperdicio. El estudio revela diversas motivaciones	El artículo concluye que, aunque las empresas alimentarias están motivadas para reducir el desperdicio mediante la adopción de tecnologías digitales, se enfrentan a varios desafíos que incluyen costos, falta de infraestructura adecuada y resistencia al cambio organizacional. Se sugiere que es esencial crear un marco de colaboración y apoyo entre sectores para facilitar la integración de estas tecnologías y

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											que impulsan a las empresas a adoptar estas tecnologías, así como los distintos desafíos y barreras que encuentran en el proceso, proporcionand o así una visión integral sobre la intersección de tecnología y sostenibilidad en el sector alimentario.	maximizar los beneficios tanto económicos como ambientales. La investigación resalta la necesidad de un enfoque continuo y evolutivo para fomentar la innovación y mejorar la eficiencia en las cadenas de suministro alimentarias.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
40	Blockchain-Enabled Supply Chain platform for Indian Dairy Industry: Safety and Traceability	Plataforma de cadena de suministro basada en blockchain para la industria láctea india: seguridad y trazabilidad	Scopus	Abierto	Ingles	Foods	Suiza	2022	<a href="https://www.mdpi.com/2304-8158/11/17/2716">https://www.mdpi.com/2304-8158/11/17/2716</a>	El objetivo central del artículo es analizar y proponer una plataforma de trazabilidad alimentaria en la cadena de suministro de alimentos y productos lácteos, implementada a través de tecnología blockchain, para mejorar la seguridad alimentaria y la transparencia en el manejo de productos en la cadena de	El artículo presenta una revisión sistemática sobre la aplicabilidad de la tecnología blockchain en la trazabilidad de alimentos y productos lácteos. Se identifican y analizan diversas publicaciones desde 2017 hasta 2022, abordando las características y beneficios del uso de blockchain en la cadena de suministro. Se definen áreas de máximo impacto, denominadas dimensiones de impacto, que incluyen aspectos sociales, económicos,	El estudio concluye que la implementación de plataformas basadas en blockchain puede transformar significativamente la trazabilidad y seguridad alimentaria en las cadenas de suministro. A pesar de los retos asociados a su adopción, como la resistencia al cambio y la necesidad de inversiones iniciales, los beneficios identificados en términos de transparencia, confianza y eficiencia

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
										suministro	operativos y de sostenibilidad. Además, se discuten los desafíos en la adopción de blockchain y se presentan casos de uso que facilitan la implementación práctica de la plataforma propuesta. Se concluye que la tecnología tiene un alto potencial para mejorar la trazabilidad y la seguridad en los sistemas de suministro alimentario.	justifican el interés en su implementación. Se enfatiza la necesidad de una colaboración estrecha entre los distintos actores de la cadena y el desarrollo de políticas que faciliten la integración de esta tecnología en la industria alimentaria.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
41	Dairy industry in India - impact assessment, simulation and empirical study	Industria láctea en India: evaluación de impacto, simulación y estudio empírico	Scopus	Cerrado	Ingles	Revista Internacional de Sistemas y Gestión Logística	India	2021	<a href="https://www.inderscience.com/offers.php?id=132990">https://www.inderscience.com/offers.php?id=132990</a>	Analizar el impacto económico de la pandemia en el sector lácteo indio, examinar los procesos de producción en una unidad de manufactura mediante simulación, y explorar la experiencia de los productores lecheros con el fin de proponer recomendaciones que mejoren la sostenibilidad del sector.	La industria láctea, una de las más antiguas, ha evolucionado para satisfacer diversas necesidades con productos como leche líquida, ghee, cuajada y mantequilla. Durante la pandemia, los productores mostraron resiliencia gracias al apoyo gubernamental a través de cooperativas. No obstante, persisten desafíos en la gestión de riesgos y en la atracción de nuevos miembros a estas sociedades. Este estudio se	La pandemia reveló tanto la fortaleza como las vulnerabilidades del sector lácteo indio. A pesar del apoyo institucional, es necesario rediseñar procesos tradicionales de producción y fortalecer la integración de los productores en las cooperativas. Las recomendaciones derivadas del estudio apuntan a mejorar la resiliencia, eficiencia y sostenibilidad de la cadena de suministro,

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											desarrolló en tres fases: en primer lugar, se evaluó el impacto económico de la pandemia en términos del valor bruto de producción del sector; en segundo lugar, se llevó a cabo un estudio de caso utilizando simulación en una planta de fabricación láctea; y finalmente, se realizó un análisis empírico con productores para comprender aspectos claves de la producción. A partir de los hallazgos, se proponen recomendaciones enfocadas en la mejora de la	contribuyendo al fortalecimiento del sector ante futuras crisis.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											cadena de suministro y en la sostenibilidad del sector.	

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
42	An Industry 4.0-compatible digital product passport approach to achieving dairy product traceability	Un enfoque de pasaporte digital de productos compatible con la Industria 4.0 para lograr la trazabilidad de los productos lácteos	Scopus	Abierto	Inglés	Actas de la IECON (Conferencia de Electrónica Industrial)	Argentina	2023	<a href="https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10312481">https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10312481</a>	El objetivo principal de este trabajo es crear un "Digital Product Passport" que permita la trazabilidad de los productos lácteos a lo largo de la cadena de valor del proceso lácteo, aprovechando la tecnología del Asset Administration Shell dentro del marco del modelo de arquitectura de referencia para la Industria 4.0 (RAMI 4.0)	Este artículo ofrece un enfoque para establecer un "digital thread" asociado a la cadena de valor de los productos lácteos. Se identifican diferentes partes interesadas dentro del proceso lácteo, posicionándolas como proveedoras de activos que deben ser digitalizados y conectados. El "Digital Passport" es la herramienta clave que permite a las partes interesadas realizar la trazabilidad de los productos y procesos, proporcionand	El trabajo concluye que, al utilizar las especificaciones proporcionadas por el Asset Administration Shell como base para soluciones de digitalización compatibles con la Industria 4.0, se puede crear un hilo digital que mejora la trazabilidad y la transparencia en la cadena de valor del proceso lácteo. Esto permite a todos los interesados compartir datos y servicios de manera

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
											o datos y información digitalizados que pueden ser desarrollados y compartidos en tiempo real por todos los actores de la cadena de suministro láctea, cumpliendo con estrictos requisitos comerciales del proceso	efectiva, respondiendo a las demandas de un entorno o comercial cada vez más competitivo y exigente
MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión

43	An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport Approach for Realising Dairy Product Traceability	Un Pasaporte Digital de Productos compatible con la Industria 4.0 Un enfoque para la trazabilidad de los productos lácteos	Scopus	Abierto	Ingles	IECON 2023 - 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	Alemania y Argentina.	2023	<a href="https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10312481">https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10312481</a>	Proponer un Pasaporte Digital de Producto (DPP) para el queso de exportación, basado en Asset Administration Shell (AAS) y el modeloRAMI 4.0. El sistema busca asegurar trazabilidad total desde la producción primaria de leche hasta la llegada al mercado.	El DPP reúne información de toda la cadena láctea: salud animal, composición de la leche, transporte, producción, maduración y requisitos de exportación. Se apoya en AAS para garantizar la interoperabilidad y el uso de un formato estándar. Se plantean dos formas de almacenamiento: dispositivo físico en el producto y nube con acceso mediante QR o RFID..	La integración de AAS y RAMI 4.0 permite un DPP que garantiza trazabilidad total y segura. Facilita el intercambio de datos estandarizados y aumenta la competitividad de las PyMEs en los mercados internacionales. Se sugiere avanzar en prototipos y acuerdos para implementar el sistema en forma real.
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	---------	--------	--------------------------------------------------------------------------------	-----------------------	------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión

44	Advanced Computational Tools for Enhanced Food Quality and Safety	Herramientas computacionales avanzadas para mejorar la calidad y seguridad alimentaria	Scopus	Abierto	Ingles	Springer Nature Switzerland AG	Suiza	2023	<a href="https://link-springer-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/chapter/10.1007/978-3-031-30683-9_8">https://link-springer-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/chapter/10.1007/978-3-031-30683-9_8</a>	<p>Analizar las herramientas computacionales y tecnológicas avanzadas para mejorar la calidad y seguridad alimentaria, con énfasis en la detección y control de adulteración microbiana en los alimentos. El capítulo describe métodos analíticos, tecnologías emergentes y sistemas digitales que permiten garantizar autenticidad, trazabilidad y cumplimiento normativo en la</p> <p>El capítulo describe riesgos por adulteración química y microbiana en alimentos, incluyendo prácticas fraudulentas que afectan a productos como lácteos, aceites, miel y especias. Se explican métodos de detección como cromatografía, espectroscopía, biosensores, técnicas moleculares, visión por computadora y blockchain para trazabilidad. También se revisan tecnologías emergentes como procesamiento por alta presión, pulsos eléctricos, luz pulsada, radiación UV y empaques</p>	<p>El control efectivo de la calidad y la seguridad alimentaria requiere integrar métodos analíticos de alta precisión y soluciones digitales para trazabilidad en tiempo real. Las tecnologías emergentes permiten reducir los riesgos de fraude y contaminación, fortaleciendo la confianza del consumidor. La cooperación entre productores, autoridades y centros de investigación es clave para implementar sistemas de vigilancia y</p>
----	-------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	--------	---------	--------	--------------------------------	-------	------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

										industria alimentaria.	activos/inteligentes para preservar la calidad y seguridad.	respuesta más rápidos y eficientes.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------	-------------------------------------------------------------	-------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
45	A Novel Dairy Supply Chain Portal for Prediction of Milk Requirement	Un nuevo portal para la cadena de suministro de productos lácteos que permite predecir las necesidades de leche	Scopus	Abierto	Ingles	Shah and Anchor Kutchhi Engineering College	India	2023	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10266120">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/10266120</a>	Desarrollar y evaluar un portal digital con modelos predictivos para optimizar la gestión de la cadena de suministro de leche en pequeñas sociedades lecheras de la India, mejorando la predicción de la demanda, la planificación de producción y la eficiencia logística.	El sistema integra una aplicación web y móvil para agricultores, cooperativas, procesadores y transportistas, con funciones como gestión de contratos, pagos, optimización de rutas y subastas de transporte. Se probaron varios modelos de predicción de demanda semanal de leche (Linear Regression, Random Forest, Gradient Boosting y SARIMA), siendo SARIMA el más preciso (R <sup>2</sup> =0,93). La plataforma se implementó	El uso del modelo SARIMA dentro del portal mejora la precisión en la previsión de demanda y facilita la toma de decisiones en producción y distribución de leche. El portal contribuye a reducir costos, optimizar recursos, asegurar entregas oportunas y fortalecer la sostenibilidad económica de las pequeñas sociedades lecheras. Su implementación

											<p>en la nube (Azure MLOps) y permite pronósticos, seguimiento en tiempo real y comunicación directa entre actores de la cadena, incrementando transparencia y confiabilidad.</p>	<p>ión puede escalarse y adaptarse para ampliar la eficiencia y trazabilidad en cadenas lácteas y otros sectores agroalimentarios.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
46	Application of Optimization Techniques in the Dairy Supply Chain: A Systematic Review	Aplicación de técnicas de optimización en la cadena de suministro de productos lácteos: una revisión sistemática	Scopus	Abierto	Ingles	Revista Logistics	India	2022	<a href="https://www.mdpi.com/2305-6290/6/4/74">https://www.mdpi.com/2305-6290/6/4/74</a>	Revisar de forma sistemática las técnicas de optimización aplicadas a la cadena de suministro láctea y evaluar cómo el modelado matemático, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML) pueden mejorar su eficiencia y sostenibilidad.	Se analizaron 45 estudios publicados entre 2013 y 2022 sobre optimización en producción, procesamiento, inventario y distribución de lácteos. El 56% usó técnicas de modelado matemático y el 44% IA/ML. La mayoría se enfoca en producción y planificación, con menor atención a la optimización integral de toda la cadena. Se identifican aplicaciones como predicción de demanda, optimización de rutas, trazabilidad con IoT/blockchain	Las técnicas de optimización mejoran la eficiencia, reducen costos, pérdidas y emisiones, y aumentan la transparencia en la cadena láctea. Sin embargo, su implementación completa aún es limitada por costos, infraestructura y adopción tecnológica, especialmente en pymes. Se recomienda avanzar hacia modelos integrados y optimización en tiempo

												y gestión de inventarios para productos perecederos.	real para toda la cadena.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------------------------	---------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
47	Blockchain-Enabled Supply Chain platform for Indian Dairy Industry: Safety and Traceability	Plataforma de cadena de suministro basada en blockchain para la industria láctea india: seguridad y trazabilidad	Scopus	Abierto	Ingles	University of Petroleum and Energy Studies (universidad) y revista Foods (MDPI)	India	2022	<a href="https://www.mdpi.com/2304-8158/11/17/2716">https://www.mdpi.com/2304-8158/11/17/2716</a>	Diseñar e implementar una plataforma de cadena de suministro láctea en India basada en blockchain, para garantizar seguridad, trazabilidad y calidad nutricional de leche, queso y mantequilla, reduciendo adulteración, contaminación y fraude.	El sistema propuesto integra blockchain (Ethereum), contratos inteligentes, IoT, códigos QR y machine learning para registrar y verificar en tiempo real cada etapa de la cadena, desde la granja hasta el consumidor. Permite detectar problemas de calidad, automatizar pagos, optimizar logística y mantener el historial nutricional y de seguridad de cada lote.	La plataforma mejora la transparencia, la confianza y la eficiencia operativa, protegiendo la salud pública y fortaleciendo la competitividad del sector lácteo. Sin embargo, su adopción requiere inversión, capacitación y coordinación entre todos los actores.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
48	Traceability Platform Based on Green Blockchain: An Application Case Study in Dairy Supply Chain	Plataforma de trazabilidad basada en blockchain verde: un caso práctico de aplicación en la cadena de suministro de productos lácteos	Scopus	Abierto	Ingles	revista Sustainability (MDPI)	Italia	2022	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/14/6/3321">https://www.mdpi.com/2071-1050/14/6/3321</a>	Implementar una plataforma de trazabilidad para el queso Fontina DOP usando blockchain verde (Algorand), con bajo consumo energético y coste reducido, para garantizar datos seguros, inmutables y accesibles en toda la cadena de suministro.	La solución integra IoT, base de datos MySQL y blockchain Algorand para registrar y proteger información desde la producción de la leche hasta la venta. Los datos se vuelcan a blockchain en la fase de envasado y se consultan por código QR, ofreciendo trazabilidad en tiempo real para productores y consumidores.	La plataforma mejora transparencia, sostenibilidad y confianza, reduciendo el impacto ambiental y los costos por transacción. Es replicable en otras cadenas alimentarias, aunque requiere capacitación y coordinación de los actores.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
49	Automatingdairy productionlineswiththeyoghurtcupstanddetectionprocessintheIndustry4.0era	Automatización de líneas de producción de lácteos con el proceso de reconocimiento y detección de envases de yogur en la era de la Industria 4.0	Scopus	Abierto	Ingles	Democritus University of Thrace (universidad)	Grecia	2022	<a href="https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.ui-s.edu.co/science/article/pii/S1877050922023675?via%3Dihub">https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.ui-s.edu.co/science/article/pii/S1877050922023675?via%3Dihub</a>	Desarrollar y evaluar un sistema inteligente basado en visión artificial e inteligencia artificial para reconocer y detectar vasos de yogur en líneas de producción en el contexto de la Industria 4.0, con el fin de automatizar el control de calidad y optimizar procesos de envasado utilizando técnicas avanzadas de aprendizaje profundo.	El estudio presenta un algoritmo que combina Machine Vision y aprendizaje profundo, probando dos arquitecturas de vanguardia: YOLO v5.0 y Mask R-CNN. Para su entrenamiento se creó el dataset propio YogDATA con imágenes capturadas en una línea de producción simulada equipada con cámara de 5 MP. Ambos modelos se evaluaron en la tarea de detección de vasos de yogur, obteniendo precisiones muy altas	El sistema propuesto demuestra que es posible automatizar de forma precisa y eficiente la identificación de productos lácteos en tiempo real, mejorando el control de calidad y reduciendo tiempos y recursos en producción. YOLO v5.0 sobresale por su velocidad y exactitud, adaptándose bien a entornos industriales, mientras que Mask R-CNN aporta valor en aplicaciones donde la

											<p>(YOLO mAP 0.995 y recall 0.999; Mask R-CNN mAP 0.968 y recall 0.983). YOLO logró un entrenamiento mucho más rápido (5 minutos frente a 6 horas) y mejor desempeño global, mientras que Mask R-CNN ofrece la ventaja adicional de generar máscaras para segmentación</p>	<p>segmentación detallada sea necesaria. La solución es escalable y aplicable a otras líneas alimentarias, aunque se plantea como trabajo futuro ampliar el dataset y añadir detección de defectos y lectura de números de lote mediante OCR.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
50	An Ecosystem for the Dairy Logistics Supply Chain with Blockchain Technology	Un ecosistema para la cadena de suministro logística de productos lácteos con tecnología blockchain	Scopus	Abierto	Ingles	International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME).	Estados Unidos	2021	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/9591146">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/9591146</a>	Diseñar un ecosistema logístico para la cadena de suministro láctea usando blockchain e IoT para mejorar trazabilidad, transparencia y seguridad alimentaria.	El sistema propuesto registra en tiempo real datos de producción, transporte y distribución, accesibles para todos los participantes y consumidores. Integra contratos inteligentes y crowdfunding para crear cadenas de suministro personalizadas y seguras, reduciendo fraudes y desperdicio.	El modelo descentralizado basado en blockchain soluciona problemas de centralización y opacidad del sistema tradicional, genera confianza, optimiza procesos y fomenta cooperación, con potencial para implementarse y perfeccionarse en el mercado.

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
51	A comparison of analytical test methods in dairy processing	Una comparación de métodos analíticos de prueba en el procesamiento de productos lácteos	Scopus	Abierto	Ingles	Revista Food Control (Elsevier) y University of Limerick.	Irlanda	2021	<a href="https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S0956713520305533?via%3Dihub">https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S0956713520305533?via%3Dihub</a>	El objetivo principal del estudio fue comparar y diferenciar los métodos analíticos utilizados en tres plantas de fabricación de lácteos para la producción de leche cruda, leche descremada, crema y leche en polvo descremada, con la finalidad de informar y educar a cada productor sobre las mejores prácticas en el laboratorio	Este estudio cualitativo evaluó los métodos analíticos usados en tres plantas lácteas durante un año, enfocándose en pruebas químicas, composicionales y microbiológicas. Se encontraron similitudes en muchas categorías, pero también diferencias notables, especialmente en métodos tradicionales frente a técnicas instrumentales avanzadas. El trabajo destaca la necesidad de que la industria láctea adopte sistemas de	El estudio permitió a las plantas lácteas revisar sus matrices de pruebas analíticas y procesos, identificando áreas para mejorar la eficiencia y calidad en el control de laboratorio. También ofrece una referencia para que otras plantas comparen sus métodos con las mejores prácticas industriales actuales, resaltando la importancia de actualizar e los métodos estándar para adaptarse a

										<p>y optimizar las operaciones analíticas.</p> <p>calidad más modernos y eficientes, con métodos analíticos rápidos y basados en la tecnología Industria 4.0 para mejorar la calidad y optimización del proceso.</p>	<p>los avances tecnológicos y a las demandas del mercado.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
52	Simulation-based evaluation of IoT functionality in perishable dairy products	Evaluación basada en simulación de la funcionalidad del IoT en productos lácteos perecederos	Scopus	Cerrado	Ingles	European J. of Industrial Engineering (EJIE)	Reino Unido	2021	<a href="https://www.inderscience.com/offers.php?id=118493">https://www.inderscience.com/offers.php?id=118493</a>	el artículo es presentar un marco de evaluación basado en simulación para cadenas de suministro de productos lácteos perecederos, con el fin de reducir desperdicios, escasez y discrepancias de inventario.	El artículo propone un modelo que combina captura de datos en tiempo real, modelado de la cadena de suministro y gestión dinámica del rendimiento. Se emplea el procesamiento de eventos complejos (CEP) para integrar funcionalidades del IoT, aplicadas en una simulación de una cadena de suministro de tres niveles de productos lácteos. Los experimentos muestran cómo la redistribución de cantidades según la vida útil y el	Los resultados evidencian que la implementación de IoT en cadenas de suministro de productos perecederos permite optimizar los indicadores de desempeño, reduciendo la cantidad de leche vencida y mejorando la tasa de llenado del inventario. Esto demuestra que la digitalización ofrece una solución eficaz para gestionar la perecibilidad en la industria láctea.

											traslado de productos entre minoristas mejoran significativamente la eficiencia operativa y económica.	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
53	A simulation-based decision support system to improve the resilience of the food supply chain	Un sistema de apoyo a la decisión basado en simulación para mejorar la resiliencia de la cadena de suministro alimentaria	Scopus	Abierto	Inglés	International Journal of Computer Integrated Manufacturing	Reino Unido	2021	<a href="https://www.tandfonline.com/bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/full/10.1080/0951192X.2021.1946859">https://www-tandfonline-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/full/10.1080/0951192X.2021.1946859</a>	Desarrollar metodologías y herramientas de apoyo a la decisión basadas en simulación para mejorar la resiliencia de la cadena de suministro alimentaria, especialmente frente a interrupciones no anticipadas relacionadas con el cambio climático.	El artículo presenta un marco novedoso para mejorar la resiliencia en la cadena de suministro de alimentos mediante un enfoque basado en simulación. Se muestra cómo esta metodología puede ayudar a los fabricantes a mitigar el impacto de diversos tipos de interrupciones, incluyendo aquellas derivadas del cambio climático, utilizando un caso aplicado a la cadena de suministro de productos lácteos que incluye	El marco y los modelos de simulación propuestos ofrecen una forma sistemática y eficiente de incrementar la resiliencia de las cadenas de suministro alimentarias. El estudio de caso en la industria láctea demuestra la flexibilidad de la técnica para evaluar impactos y generar planes de recuperación personalizados que consideran múltiples criterios de optimización para diversos actores

											agricultores, fabricantes y mayoristas.	involucrados.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------------------------------------	---------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
54	Aflatoxins in Milk and Dairy Products: Occurrence and Exposure Assessment for the Serbian Population	Aflatoxinas en la Leche y Productos Lácteos: Ocurrencia y Evaluación de la Exposición para la Población Serbia	Scopus	Abierto	Ingles	Applied Sciences	Serbia	2020	<a href="https://www.mdpi.com/2076-3417/10/21/7420">https://www.mdpi.com/2076-3417/10/21/7420</a>	El objetivo principal del estudio fue evaluar la exposición de la población adulta en Serbia a la aflatoxina M1 (AFM1) a través del consumo de leche y productos lácteos, combinando datos de concentración de AFM1 en muestras analizadas entre 2015 y 2018 con datos de consumo obtenidos mediante encuestas y simulaciones de	Este estudio analiza la presencia de AFM1 en leche cruda y productos lácteos en Serbia, así como el consumo de estos productos por parte de la población adulta. Utilizando métodos estadísticos y simulaciones, se estimó la ingesta diaria de AFM1, encontrándose que la leche pasteurizada y los productos más consumidos. Los resultados sugieren un riesgo moderado de exposición y resaltan la	Se concluye que, aunque la concentración de AFM1 está dentro de los límites permitidos, es fundamental mejorar las prácticas agrícolas y de almacenamiento del alimento para animales para reducir la contaminación en la fuente. Además, se recomienda continuar con estudios de seguimiento, especialmente enfocados en grupos vulnerables como niños, para asegurar la seguridad alimentaria y minimizar

										Monte Carlo.	necesidad de monitoreo continuo en la cadena alimentaria para proteger la salud pública.	riesgos asociados a esta micotoxina.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------	------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
55	Supply Chain Routing in a Dairy Industry Using Heterogeneous Fleet System: Simulation-Based Approach	Enrutamiento de la Cadena de Suministro en una Industria Láctea Usando un Sistema de Flota Heterogénea: Enfoque Basado en Simulación	Scopus	Abierto	Ingles	Journal of the Institution of Engineers	India	2020	<a href="https://link-springer-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/article/10.1007/s40032-020-00588-1">https://link-springer-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/article/10.1007/s40032-020-00588-1</a>	El estudio tiene como objetivo principal reducir el costo total de distribución en la industria láctea mediante el uso de un sistema de flota heterogénea optimizado, consideran do factores sostenibles como el consumo de combustible y las emisiones de CO2, a través de un modelo de simulación desarrollado con el software	Este trabajo investiga la mejora del transporte en la industria láctea utilizando un modelo de simulación basado en datos reales de cantidades de leche y tiempos de transporte desde ocho pueblos hacia centros de procesamiento. Se desarrolló un modelo con flotas heterogéneas para optimizar el tipo de camión a utilizar, comparándolo con el modelo actual. Los resultados muestran que el modelo optimizado es más viable	El modelo optimizado basado en simulación confirma que el uso estratégico de diferentes tipos de camiones reduce los costos y las emisiones de carbono en la cadena de suministro láctea. La optimización permite un transporte más económico y ecológico, recomendando la adopción de este modelo para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la distribución de leche desde los

											Arena.	económicament e y más amigable con el medio ambiente, facilitando la toma de decisiones en logística y gestión de la cadena de suministro.	pueblos hasta los consumidores finales.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
56	Measuring the economic results of the Nitrogen Management Certification System for different stakeholders in the dairy sector	Medición de los resultados económicos del Sistema de Certificación de Gestión del Nitrógeno para diferentes actores del sector lácteo	Scopus	Cerrado	Ingles	Sociedad Estadounidense de Ingenieros Agrícolas y Biológicos	Estados Unidos	2020	<a href="https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?JID=5&amp;AID=51586&amp;CID=virtual2020&amp;T=1">https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?JID=5&amp;AID=51586&amp;CID=virtual2020&amp;T=1</a>	Analizar cómo la aplicación de tecnologías de manejo de nitrógeno (NMT) en la producción láctea puede optimizar la eficiencia de recursos, mejorar la producción y reducir impactos ambientales, considerando la toma de decisiones de los distintos actores de la cadena de suministro.	El estudio evalúa la relación entre el desempeño de los actores en la cadena de suministro láctea y la implementación de NMT. Se utilizan indicadores de producción y eficiencia, así como un modelo híbrido de Input-Output que integra alimentos, energía y agua (FEW) para simular cambios y escenarios futuros. Los resultados permiten identificar cómo las decisiones y tecnologías influyen en la sostenibilidad y	La integración de NMT y la modelación mediante la tabla híbrida de Input-Output facilita la planificación y la mejora de la eficiencia en la producción láctea, promoviendo decisiones más sostenibles y un mejor desempeño económico y ambiental en la cadena de suministro.

											eficiencia de la cadena de suministro láctea.	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------	--

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
57	Blockchain-Based Trust Mechanism for IoT-Based Smart Manufacturing System	Mecanismo de confianza basado en blockchain para sistemas de fabricación inteligente basados en IoT	Scopus	Abierto	Ingles	Transacciones IEEE sobre sistemas sociales computacionales	Estados Unidos	2019	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8736019">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8736019</a>	El objetivo central del artículo es investigar y demostrar cómo la tecnología blockchain puede aplicarse como mecanismo de confianza y seguridad en sistemas de fabricación inteligentes basados en IoT, especialmente para mejorar la transparencia, la confianza y la eficiencia en procesos colaborativos entre diferentes actores	El artículo describe cómo la integración de blockchain y el Internet de las cosas (IoT) permite gestionar grandes volúmenes de datos en sistemas de fabricación inteligente, reduciendo significativamente el "impuesto de confianza" que enfrentan las empresas, especialmente las pequeñas y medianas. Utilizando la industria láctea como ejemplo, se exploran aplicaciones prácticas en aseguramiento de la calidad, trazabilidad de materiales,	La investigación concluye que la blockchain es una herramienta efectiva para disminuir los costos asociados a la falta de confianza en la fabricación colaborativa basada en IoT, permitiendo redistribuir los recursos en función de mejorar procesos, equipos y la calidad del producto, aunque aún existen desafíos importantes para su adopción masiva.

										industriales	gestión de equipos y mecanismos flexibles de precios.	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------	-------------------------------------------------------	--

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
58	Smart Farm: A System for Proactive Raw Milk Quality Management	Granja Inteligente: Un Sistema para la Gestión Proactiva de la Calidad de la Leche Cruda	Scopus	Cerrado	Inglés	Actas del taller sobre minería de datos interactiva	Estados Unidos	2019	<a href="https://dl-acm-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/10.1145/3304079.3310285">https://dl-acm-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/10.1145/3304079.3310285</a>	El objetivo central del texto es presentar el sistema “Smart Farm” como una solución basada en inteligencia artificial para gestionar de manera proactiva la calidad de la leche cruda en las granjas lecheras, fortaleciendo la participación de los actores de la cadena láctea y garantizando un producto de mayor calidad para los	El texto describe cómo el sistema “Smart Farm” busca mejorar la calidad de la leche y productos lácteos a través de herramientas de inteligencia artificial y automatización. Este sistema involucra tanto a productores como a proveedores logísticos, promoviendo una gestión colaborativa que reduzca rechazos por mala calidad y aumente los beneficios para toda la cadena de suministro láctea.	La implementación de sistemas inteligentes como “Smart Farm” permite a la cadena de suministro láctea mantener altos estándares de calidad, reducir pérdidas y mejorar la rentabilidad, consolidando una estrategia de innovación tecnológica para enfrentar los retos actuales del sector.

										procesadores.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	--	--

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
59	In English: Gestión de la Cadena de Suministro usando Blockchain	Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain	Scopus	Abierto	Ingles	RAIT (Ramrao Adik Institute of Technology)	India	2019	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8908031">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8908031</a>	El objetivo principal del artículo es implementar y demostrar un sistema de gestión de la cadena de suministro basado en la tecnología blockchain, especificamente orientado al sector lácteo, para mejorar la trazabilidad, transparencia y confianza a lo largo de toda la cadena desde la producción hasta el consumidor	Este estudio propone un modelo que integra blockchain con sensores IoT para registrar en tiempo real parámetros críticos como temperatura, humedad y movimiento durante el transporte y almacenamiento de productos lácteos. Con ello, se asegura que la información sobre el estado y trayectoria de los productos sea inmutable, accesible y confiable para todos los actores involucrados, reduciendo errores, fraudes y demoras. Además, se	La implementación de blockchain en la gestión de la cadena de suministro láctea permitió superar problemas comunes como la distribución de productos vencidos y la falta de transparencia en las transacciones. Se logró una mayor seguridad, confianza y eficiencia, además de facilitar la distribución equitativa de ingresos entre los participantes. El uso de contratos

										final, utilizando también sensores IoT para la captura precisa de datos ambientales y de calidad.	utilizan contratos inteligentes para automatizar sanciones y pagos basados en el cumplimiento de estándares de calidad definidos en la cadena de suministro.	inteligentes contribuyó a reducir costos y retrasos asociados a procesos manuales, mostrando así el potencial transformador de estas tecnologías en el sector.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
60	An Early Detection System for Proactive Management of Raw Milk Quality: An Australian Case Study	Un Sistema de Detección Temprana para la Gestión Proactiva de la Calidad de la Leche Cruda: Estudio de Caso en Australia	Scopus	Abierto	Ingles	IEEE Access	Australia	2018	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8509586">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8509586</a>	El objetivo del estudio es desarrollar un sistema de detección temprana que permita la gestión proactiva de la calidad de la leche cruda en las granjas, utilizando datos en tiempo real de sensores IoT para monitorear parámetros clave como la temperatura y el nivel de leche, y así prevenir la degradación microbiológica antes	La investigación propone un enfoque proactivo para el manejo de la calidad de la leche cruda, monitoreando continuamente la temperatura y nivel en los tanques de almacenamiento mediante sensores IoT. A diferencia del método reactivo tradicional que se basa en pruebas realizadas al momento de la recolección, este sistema implementa un modelo basado en reglas y técnicas de aprendizaje automático para detectar desviaciones	El estudio concluye que la gestión proactiva de la calidad de la leche mediante la detección temprana basada en IoT y aprendizaje automático permite una mejor conservación del producto y reducir los rechazos en etapas posteriores. Esto beneficia tanto a los productores como a los transportistas y procesadores, al facilitar decisiones informadas y oportunas. Además, el trabajo sienta

										de que la leche sea recogida y procesada en la cadena de suministro	tempranas y notificar a los agricultores sobre acciones preventivas, con el fin de maximizar la vida útil y la calidad del producto. El estudio incluye un caso real en una granja en Queensland, Australia, donde el sistema demostró alta precisión en la detección de eventos que afectan la calidad de la leche	las bases para futuros desarrollos en sistemas de alerta temprana que mejoren aún más la gestión de la calidad en la cadena láctea
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
61	DAPS: Dairy Analysis and Prediction System using Technical Indicators	DAPS: Sistema de Análisis y Predicción Láctea utilizando Indicadores Técnicos	Scopus	Abierto	Ingles	IEEE	India	2017	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uiis.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=8071587">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.uiis.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=8071587</a>	El objetivo del sistema DAPS es analizar y predecir datos de la producción láctea para optimizar la gestión de la cadena de suministro y maximizar las ganancias, mediante el uso de indicadores técnicos y análisis de big data para facilitar la toma de decisiones en la producción y	El artículo presenta DAPS, un sistema práctico y económico que utiliza técnicas de análisis técnico como MACD y RSI, junto con big data y algoritmos como K-Means, para procesar grandes volúmenes de datos recolectados en la cadena de suministro láctea. El sistema digitaliza la relación entre productores, distribuidores y minoristas, mejorando el	El sistema DAPS reduce el trabajo manual en la gestión de pedidos y análisis, facilitando predicciones eficientes para minoristas y distribuidores. Proporciona una herramienta accesible para manejar la cadena de suministro de productos lácteos, optimizando la distribución y apoyando la entrada a mercados globales. En futuro se

											distribución de productos lácteos.	análisis de tendencias y predicciones sobre la demanda y ventas, con el fin de optimizar la gestión y maximizar la rentabilidad.	planea incorporar análisis de sentimientos desde redes sociales y funciones de pago integradas para una gestión financiera más completa.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
62	Supporting small-scale dairy plants in selecting market opportunities and milk payment systems using a spreadsheet model	Apoyo a plantas lecheras de pequeña escala en la selección de oportunidades de mercado y sistemas de pago por leche mediante un modelo de hoja de cálculo	Scopus	Abierto	Inglés	Computers and Electronics in Agriculture (Elsevier)	Perú	2016	<a href="https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S0168169916000338?via%3Dihub">https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S0168169916000338?via%3Dihub</a>	El objetivo principal del estudio es presentar una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, llamada DairyPlant, que permite a procesadores de leche calcular su beneficio diario y evaluar diferentes estrategias de portafolio de productos y sistemas de pago por calidad y cantidad de leche, con el fin de mejorar la rentabilidad y la calidad	Este artículo introduce DairyPlant, una aplicación en hoja de cálculo que simula el desempeño económico de plantas lácteas pequeñas, tomando en cuenta la calidad y cantidad de leche suministrada por cada productor. Basándose en datos de dos plantas en el Valle del Mantaro (Perú), el estudio evalúa alternativas para diversificar la producción y adoptar sistemas de pago que recompensen la buena calidad	DairyPlant es una herramienta flexible y accesible que facilita a los procesadores lácteos analizar y optimizar su cartera de productos y sistemas de pago, promoviendo una mejor calidad de leche y mayores beneficios económicos. Aunque existen limitaciones técnicas, el modelo favorece la transparencia y el diálogo entre actores del sector, y su aplicación puede contribuir a

										en plantas lácteas de pequeña escala.	de leche, mostrando que es posible aumentar los beneficios y mejorar la gestión de proveedores mediante estas estrategias.	fortalecer las cadenas de suministro lácteas, especialmente en contextos con plantas pequeñas y dispersas.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATRIZ PARA RECOLECCION /SISTEMATIZACION DE INFORMACION DE ARTICULOS O DOCUMENTOS PUBLICADOS												
#	Título ingles	Título español	Base de datos	Tipo de acceso	Idioma	Entidad (revista, universidad, etc.)	país	Año	Página web y/u otra fuente:	Objetivo	Resumen	Conclusión
63	Big Data Analytics for Empowering Milk Yield Prediction in Dairy Supply Chains	Análisis de Big Data para Potenciar la Predicción del Rendimiento de Leche en las Cadenas de Suministro Lácteo	Scopus	Abierto	Ingles	IEEE International Conference on Big Data	Singapur	2015	<a href="https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.ui.edu.co/document/7363997">https://ieeexplore-ieee.org/bibliotecavirtual.ui.edu.co/document/7363997</a>	Desarrollar una herramienta práctica y accesible, llamada Milk Yield Prediction and Analysis Tool (PAT), que utiliza análisis de big data para ayudar a productores lácteos, especialmente pequeños, a predecir la producción futura de leche a nivel individual y grupal, facilitando la toma de decisiones en la cadena de	El estudio presenta PAT, una herramienta que combina varios modelos predictivos para anticipar la producción de leche en diferentes niveles. Permite importar datos, elegir modelos y realizar análisis de escenarios, aprovechando big data para mejorar la gestión y planificación en la producción lechera diaria	PAT es una solución innovadora para predecir y analizar la producción de leche, especialmente útil para pequeños productores. Integra diversas técnicas predictivas y análisis de escenarios para enfrentar la complejidad de las cadenas lácteas, con un desarrollo continuo para ampliar sus funcionalidades.

										suministro.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------	--	--



Apéndice C. Artículo de Carácter publicable

# Estudio exploratorio de la aplicación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos

## Exploratory study of the application of digital twins in the dairy supply chain

Jose David Jiménez-Tolosa

Grupo de Investigación Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos (OPALO), Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander, correo electrónico: jose.jimenez5correo.uis.edu.co

### Resumen

Esta investigación analiza las aplicaciones de los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos mediante una revisión sistemática de literatura siguiendo el protocolo PRISMA. La búsqueda se realizó en bases de datos como Scopus, utilizando una ecuación de búsqueda construida a partir de tesauros identificados en literatura gris. Se seleccionaron 63 artículos científicos que cumplieron con los criterios de inclusión. Los resultados muestran que los gemelos digitales se aplican principalmente en tres áreas: optimización de procesos bajo enfoques Lean, mejora de la calidad mediante arquitecturas Dairy 4.0 y fortalecimiento de la trazabilidad con blockchain y sensorización. Se identificaron beneficios como la reducción de pérdidas, mejora en la trazabilidad y apoyo a modelos de sostenibilidad, aunque persisten desafíos técnicos y económicos para su implementación en pequeñas empresas. Se concluye que los gemelos digitales representan una oportunidad estratégica para aumentar la competitividad y la seguridad alimentaria en el sector lácteo

**Palabras clave:** gemelos digitales, cadena de suministro, productos lácteos, industria 4.0, revisión sistemática.

### Abstract

This research analyzes the applications of digital twins in the dairy supply chain through a systematic literature review following the PRISMA protocol. The search was conducted in databases such as Scopus, using a search equation built from thesauri identified in gray literature. Sixty-three scientific articles that met the inclusion criteria were selected. The results show that digital twins are mainly applied in three areas: process optimization under Lean approaches,

ISSN impreso: 1657 - 4583. ISSN en línea: 2145 – 8456, CC BY-ND 4.0 

Como citar: Autores (A. Apellido)., “Título en el idioma en que se presenta el artículo,”

Rev. UIS Ing., vol. xx, no. x, pp. xx-xx, año. doi:

quality improvement through Dairy 4.0 architectures, and traceability enhancement with blockchain and sensorization. Benefits such as waste reduction, improved traceability, and support for sustainability models were identified, although technical and economic challenges persist for their implementation in small businesses. It is concluded that digital twins represent a strategic opportunity to increase competitiveness and food security in the dairy sector.

**Keywords:** digital twins, supply chain, dairy products, industry 4.0, systematic review.

## Introducción

La digitalización ha transformado la gestión de las cadenas de suministro, integrando tecnologías que buscan optimizar la eficiencia, la trazabilidad y la capacidad de adaptación de los procesos productivos [1]. En este contexto, los gemelos digitales se han posicionado como una de las innovaciones más prometedoras, al permitir la representación virtual de activos y procesos físicos para mejorar la toma de decisiones en tiempo real [2]. A pesar de su avance en áreas como la manufactura, la industria automotriz o la aviación, en el sector de los alimentos y particularmente en la cadena de suministro láctea, su aplicación sigue siendo primitiva [3].

Los estudios sobre este tema muestran que, a pesar de los progresos en la integración de tecnologías como la inteligencia artificial, blockchain, big data y visión artificial con gemelos digitales, todavía son escasas las investigaciones que se enfocan en su aplicación en el sector lácteo [4]. Esta situación es importante porque la cadena de suministro láctea tiene características únicas como la corta vida útil del producto, la influencia de variables ambientales y la necesidad de una trazabilidad sanitaria rigurosa, que la hacen muy sensible a la adopción de soluciones digitales [5]. Por lo tanto, es fundamental investigar cómo los gemelos digitales pueden ayudar a superar estas limitaciones y, al mismo tiempo, mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector [6].

De esta manera, la investigación se pregunta: ¿Cuáles son las aplicaciones y beneficios que ofrece la implementación de gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos? El objetivo general es caracterizar las aplicaciones y beneficios de la implementación de los gemelos digitales en esta cadena, mediante una revisión sistemática de la literatura. Esto permitirá identificar tendencias nuevas o en auge que puedan guiar la práctica empresarial y futuras investigaciones académicas.

El artículo se estructura de la siguiente manera: después de esta introducción, se presenta la metodología utilizada, seguida de los resultados del análisis bibliométrico y la revisión sistemática. Luego, se discuten los hallazgos principales y se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## Metodología

La investigación se desarrolló mediante un enfoque de revisión sistemática de literatura, implementando el protocolo PRISMA (Elementos Preferidos para Informes de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis) para garantizar la transparencia y replicabilidad del proceso [7]. El estudio se llevó a cabo en dos fases principales: una revisión preliminar de literatura gris para identificar tesauros y la revisión sistemática en bases de datos científicas.

## Identificación de tesauros

Se realizó una búsqueda exploratoria en Google Scholar utilizando los términos "digital twins", "supply chain" y "dairy production". Se seleccionaron 20 documentos por término, los cuales fueron analizados mediante la herramienta Voyant Tools para identificar la frecuencia y co-ocurrencia de términos. Este análisis permitió construir un banco de palabras importantes que sirvió como base para la formulación de la ecuación de búsqueda definitiva.

Los criterios de inclusión aplicados en esta fase fueron: documentos de acceso abierto, relevancia temática con los tres pilares de investigación (gemelos digitales, cadena de suministro y producción láctea), y tipo de documento (artículos, tesis, actas de congresos y reportes técnicos).

## Revisión sistemática de literatura

La ecuación de búsqueda se construyó a partir de los tesauros identificados y se aplicó en la base de datos Scopus, reconocida por su amplia cobertura en ingeniería y transformación digital. La ecuación utilizada fue:

ALL: ("Digital Twin" OR "Industry 4.0" OR "Predictive Analytics" OR "Artificial Intelligence" OR "Machine Learning" OR "Simulation" OR "Internet of Things" OR "IoT" OR "Emerging Technolog" OR "Big Data" OR "Dynamic Modeling" OR "Advanced Analytics" OR "Smart Technologies" OR "Digital Transformation") AND ("Supply Chain" OR "Logistics" OR "Production Systems" OR "Process Optimization" OR "Operations Management" OR "Smart Manufacturing" OR "Supply Chain Management" OR "Food Supply Chain") AND ("Dairy Product" OR "Dairy Industry" OR "Dairy Production" OR "Dairy Processing" OR "Food Industry" OR "Milk-Based Products")

La búsqueda inicial identificó 865 documentos. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1), que consideraron tipo de documento, idioma, acceso abierto y pertinencia temática, se seleccionaron 63 artículos científicos para el análisis final.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterio	Inclusión	Exclusión
Tipo de documento	Artículos científicos revisados por pares	Literatura gris, libros, capítulos
Idioma	Artículos científicos revisados por pares	-
Acceso	Texto completo disponible	Sin acceso al texto completo
Pertinencia	Relación con gemelos digitales, cadena de suministro y productos lácteos	Enfoque en otras áreas o tecnologías

Fuente: elaboración propia basada en el protocolo prisma.

El proceso de selección de documentos siguió el diagrama de flujo PRISMA 2020 (Ilustración 1), el cual detalla las fases de identificación, screening, elegibilidad e inclusión de los estudios.

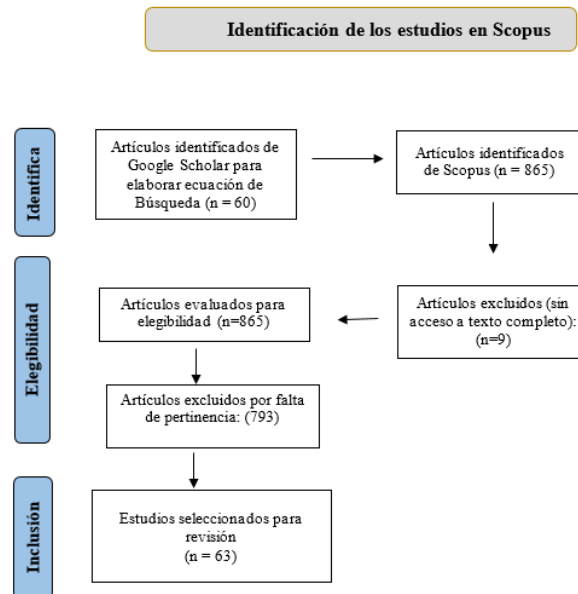


Ilustración 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020

### Fases de implementación metodológica.

La metodología se implementó en cuatro fases secuenciales que aseguraron el rigor en la selección y análisis de la literatura. La primera fase consistió en la identificación de tesauros mediante revisión preliminar de literatura gris en Google Scholar, analizando 20 documentos por término con Voyant Tools para determinar frecuencia y co-ocurrencias, lo que permitió establecer la base terminológica para la ecuación de búsqueda.

La segunda fase involucró la formulación de la ecuación de búsqueda en Scopus utilizando operadores booleanos y la aplicación del protocolo PRISMA, identificando inicialmente 865 documentos que posteriormente se redujeron al conjunto definitivo de artículos científicos tras los filtros de selección.

En la tercera fase se realizó el análisis de contenido y sistematización mediante clasificación temática en hoja de cálculo de los 63 artículos incluidos tras el proceso de selección, lo que permitió identificar aplicaciones reales, beneficios, desafíos y vacíos de conocimiento en el uso de gemelos digitales.

Finalmente, la cuarta fase comprendió la síntesis y redacción de resultados mediante elaboración de tablas, diagramas y narrativas que integraron los hallazgos en un documento científico estructurado con clasificación de aplicaciones y tendencias de los gemelos digitales en la cadena láctea.

### Análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico se desarrolló en dos etapas consecutivas: una revisión preliminar de literatura gris para la identificación de tesauros y la aplicación de la ecuación de búsqueda en bases de datos científicas para el análisis sistemático de la producción académica.

### Revisión preliminar e identificación de tesauros

La identificación de términos relevantes se realizó mediante el análisis de 20 documentos por cada uno de los tres pilares conceptuales de la investigación. La herramienta Voyant Tools permitió visualizar la frecuencia y co-ocurrencia de términos, estableciendo los fundamentos terminológicos para la construcción de la ecuación de búsqueda.

### 1.1.1. Tesoros para gemelos digitales

El análisis de frecuencia identificó "Digital twins" como término principal con 7,45% de ocurrencia, seguido por "Artificial intelligence" (6,21%) e "Internet of Things" (5,59%). La Figura 1 muestra la nube de palabras generada a partir de este análisis, donde se evidencia la fuerte asociación entre gemelos digitales y tecnologías emergentes como análisis predictivo, modelado dinámico y datos en tiempo real.

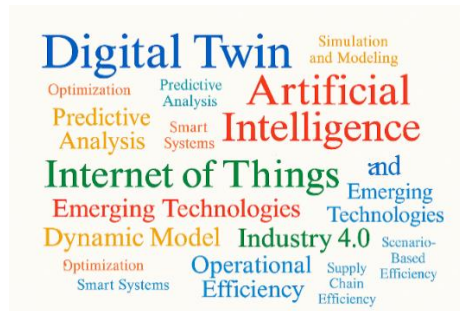


Figura 1. *Tesoros para digital twins*

La Tabla 3 presenta la clasificación completa de tesauros para gemelos digitales, ordenados por frecuencia de aparición en la literatura analizada

Tabla 2. *Tesoros gemelos digitales.*

Término	Frecuencia
Digital Twins	7.45%
Artificial Intelligence	6.21%
Internet of Things	5.59%
Predictive Analytics	4.97%
Dynamic Modeling	4.97%
Real-Time Data	4.97%
Industry 4.0	4.35%
Augmented Reality	3.73%
Simulation and Modeling	3.73%
Emerging Technologies	2.48%
Machine Learning	2.48%
Robotics	2.48%

Fuente: elaboración propia.

### 1.1.2. Tesoros para cadena de suministros

En este dominio, "Supply chain" mostró la mayor frecuencia (17,12%), seguido por "Logistics" (16,44%) y "Sourcing" (7,53%). La Figura 2 ilustra las interrelaciones entre estos términos, destacando la presencia de conceptos como machine learning, blockchain y sostenibilidad.



Figura 2. Tesoros cadena de suministro

La Tabla 4 detalla la totalidad de tesauros identificados para cadena de suministro, reflejando la importancia de la transformación digital y la gestión logística en la literatura revisada.

Tabla 3. Tesoros cadena suministro.

Término	Frecuencia
Supply Chain	17.12%
Logistics	16.44%
Sourcing	7.53%
Machine Learning	6.85%
Distribution	4.11%
Supply Networks	3.42%
Blockchain	2.74%
Sustainability	2.74%
Artificial Intelligence	2.74%
Food Quality and Safety	2.05%
Circular Economy	1.37%
Collaboration	1.37%
Systematic Review	1.37%

Fuente: elaboración propia.

### 1.1.3. Tesoros para producción láctea

El término "Dairy products" registró la mayor frecuencia (6,35%), seguido por "Food safety", "Milk and dairy products" y "Dairy production" (4,76% cada uno). La Figura 3 presenta la visualización de estos términos, donde se observa la convivencia de conceptos tradicionales con enfoques innovadores en la industria láctea.

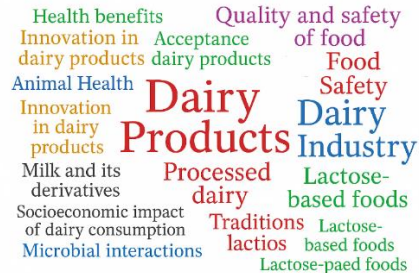


Figura 3. Tesoros producción láctea

La Tabla 5 consolida los tesoros para productos lácteos, evidenciando el énfasis en calidad, seguridad alimentaria y sostenibilidad.

Tabla 4. Tesoros producción láctea.

Término	Frecuencia
Dairy Products	6.35%
Food Safety	4.76%
Milk and Dairy Products	4.76%
Dairy Production	4.76%
Dairy Traditions	4.76%
Sustainability	4.76%
Dairy Industry	3.17%
Waste Recovery	3.17%
Product Preservation	1.59%
Artificial Intelligence	1.59%
Consumer Impact/Perception	1.59%
Unprocessed Dairy Products	1.59%
Sustainable Dairy Foods	1.59%

Fuente: elaboración propia.

## Análisis de la producción científica en Scopus

### 1.1.4. Evolución temporal de las publicaciones

La Figura 4 muestra la distribución temporal de las publicaciones desde 2002 hasta 2025. Se observa un crecimiento moderado hasta 2016, con un punto de inflexión en 2021 donde las publicaciones casi se duplicaron respecto al año anterior. El pico máximo se alcanzó en 2024 con más de 75 publicaciones, reflejando el creciente interés académico en la temática.

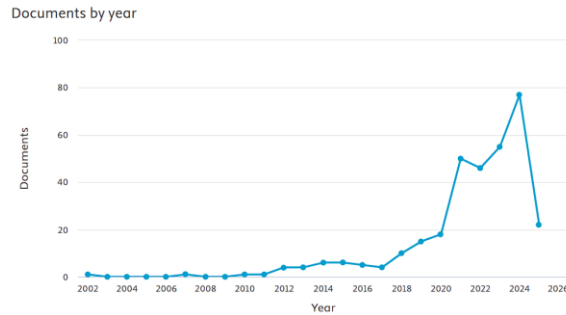


Figura 4. Años de publicación de los documentos

### 1.1.5. Distribución geográfica

El Reino Unido lidera la producción científica con más de 50 publicaciones, seguido muy de cerca por India y Estados Unidos con más de 45 documentos cada uno. Italia y China completan el top cinco con contribuciones significativas. La Figura 5 detalla la distribución completa por países, mostrando una concentración en economías desarrolladas y emergentes.

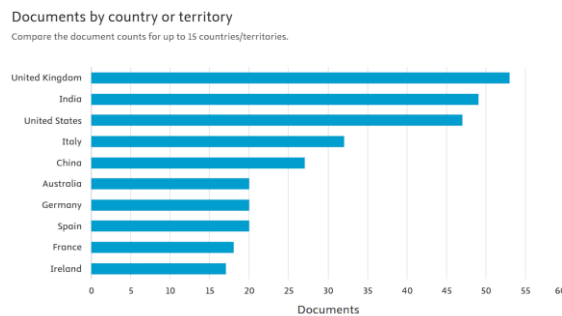


Figura 5. Países de publicación de los documentos

### 1.1.6. Áreas de conocimiento

La Figura 6 presenta la distribución porcentual por áreas del conocimiento. "Agricultural and Biological Sciences" lidera con 14,7%, seguido por "Engineering" (12,5%) y "Computer Science" (11,7%).

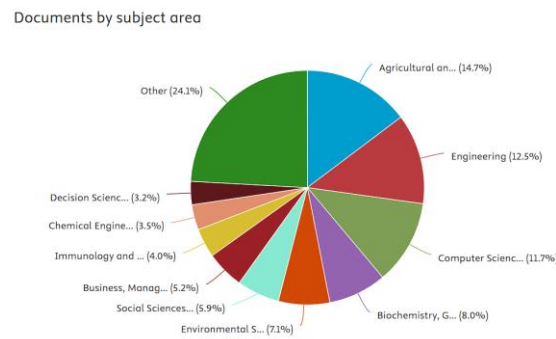


Figura 6. Áreas de investigación

La diversidad temática evidencia el carácter interdisciplinario de la investigación, con contribuciones desde la bioquímica, ciencias ambientales y administración de negocios. En ella se pone en diálogo la literatura de investigación primaria relevante, citando las fuentes discutidas, con aquello que el autor comprende del problema que está investigando. En esta sección del texto deben plantearse las hipótesis o preguntas propuestas por el autor, así como el alcance de la investigación. El título de la introducción se escribe según el formato de un título de sección.

**1.1.7. Tipos de documentos**

Los artículos científicos representan los 69,3% de la producción, seguidos por revisiones sistemáticas (21,2%) y artículos de conferencia (8,0%). La Figura 7 ilustra esta distribución, confirmando la solidez del conocimiento generado a través de investigaciones originales y revisiones exhaustivas. [19].

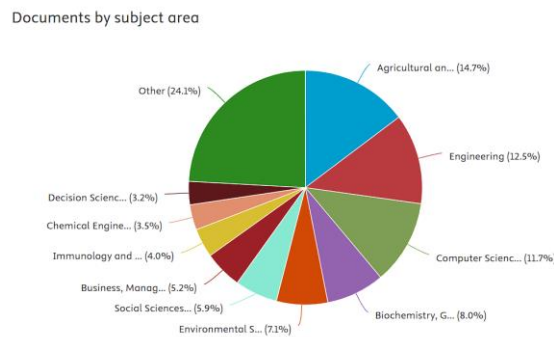


Figura 7. Tipos de documentos

**1.1.8. Análisis de red d palabras claves**

La Figura 8 muestra el mapa de co-ocurrencia de términos generado con VOSviewer. "Food industry" y "supply chain management" actúan como nodos centrales, conectándose directamente con "digital twin", "machine learning", "artificial intelligence" y "blockchain". Esta estructura confirma la alineación temática con los objetivos de la investigación.

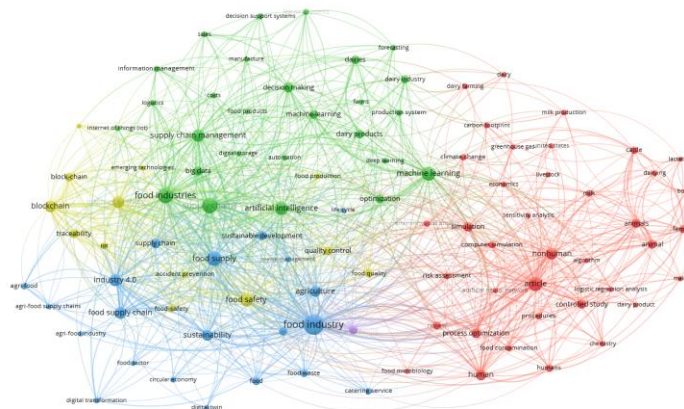


Figura 8. Palabras importantes

El análisis bibliométrico evidencia un campo de investigación en expansión, con creciente interés académico especialmente a partir de 2021, liderado por países con fuerte desarrollo tecnológico y con un marcado carácter interdisciplinario que combina perspectivas tecnológicas, agrícolas y de gestión.

## Resultados

### Caracterización de la literatura y áreas de aplicación.

La revisión sistemática permitió la selección final de 63 artículos científicos que cumplieron simultáneamente con los tres pilares de investigación: gemelos digitales, cadena de suministro y productos lácteos. El análisis de contenido reveló nueve categorías temáticas principales que organizan el conocimiento actual sobre la aplicación de gemelos digitales en la cadena láctea.

La Tabla 6 presenta la categorización completa de la literatura revisada, mostrando la distribución de artículos por categoría temática, autores representativos y número de publicaciones.

*Tabla 6. Categorización de la revisión de literatura.*

Categoría	No. de artículos
Transformación digital	13
Tecnología en la Cadena Láctea	6
Implementación, beneficios y desafíos	13
Desarrollo económico, políticas y ambiental	7
Percepciones de los agricultores y trabajadores	4
Datos para la transformación	8
Ejemplos de aplicación	12
Áreas de aplicación	2
Caso de estudio	12
Perspectivas futuras	6

Fuente: elaboración propia

El análisis muestra que las categorías "Transformación digital" e "Implementación, beneficios y desafíos" concentran el 41.2% de las publicaciones, indicando que la atención académica se centra en comprender los procesos de adopción tecnológica y sus implicaciones prácticas. Las categorías "Ejemplos de aplicación" y "Caso de estudio" representan en conjunto el 38% de los trabajos, evidenciando el interés por validar empíricamente estas tecnologías en contextos específicos.

### Estado actual de las aplicaciones de gemelos digitales

#### 1.1.9. Transformación digital en la cadena de suministros.

La transformación digital se ha consolidado como un eje estratégico para mejorar trazabilidad, optimizar procesos y responder a demandas de sostenibilidad. Un ejemplo destacado es la plataforma implementada en Italia para la producción del queso "Fontina DOP", que mediante Algorand blockchain, IoT y aplicaciones web, permitió registrar todas las fases productivas y garantizar transparencia entre más de 700 productores, con menor impacto ambiental [8].

La introducción de tecnologías de control de calidad como la "Citometría de Flujo" (Bentley Bactocount®), la espectroscopía FTIR o métodos modernos de análisis microbiológico (Petrifilm™) ha demostrado agilizar tiempos de respuesta y reducir costos frente a métodos tradicionales, fortaleciendo la seguridad alimentaria [9].

Plataformas integradas como el "Dairy Analysis and Prediction System" (DAPS) digitalizan la comunicación entre distribuidores, fabricantes y minoristas, facilitando la coordinación logística, el control de inventarios y la predicción de demanda [10]. A nivel empresarial, organizaciones como "AMUL" y "DANONE" han adoptado gemelos digitales junto con IoT, Blockchain y analítica avanzada para controlar calidad, optimizar procesos y reducir desperdicios [11].

#### **1.1.10. Tecnología en la cadena láctea**

Uno de los riesgos principales en la cadena de suministro de productos lácteos es la contaminación por patógenos o residuos químicos, lo que ha impulsado la implementación de mecanismos y herramientas de modelado predictivo como "DMfit" y "GInaFiT", que permiten simular el comportamiento microbiano y anticipar riesgos bajo distintas condiciones [12].

En establecimientos pequeños y pymes, donde predominan tareas manuales, metodologías como el "Análisis de Envoltorio de Datos" (DEA) y la simulación de procesos han demostrado que una mejor planificación y organización puede reducir pérdidas asociadas a inventario y garantizar mayor disponibilidad de productos [13].

La digitalización y automatización se unen como elementos para aumentar la eficiencia y mejorar la experiencia del consumidor. Las tecnologías de IA no solo optimizan la toma de decisiones estratégicas, sino que también permiten una planificación al anticipar variaciones en la demanda y en la producción [14].

La "Dinámica de Fluidos Computacional" (CFD) se ha convertido en una herramienta para la optimización de procesos en la industria alimentaria, contribuyendo a mantener la calidad de los animales y mejorar el control de temperatura durante producción, envasado y almacenamiento [15].

#### **1.1.11. Implementación, beneficios y desafíos**

Los gemelos digitales permiten representar virtualmente activos como animales, tanques de almacenamiento o líneas de procesamiento, alimentándose de datos en tiempo real obtenidos mediante sensores IoT y plataformas digitales. Esto permite anticipar desviaciones y mitigar riesgos de contaminación [16].

Entre los beneficios identificados destacan la mejora en eficiencia operativa mediante reducción de costos y tiempos de optimización de procesos [17], el incremento de trazabilidad y transparencia facilitado por la integración de Blockchain e IoT [18], y la optimización logística mediante modelos predictivos como "SARIMA" y "Simulaciones de Monte Carlo" que reducen emisiones de CO<sub>2</sub> [19].

Los desafíos principales incluyen altos costos de implementación y mantenimiento que limitan la adopción por pequeñas empresas [20], complejidad en la integración de datos debido a diferentes estándares y formatos [21], falta de capacitación y resistencia cultural frente a la digitalización [22], y retos regulatorios y de ciberseguridad [23].

#### **1.1.12. Desarrollo económico, políticas y ambiental**

La transformación digital impacta en dimensiones social, económica, operativa y ambiental. La dimensión social se vincula a reducción de riesgos sanitarios y fraudes; la económica se refleja en optimización de producción según

demanda y aumento de ingresos; la operativa con procesos más rápidos, menos papeleo y mejor coordinación; y la sostenibilidad mediante disposición segura de lotes contaminados y reducción de desperdicios [24].

El desarrollo de políticas específicas es indispensable para garantizar implementación ética y segura de tecnologías como gemelos digitales, IoT e inteligencia artificial, abordando aspectos críticos como ciberseguridad y protección de datos [25]. Los países deberían propiciar la implementación mediante subsidios y programas de formación para evitar desigualdades entre grandes empresas y pequeños productores [26].

#### **1.1.13. Percepción de agricultores y trabajadores**

La opinión de agricultores y trabajadores frente a la digitalización refleja tanto entusiasmo como preocupación. Muchos reconocen que estas tecnologías representan herramientas valiosas para mejorar eficiencia y aumentar productividad, permitiendo monitoreo más preciso de condiciones de producción y optimización de recursos [27].

Sin embargo, persisten dudas importantes relacionadas con falta de capacitación para su uso, elevados costos de inversión inicial y riesgos de pérdida de empleos por automatización [28]. El "Digital Product Passport" surge como herramienta importante al ofrecer una plataforma común donde productores, procesadores, distribuidores y minoristas pueden compartir información crítica en tiempo real [29].

#### **1.1.14. Datos para la transformación.**

La unión de IoT y Blockchain permite registrar en tiempo real variables como temperatura y ubicación, garantizando transparencia y seguridad de datos. Esta combinación evita fraudes, facilita trazabilidad y habilita contratos inteligentes que automatizan procesos [30].

Estudios reportan reducción del 18% en ineficiencias logísticas [31], disminuciones del 25% en tiempos de entrega y del 20% en costos de almacenamiento gracias al análisis en tiempo real [32]. Sin embargo, persisten retos asociados con separación de plataformas y falta de compatibilidad, donde la ausencia de estándares comunes limita la integración de datos recolectados [33].

#### **1.1.15. Ejemplos de aplicación**

Un caso real es el uso del "Pasaporte Digital de Producto" en un queso de exportación, donde cada activo de la cadena está representado mediante gemelos digitales bajo el marco "RAMI 4.0", asegurando trazabilidad completa y cumplimiento normativo internacional [34].

Iniciativas como la plataforma "Milk Pit" refuerzan la confianza entre productores y consumidores mediante dispositivos IoT que analizan calidad de leche en tiempo real, con interfaces locales que garantizan inclusión tecnológica [35]. Avances en automatización industrial, como sistemas de visión artificial e IA para detección de vasos de yogur en líneas de producción, alcanzan precisiones superiores al 99% con arquitecturas de "Deep Learning" como "YOLO v5.0" y "Mask R-CNN" [36].

#### **1.1.16. Casos de estudio**

La evaluación de exposición de población en Serbia a "Aflatoxina M1" (AFM1) mediante métodos analíticos como "ELISA" y "Simulaciones Monte Carlo" permitió identificar riesgos en salud pública y establecer puntos críticos de control [37].

El modelo "DairyPlant" en Perú permitió a procesadores analizar diferentes portafolios de productos y sistemas de pago basados en calidad de leche, promoviendo incentivos para mejorar producción y optimizar rentabilidad [38]. En

India, plataformas digitales soportadas en modelos predictivos como "SARIMA" han demostrado gran precisión en planificación de producción y distribución, ayudando a sostenibilidad económica de pequeños agricultores [39].

### **Clasificación de aplicaciones de Gemelos Digitales**

El análisis de los 63 artículos permitió identificar siete áreas principales de aplicación de gemelos digitales en la cadena de suministro láctea. Estas aplicaciones demuestran cómo la tecnología está transformando el sector y organizarlas permite analizar con mayor precisión su impacto en la eficiencia operativa, el control de calidad y la competitividad [40].

#### **1.1.17. Áreas de aplicación y tendencias tecnológicas**

Los gemelos digitales, junto con otras tecnologías digitales, cumplen funciones específicas en cada fase. Por lo que, identificar y organizar estas aplicaciones permite comprender cómo los gemelos digitales, al integrar información proveniente de sensores, inteligencia artificial, Blockchain y sistemas de simulación, contribuyen a mejorar la trazabilidad, optimizar procesos y garantizar productos de calidad. Este enfoque, facilita el análisis de su impacto, exponiendo su potencial como herramienta de innovación y muestra cómo benefician tanto a grandes industrias como a pequeños productores. Asimismo, orienta la toma de decisiones y la inversión en tecnológicas que respondan a los retos actuales y futuros de la cadena de suministro.

#### **1.1.18. Trazabilidad**

La trazabilidad en la cadena de suministro láctea permite registrar de forma completa y confiable el historial de un producto desde su origen hasta el consumidor final. Esta aplicación asegura la autenticidad, calidad y seguridad alimentaria, facilitando el cumplimiento normativo y mejorando la confianza del consumidor [41].

Tecnologías como Blockchain y Gemelos Digitales permiten crear registros digitales en tiempo real para todos los actores de la cadena. El "Digital Product Passport" (DPP) utiliza el estándar "Asset Administration Shell" dentro del marco "RAMI 4.0" para integrar datos desde la alimentación del ganado hasta la logística y procesos de maduración, siendo especialmente útil para la exportación de quesos [34].

El proyecto "Milk Pit" incorpora sensores IoT y una App Móvil que permiten a los productores monitorear la calidad de la leche en tiempo real y compartirla con consumidores, impulsando la transparencia y la inclusión [35]. Plataformas que integran Blockchain con bases de datos como "MySQL" verifican la autenticidad mediante códigos QR garantizando un registro seguro y trazabilidad ambientalmente sostenible, como se implementó en la cadena láctea del queso Fontina en Italia [8].

#### **1.1.19. Automatización y control de calidad**

La automatización en el control de calidad mejora la uniformidad y seguridad de los productos lácteos mediante la aplicación de inteligencia artificial y visión por computadora. Estos métodos permiten la inspección rápida y precisa de envases en líneas productivas, detectan defectos, contaminaciones o errores en etiquetados, y garantizan el mantenimiento de estándares estrictos [42].

La investigación de Konstantinidis et al. (2023) desarrolló un sistema inteligente que emplea modelos de aprendizaje profundo "YOLO v5.0" y "Mask R-CNN" para automatizar la línea de producción permitiendo identificar y detectar vasos de yogur. Estas tecnologías de visión artificial mejoran el control de calidad, permiten la detección rápida de defectos y optimizan el empaque, reforzando la trazabilidad en tiempo real dentro del enfoque de la Industria 4.0 [36].

Burke et al. (2021) señalan la incorporación de herramientas analíticas modernas, como la espectroscopía infrarrojo medio (FTIR) y la citometría de flujo, que ofrecen resultados rápidos y precisos en el análisis químico de la leche y sus derivados [9]. El algoritmo "CatBoost" alcanza una precisión del 99.69% para predecir la calidad de la leche y, al integrarse con Blockchain en el sistema "Milk Chain", garantiza la transparencia y trazabilidad de los datos, generando alertas en tiempo real [43].

#### **1.1.20. Logística y predicción**

La logística y la predicción adecuada de la demanda son esenciales para ajustar la producción, maximizar la eficiencia operativa y reducir costos y desperdicios. Se utilizan modelos estadísticos y algoritmos avanzados para anticipar las necesidades reales del mercado y optimizar rutas de distribución, favoreciendo también la sostenibilidad ambiental debido a la reducción de emisiones [44].

El modelo "SARIMA" (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) se implementa en plataformas digitales que integran a agricultores, cooperativas, procesadores y transportistas [39]. Este enfoque facilita capturar patrones y tendencias de consumo a partir de datos históricos, permitiendo generar predicciones precisas sobre la demanda semanal de leche. Dichas predicciones no solo facilitan la planificación de la producción, sino que también reducen desperdicios por sobreproducción y evitan la escasez en épocas de alta demanda [45].

La simulación digital ha demostrado ser una herramienta para optimizar la logística y evaluar la resiliencia de la cadena de suministro láctea. Ravichandran et al. (2020) utilizan el software "Arena" para modelar un prototipo digital de la cadena, permitiendo representar con detalle las etapas desde la recolección en granjas hasta la entrega final a los consumidores [46]. Tsiamas et al. (2021) emplean la herramienta "WITNESS" que ofrece funciones avanzadas como la evaluación de eventos, análisis de escenarios "qué pasaría si" y generación de planes de recuperación optimizados [47].

#### **1.1.21. Apoyo a la toma de decisiones y simulación operativa**

El apoyo a la toma de decisiones permite transformar grandes volúmenes de datos en información útil para la gestión estratégica y operativa. A través de herramientas de simulación, modelos predictivos y plataformas digitales los distintos actores de la cadena (productores hasta minoristas) pueden anticipar escenarios, evaluar riesgos y optimizar procesos, lo que refuerza la sostenibilidad y competitividad del sector [48].

Ravichandran et al. (2020) y Tsiamas et al. (2021) destacan el valor de la simulación digital como medio para representar y evaluar procesos logísticos complejos. Herramientas como "Arena" y "WITNESS" permiten modelar cada etapa de la cadena, desde la recolección de leche en granjas hasta la distribución final, incluyendo la variabilidad operativa y los riesgos asociados a interrupciones [49].

En un enfoque adaptado a pequeños productores, Fuentes et al. (2015) desarrollan "DairyPlant", una herramienta de fácil acceso basada en hojas de cálculo, diseñada para apoyar a plantas procesadoras de pequeña escala en la planificación operativa y económica. A través de la recopilación de datos sobre volúmenes de leche, composición química, costos de producción y rendimientos de procesamiento, esta herramienta permite simular distintos escenarios productivos y financieros [38].

#### **1.1.22. Gestión de riesgo y sostenibilidad**

La gestión de riesgos y la sostenibilidad abordan factores como la variabilidad en la producción, la vulnerabilidad a contaminantes y la necesidad de mantener la calidad a lo largo de toda la cadena. Los gemelos digitales, apoyados en

tecnologías de monitoreo, inteligencia artificial y simulación, permiten anticipar amenazas, minimizar pérdidas y asegurar tanto la seguridad alimentaria como la eficiencia operativa [50].

Zakeri et al. (2018) mencionan que el Internet de las Cosas (IoT) constituye una de las tecnologías más prometedoras para la gestión de riesgos en la cadena láctea, pues mediante sensores instalados en tanques de almacenamiento y equipos de transporte se obtiene información en tiempo real sobre parámetros críticos como temperatura y nivel de la leche [51].

Marques et al. (2024) profundizan en el papel de la Inteligencia Artificial (IA) para fortalecer la sostenibilidad de la industria láctea. Las "Redes Neuronales Artificiales" (ANN) permiten analizar grandes volúmenes de datos para detectar anomalías en la calidad de la leche, ayudando a cumplir con estándares sanitarios y evitar pérdidas económicas por productos defectuosos [52].

#### **1.1.23. Personalización y monitoreo de animales**

La personalización y el monitoreo se refieren a la capacidad de adaptar los procesos productivos a las condiciones específicas de cada agricultor, garantizando un seguimiento en tiempo real de la calidad de la leche. Este enfoque no solo busca optimizar la eficiencia operativa, sino también fomentar la transparencia y confianza entre productores y consumidores [53].

Nukapeyi et al. (2024) plantean la plataforma "Milk Pit" como un caso destacado de innovación. Esta solución combina sensores IoT con aplicaciones móviles que permiten medir parámetros de la leche como contenido de grasa y proteínas, y generar alertas inmediatas cuando se detectan anomalías [35].

El uso de algoritmos avanzados en el monitoreo se muestra en modelos como "Random Forest", que permiten procesar múltiples variables categóricas y ambientales relacionadas con la calidad del producto. Al integrarlos con plataformas digitales, se optimiza la clasificación y predicción de la leche según diferentes atributos [54].

#### **1.1.24. Colaboración e integración.**

Según (Bär, Un enfoque de pasaporte digital de productos compatible con la industria 4.0 para lograr la trazabilidad de productos lácteos, 2023), la digitalización abre oportunidades especialmente para las empresas PYMES, donde gracias a herramientas como el "Digital Product Passport", pueden demostrar el origen y la calidad diferenciada de sus productos, lo que les otorga ventajas competitivas frente a grandes industrias. Por otra parte, este beneficio depende de la colaboración activa entre los actores de la cadena (granjas, transporte, industrias lácteas, exportadores e importadores), ya que el intercambio de información en tiempo real, requiere sistemas interoperables y comunicación estandarizada. En este sentido, marcos como el "Asset Administration Shell" (AAS) y el "RAMI 4.0" son importantes, al traducir los datos de cada activo físico o digital a un formato universal que facilita la trazabilidad total, la optimización de procesos y la rápida respuesta ante incidentes.

(Sreevathsan B. D., 2023), destaca que la visión por computadora, las técnicas espectroscópicas (NIR y FTIR) y los biosensores permiten verificar automáticamente parámetros visuales, químicos y microbiológicos de la leche y sus derivados, reduciendo riesgos de adulteración y fortalecer la confianza del consumidor. Por lo que, cuando se combinan con plataformas digitales estandarizadas, garantizan que los datos fluyan de manera transparente desde el productor hasta el distribuidor, integrándose de manera directa en los gemelos digitales.

Igualmente, (Khanna A. J., 2022), plantea una plataforma habilitada con Blockchain, que articula trazabilidad, contratos inteligentes e IoT bajo un sistema seguro. Por lo que, esta solución, se organiza en etapas que incluyen desde la captura de datos en granja hasta la consulta final por parte del consumidor mediante códigos QR.

Asimismo, el uso de modelos predictivos como “SARIMA”, refuerza la integración entre los actores de la cadena. (P. Yogesh Mehta, 2023), Muestra que estas herramientas, aplicadas en portales digitales que conectan a agricultores, cooperativas y transportistas, mejoran la coordinación en áreas como contratos, pagos y logística, reduciendo desperdicios y asegurando entregas oportunas. Por lo que, se confirma que la colaboración no es únicamente tecnológica, sino también organizacional, al promover la transparencia y confianza entre los participantes de la cadena láctea.

### Tabla de clasificación de aplicaciones

La Tabla 5 consolida las principales áreas de aplicación de los gemelos digitales y las tecnologías digitales complementarias en la cadena de suministro de productos lácteos. Esta clasificación sistematiza el conocimiento identificado en la revisión sistemática y representa el principal aporte de integración conceptual de esta investigación [55].

Tabla 7. Clasificación de Aplicaciones Tecnológicas en la Cadena de Suministro Láctea

Área / Aplicación	Tecnología Principal	Beneficio
Trazabilidad	Gemelos digitales + Blockchain	Réplica digital del sistema, confianza y trazabilidad real
Automatización y control	Gemelos digitales + IA + Visión por computadora	Calidad, eficiencia y simulación virtual
Optimización y predicción	Gemelos digitales + Machine Learning + IoT	Escenarios dinámicos, eficiencia y reducción de costos
Apoyo a la toma de decisiones	Simulación digital + análisis predictivo	Adaptabilidad y planificación
Gestión de riesgos y sostenibilidad	Machine Learning + IoT + Blockchain	Reducción de riesgos
Personalización y monitoreo	IA + Gemelo digital	Mejoras en producción y calidad
Colaboración e integración	Asset Administration Shell (AAS) + RAMI 4.0 + Plataformas interoperables	Coordinación y competitividad

Fuente: elaboración propia

La tabla organiza siete áreas de aplicación críticas, especificando para cada una la tecnología principal, ejemplos destacados documentados en la literatura, beneficios reportados y las referencias correspondientes. Esta estructura permite visualizar de manera integral cómo los gemelos digitales se articulan con otras tecnologías emergentes para abordar desafíos específicos del sector lácteo [56].

### Diagrama de aplicación de tecnologías

El Diagrama de la Figura 9 representa las principales etapas de la cadena de suministro láctea y cómo se integran las tecnologías digitales para optimizar cada proceso. Este esquema sintetiza visualmente el flujo de información y los puntos donde los gemelos digitales articulan datos, modelos y decisiones a lo largo de toda la cadena [57].

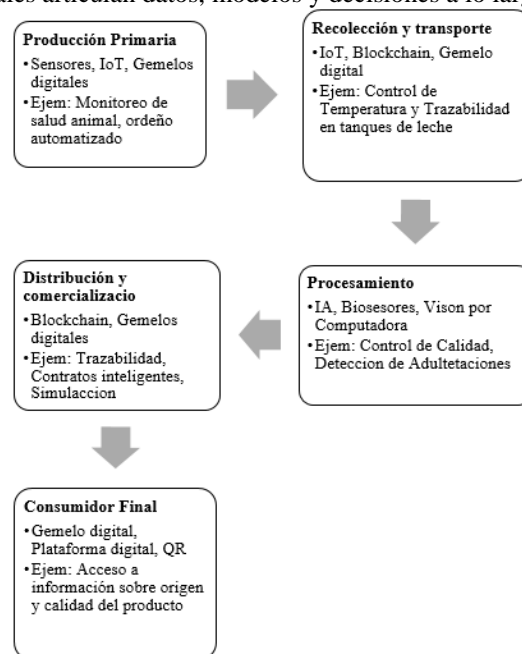


Figura 9. Diagrama de aplicación de tecnologías digitales en la cadena de suministro láctea

#### 1.1.25. Producción primaria

En esta fase inicial, se sitúan los sensores y dispositivos IoT instalados en tanques, collares o estaciones de ordeño. Estos sensores registran variables críticas como temperatura del tanque, volumen, pH, conductividad, parámetros fisiológicos del animal y datos ambientales. La información puede procesarse en el borde (Edge Computing) para generar alertas inmediatas y luego sincronizarse con la nube para análisis histórico [58].

Los gemelos digitales modelan el comportamiento de los activos (tanques, animales, equipos), permitiendo simular escenarios de fallas en refrigeración o brotes sanitarios y recomendando acciones preventivas. El uso de RFID y registros de ordeño facilita la trazabilidad individual desde el origen del lote. Los actores involucrados incluyen productores, cooperativas, técnicos de campo, proveedores de IoT y veterinarios [59].

#### 1.1.26. Recolección y transporte

En esta etapa, se integran IoT en vehículos, sensores de temperatura en cisternas y sistemas de geolocalización (GPS). Los gemelos digitales del transporte permiten simular rutas, tiempos de entrega y condiciones de carga. Blockchain puede registrar cada evento de la cadena de frío para garantizar inmutabilidad y trazabilidad final [8].

La interoperabilidad entre el sistema en la granja y la telemetría del camión es fundamental: si un sensor detecta un aumento de temperatura, el gemelo del lote y el del vehículo actualizan el estado y generan alertas a transportista y planta receptora. Los actores principales son transportistas, centros de acopio, operadores logísticos y autoridades sanitarias [60].

#### **1.1.27. Procesamiento**

En las plantas de procesamiento, se aplican tecnologías de control de calidad automatizado: visión por computador para detección de defectos físicos, biosensores y técnicas espectroscópicas (FTIR/NIR) para análisis composicional. Los gemelos digitales de líneas de producción permiten simular cuellos de botella, testar cambios en parámetros de proceso y predecir impacto en rendimiento y seguridad alimentaria [61].

Algoritmos de IA (CatBoost, Random Forest, ANN) analizan los flujos de datos para clasificar lotes, estimar calidad y disparar decisiones automáticas (rechazo, reprocesado o etiquetado especial). Los actores involucrados incluyen plantas procesadoras, laboratorios de control e ingeniería de procesos [62].

#### **1.1.28. Distribución y comercialización**

En esta etapa convergen contratos inteligentes, plataformas de comercio y redes blockchain que validan la integridad del historial del producto. Los gemelos digitales agregan la visión sistémica: combinan trazabilidad del lote, predicciones de demanda y estado de inventarios para optimizar asignaciones y promociones [63].

La digitalización facilita la automatización de pagos y certificaciones mediante "Smart Contracts", reduciendo fricciones comerciales y tiempos administrativos. Los actores principales son distribuidores, minoristas, plataformas logísticas y certificadoras [64].

#### **1.1.29. Consumidor final**

En el extremo de la cadena, el consumidor puede acceder a la historia del producto mediante códigos QR o plataformas públicas que muestran el "Digital Product Passport" (RAMI/AAS), proporcionando datos de calidad y certificaciones. Los gemelos digitales alimentan esa visualización con datos verificados (sensores + blockchain + análisis), lo que incrementa la confianza y permite diferenciación de producto basada en atributos como sostenibilidad u origen alimentario [65].

El diagrama evidencia que la integración de gemelos digitales con IoT, blockchain, IA y otras tecnologías no constituye una suma de soluciones aisladas, sino un ecosistema interconectado que transforma integralmente la gestión de la cadena láctea. La efectividad de este esquema depende tanto de la madurez tecnológica como de acuerdos organizacionales (estándares, gobernanza y capacitación) que permitan a todos los actores beneficiarse de la digitalización [66].

### **Discusión**

Los resultados de esta revisión sistemática evidencian que los gemelos digitales en la cadena de suministro de productos lácteos se aplican principalmente en tres líneas estratégicas: optimización de procesos bajo enfoques Lean, mejora de la calidad y reducción de defectos mediante arquitecturas Dairy 4.0, y fortalecimiento de la trazabilidad y autenticidad a través de blockchain y tecnologías de sensorización [106].

Estos hallazgos establecen un diálogo coherente con los antecedentes que plantean la transformación digital como un habilitador fundamental de la resiliencia y competitividad en las cadenas de suministro modernas [68]. Sin embargo, en el contexto específico de la industria láctea se observa un énfasis particular en la seguridad alimentaria y la reducción del desperdicio, aspectos críticos dada la naturaleza perecedera del producto y los estrictos requisitos regulatorios que caracterizan este sector [69].

La literatura especializada en gemelos digitales aplicados a otros sectores industriales destaca consistentemente su capacidad de integración sinérgica con tecnologías emergentes como inteligencia artificial, big data y visión artificial para mejorar sustancialmente los procesos de toma de decisiones [70]. En correspondencia con este patrón, los estudios analizados en el ámbito lácteo demuestran que la combinación de gemelos digitales con TIC y sistemas de visión artificial permite anticipar eficazmente defectos y apoyar esquemas de cero defectos, tal como documenta Konstantinidis et al. (2023) en sus investigaciones sobre automatización de líneas de producción [36].

Las aplicaciones de blockchain en la cadena láctea, exhaustivamente revisadas por Barge et al. (2023), ratifican las tendencias señaladas por Baladraf et al. (2025) en el contexto más amplio de la cadena de frío alimentaria, donde la integración de sistemas de trazabilidad digital demuestra capacidad para incrementar significativamente la confianza del consumidor y reducir pérdidas por deterioro o fraudes [71].

La clasificación de aplicaciones desarrollada en este estudio revela que, si bien la adopción de gemelos digitales en el sector lácteo se encuentra en etapas iniciales comparadas con otros sectores industriales, su articulación sinérgica con tecnologías complementarias ofrece soluciones concretas y efectivas a problemas críticos de calidad, seguridad y competitividad que históricamente han afectado esta industria [72].

No obstante, persisten desafíos considerables relacionados con la madurez tecnológica de las soluciones disponibles, los costos de implementación y la necesidad de desarrollar marcos normativos específicos, aspectos que coinciden plenamente con las barreras identificadas por Hasani et al. (2025) en su análisis de riesgos operativos de la transformación digital de cadenas de suministro [73]. Estos aspectos constituyen áreas prioritarias para investigaciones futuras orientadas a validar cuantitativamente los beneficios reportados y superar los obstáculos que actualmente limitan la consolidación de gemelos digitales en la cadena de suministro láctea.

## Conclusión

El estudio desarrollado mediante revisión sistemática de literatura evidencia que los gemelos digitales, apoyados por tecnologías complementarias como inteligencia artificial, visión artificial, blockchain, big data e IoT, ofrecen alternativas tecnológicas robustas para optimizar la eficiencia, trazabilidad, seguridad y calidad en la cadena de suministro de productos lácteos [74].

Entre las contribuciones novedosas de esta investigación se destaca la identificación y caracterización de tres líneas principales de aplicación: (1) la optimización de procesos bajo enfoques Lean, (2) la mejora de la calidad y reducción de defectos mediante arquitecturas Dairy 4.0, y (3) el fortalecimiento de la trazabilidad y autenticidad a través de blockchain y sensorización [75]. Estas líneas de aplicación demuestran que, aunque incipiente, la adopción de gemelos digitales en el sector lácteo responde efectivamente a necesidades críticas inherentes a los productos perecederos y establece un campo prometedor para la innovación tecnológica en la industria alimentaria [76].

La categorización integral de la literatura permitió reconocer que, si bien existe un volumen creciente de investigaciones sobre gemelos digitales en distintos sectores industriales, los estudios aplicados específicamente a la cadena de suministro de productos lácteos mantienen una presencia limitada pero en expansión acelerada [77]. El proceso sistemático de selección y clasificación facilitó identificar un conjunto coherente de trabajos relevantes que no solo abordan los gemelos digitales desde perspectivas conceptuales y tecnológicas, sino que también los vinculan operativamente con tecnologías habilitadoras como inteligencia artificial, blockchain, big data y visión artificial [78].

### Limitaciones

La investigación reconoce como limitación principal la escasez relativa de estudios aplicados directamente en cadenas lácteas reales, con una predominancia de investigaciones conceptuales, propuestas arquitectónicas y casos de estudio en etapas iniciales de implementación [79]. Adicionalmente, la heterogeneidad metodológica y la falta de estandarización en los reportes de resultados dificultan la comparación directa y la integración cuantitativa de hallazgos entre estudios [80].

### Recomendaciones

Consecuentemente, las investigaciones futuras deberían enfocarse prioritariamente en: (1) validar cuantitativamente los beneficios de los gemelos digitales en contextos operativos reales de la industria láctea, (2) explorar y desarrollar modelos de adopción tecnológica viables para pymes considerando sus restricciones específicas, (3) analizar sistemáticamente la madurez tecnológica y económica de las soluciones identificadas, y (4) establecer marcos normativos armonizados que faciliten la implementación escalable de estas tecnologías [81].

La superación progresiva de estos desafíos mediante investigación aplicada y desarrollo colaborativo entre academia e industria permitirá consolidar el potencial transformador que los gemelos digitales representan para la cadena de suministro de productos lácteos, contribuyendo simultáneamente a enhanced competitiveness, food security and sustainability in this fundamental sector of the food industry [82].

### Referencias

- [1] Morales-Rodríguez, N. (2018). Uso de nuevas tecnologías para la competitividad del país. *Investiga. TEC*, (33), 3-3.
- [2] Hartmann, D. &. (2025). Digital Twins - a golden age for industrial mathematics. *Journal of Mathematics in Industry*, 15(1).
- [3] Hasani, A. H. (2025). Analyzing operational risks of digital supply chain transformation using hybrid ISM-MICMAC method. *Opsearch. Quarterly Journal of the Operational Research Society of India*, 62(2), 583-607.
- [4] Zhang H. L. (2025). Artificial intelligence-enhanced Digital Twin Systems Engineering towards the industrial metaverse in the era of industry 5.0. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 38(1).
- [5] Baladraf, T. y. (2025). Posible adopción de blockchain en la cadena de suministro de alimentos refrigerados: Un estudio bibliométrico y una agenda de investigación futura. *ITEGAM-JETIA*, 11 (52), 112-125.
- [6] Kumar U. y otros (2024). Smart dairy: Unleashing emerging ICT-enabled lean dairy supply chains through data-driven decision-making. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2).
- [7] Page, M. J.-W. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799.
- [8] Varavallo, G. C.-P. (2022). Plataforma de trazabilidad basada en blockchain verde: Un caso práctico de aplicación en la cadena de suministro de productos lácteos. *Sustainability*, 14 (6), 3321.
- [9] Burke, N. Z. (2021). A comparison of analytical test methods in dairy processing. *Food Control*, 121, 107637.

- [10] Chudasama, R. D. (2017). DAPS: Dairy analysis and prediction system using technical indicators. *n Proceedings of the 2017 IEEE 3rd International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS)*, 176-181.
- [11] Sinha, G. K. (2023). Sustainable supply chain management practices in the dairy industry: A comparative study of leading dairy firms and future research directives. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 42(4), 435-446.
- [12] Pahariya, P. S. (2024). Análisis de la cadena de suministro en la industria láctea: Evaluación de riesgos y modelado predictivo. *En Predictive modeling and risk assessment strategies*, pp. 1-16.
- [13] Reiner, G. T. (2013). Analyzing the efficient execution of in-store logistics processes in grocery retailing—The case of dairy products. *Production and Operations Management*, 22(4), 924-939.
- [14] Serrano-Torres, G. J.-N.-C.-F. (2025). Transformation of the dairy supply chain through artificial intelligence: A systematic review. *Sustainability*, 17(982).
- [15] Szpicer, A. B.-K.-S. (2025). Optimization of thermal processes in food production using computational fluid dynamics. *Applied Sciences*, 15(424).
- [15] Sreevathsan, S. B. (2023). Herramientas computacionales avanzadas para mejorar la calidad y seguridad alimentaria. En HU Hebbar, R. Sharma, RS Chaurasiya, S. Ranjan y KSMS Raghavarao (Eds.). *Springer Nature Switzerland AG*, pp. 207-247.
- [17] Lysova, N. S. (2025). Investigating research trends in computer vision for food quality control: A bibliometric approach. *Procedia Computer Science*, 253, 1923-1932.
- [18] Bhalerao, S. A. (2019). Gestión de la cadena de suministro mediante blockchain. *Conferencia Internacional sobre Sistemas Inteligentes Sostenibles*, 456-459.
- [19] Ravichandran, M. N. (2020). Supply Chain Routing in a Dairy Industry Using Heterogeneous Fleet System: Simulation-Based Approach. *Journal of the Institution of Engineers*, 101(5), 891-911.
- [20] Malik M. G. (2022). Application of optimization techniques in the dairy supply chain: A systematic review. *Logistics*, 6(74).
- [21] Animals. (2025). Data integration and analytics in the dairy industry: Challenges and pathways forward. *Animals*, 15(3), 329.
- [22] Huang, Y. G. (2024). Implementation of digital twins in the food supply chain: A review and conceptual framework. *International Journal of Production Research*, 62(17), 6400-6426.
- [23] Nikolakis, N. S. (2022). A digital twin-enabled cyber-physical system approach for mixed packaging. \*ATDE-21\*.
- [24] Khanna, A. J. (2022). Blockchain-enabled supply chain platform for Indian dairy industry: Safety and traceability. *Foods*, 1(17), 2716. MDPI.
- [25] Halder, S. I. (2025). A comprehensive survey on AI-enabled secure social industry in the agri-food sector. *Smart Agricultural Technology*.

- [26] Marques, T. C. (2024). Machine learning to predict pregnancy in dairy cows: An approach integrating automated activity monitoring and on-farm data. *Animals*, 14(11), 1567.
- [27] Halder, S. I. (2025). A comprehensive survey on AI-enabled secure social industry in the agri-food sector. *Smart Agricultural Technology*.
- [28] Bár, M. C. (2023). Un enfoque de pasaporte digital de productos compatible con la industria 4.0 para lograr la trazabilidad de productos lácteos. \*IECON 2023 - 49.ª Conferencia Anual de la Sociedad de Electrónica Industrial del IEEE\*, 1-9.
- [29] Bár, M. C. (2023). An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport approach for realising dairy product traceability. *Universidad de Ciencias Aplicadas Emden*.
- [30] Fang, C. &. (2021). An ecosystem for the dairy logistics supply chain with blockchain technology. En Proceedings of the International Conference on Electrical, Computer. *Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)*, pp. 1-8.
- [32] Halder, S. I. (2025). A comprehensive survey on AI-enabled secure social industry in the agri-food sector. *Smart Agricultural Technology*.
- [32] Lysova, N. S. (2025). Investigating research trends in computer vision for food quality control: A bibliometric approach. *Procedia Computer Science*, 253, 1923-1932.
- [33] Animals. (2025). Data integration and analytics in the dairy industry: Challenges and pathways forward. *Animals*, 15(3), 329.
- [34] Bár, M. C. (2023). An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport approach for realising dairy product traceability. *Universidad de Ciencias Aplicadas Emden*.
- [35] Anandan, K. S. (2025). Milk Pit: IoT-Integrated Milk Analyzer with Cloud-Connected Mobile Application. \*Proceedings of the Third International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT-2025)\*.
- [36] Konstantinidis, F. K. (2022). Automating dairy production lines with the yoghurt cups recognition and detection process in the Industry 4.0 era. *Procedia Computer Science*, 217, 918-927.
- [37] Djekic, I. P.-D. (2020). Aflatoxins in Milk and Dairy Products: Occurrence and Exposure Assessment for the Serbian Population. *Applied Sciences*, 10(21), 7420.
- [38] Fuentes, E. B.-Y. (2015). Apoyo a pequeñas plantas lecheras en la selección de oportunidades de mercado y sistemas de pago de leche mediante un modelo de hoja de cálculo. *Computers and Electronics in Agriculture*, 122, 191-199.
- [39] Mehta, P. Y. (2023). A novel dairy supply chain portal for prediction of milk requirement. *En Proceedings of the 2023 3rd International Conference on Pervasive Computing and Social Networking (ICPCSNS)*, (pp. 1594-1600).
- [40] Malik M. G. (2022). Aplicación de técnicas de optimización en la cadena de suministro de productos lácteos: una revisión sistemática. *Logística*, 6 (4), 74.

- [41] Bár, M. C. (2023). An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport approach for realising dairy product traceability. *Universidad de Ciencias Aplicadas Emden*.
- [42] Konstantinidis, F. K. (2022). Automating dairy production lines with the yoghurt cups recognition and detection process in the Industry 4.0 era. *Procedia Computer Science*, 217, 918-927.
- [43] Nukapeyi, S. A. (2024). Milk Chain with ML and Blockchain for Ensuring Milk Purity in Dairy Industry. *En 2024 2nd World Conference on Communication & Computing (WCONF)*, (pp. 1-7). IEEE.
- [44] Ravichandran, M. N. (2020). Supply Chain Routing in a Dairy Industry Using Heterogeneous Fleet System: Simulation-Based Approach. *Journal of the Institution of Engineers*, 101(5), 891-911.
- [45] Mehta, P. Y. (2023). A novel dairy supply chain portal for prediction of milk requirement. *En Proceedings of the 2023 3rd International Conference on Pervasive Computing and Social Networking (ICPCSN)*, (pp. 1594-1600).
- [46] Ravichandran, M. N. (2020). Supply Chain Routing in a Dairy Industry Using Heterogeneous Fleet System: Simulation-Based Approach. *Journal of the Institution of Engineers*, 101(5), 891-911.
- [47] Tsiamas, K. &. (2021). simulation-based decision support system to improve the resilience of the food supply chain. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 34(9), 996-1010.
- [48] Fuentes, E. B.-Y. (2015). Apoyo a pequeñas plantas lecheras en la selección de oportunidades de mercado y sistemas de pago de leche mediante un modelo de hoja de cálculo. *Computers and Electronics in Agriculture*, 122, 191-199.
- [49] Ravichandran, M. N. (2020). Supply Chain Routing in a Dairy Industry Using Heterogeneous Fleet System: Simulation-Based Approach. *Journal of the Institution of Engineers*, 101(5), 891-911.
- [50] Zakeri, A. S. (2018). An early detection system for proactive management of raw milk quality: An Australian case study. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 6, 64333-64349.
- [51] Zakeri, A. S. (2018). An early detection system for proactive management of raw milk quality: An Australian case study. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 6, 64333-64349.
- [52] Marques, T. C. (2024). Machine learning to predict pregnancy in dairy cows: An approach integrating automated activity monitoring and on-farm data. *Animals*, 14(11), 1567.
- [53] Nukapeyi, S. A. (2024). Milk Chain with ML and Blockchain for Ensuring Milk Purity in Dairy Industry. *En 2024 2nd World Conference on Communication & Computing (WCONF)*, (pp. 1-7). IEEE.
- [54] Nukapeyi, S. A. (2024). Milk Chain with ML and Blockchain for Ensuring Milk Purity in Dairy Industry. *En 2024 2nd World Conference on Communication & Computing (WCONF)*, (pp. 1-7). IEEE.
- [55] Malik M. G. (2022). Aplicación de técnicas de optimización en la cadena de suministro de productos lácteos: una revisión sistemática. *Logística*, 6 (4), 74.
- [56] Bár, M. C. (2023). An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport approach for realising dairy product traceability. *Universidad de Ciencias Aplicadas Emden*.

- [57] Varavallo, G. C.-P. (2022). Plataforma de trazabilidad basada en blockchain verde: Un caso práctico de aplicación en la cadena de suministro de productos lácteos. *Sustainability*, 14 (6), 3321.
- [58] Zakeri, A. S. (2018). An early detection system for proactive management of raw milk quality: An Australian case study. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 6, 64333-64349.
- [59] Nukapeyi, S. A. (2024). Milk Chain with ML and Blockchain for Ensuring Milk Purity in Dairy Industry. *En 2024 2nd World Conference on Communication & Computing (WCONF)*, (pp. 1-7). IEEE.
- [60] Varavallo, G. C.-P. (2022). Plataforma de trazabilidad basada en blockchain verde: Un caso práctico de aplicación en la cadena de suministro de productos lácteos. *Sustainability*, 14 (6), 3321.
- [61] Konstantinidis, F. K. (2022). Automating dairy production lines with the yoghurt cups recognition and detection process in the Industry 4.0 era. *Procedia Computer Science*, 217, 918-927.
- [62] Marques, T. C. (2024). Machine learning to predict pregnancy in dairy cows: An approach integrating automated activity monitoring and on-farm data. *Animals*, 14(11), 1567.
- [63] Khanna, A. J. (2022). Blockchain-enabled supply chain platform for Indian dairy industry: Safety and traceability. *Foods*, 1(17), 2716. MDPI.
- [64] Bár, M. C. (2023). An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport approach for realising dairy product traceability. *Universidad de Ciencias Aplicadas Emden*.
- [65] Bár, M. C. (2023). An Industry 4.0-compliant Digital Product Passport approach for realising dairy product traceability. *Universidad de Ciencias Aplicadas Emden*.
- [66] Varavallo, G. C.-P. (2022). Plataforma de trazabilidad basada en blockchain verde: Un caso práctico de aplicación en la cadena de suministro de productos lácteos. *Sustainability*, 14 (6), 3321.
- [106] Malik M. G. (2022). Aplicación de técnicas de optimización en la cadena de suministro de productos lácteos: una revisión sistemática. *Logística*, 6 (4), 74.
- [68] Hartmann, D. &. (2025). Digital Twins - a golden age for industrial mathematics. *Journal of Mathematics in Industry*, 15(1).
- [69] Hasani, A. H. (2025). Analyzing operational risks of digital supply chain transformation using hybrid ISM-MICMAC method. Opsearch. *Quarterly Journal of the Operational Research Society of India*, 62(2), 583-607.
- [70] Zhang H. L. (2025). Artificial intelligence-enhanced Digital Twin Systems Engineering towards the industrial metaverse in the era of industry 5.0. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 38(1).
- [71] Barge, P. F. (2023). Tecnología blockchain para la trazabilidad y autenticación de la cadena de suministro de alimentos. *En AIIA 2022: Ing. de biosistemas hacia el Pacto Verde*, 295-303.
- [72] ] Baladraf, T. y. (2025). Posible adopción de blockchain en la cadena de suministro de alimentos refrigerados: Un estudio bibliométrico y una agenda de investigación futura. *ITEGAM-JETIA*, 11 (52), 112-125.
- [73] Hasani, A. H. (2025). Analyzing operational risks of digital supply chain transformation using hybrid ISM-MICMAC method. Opsearch. *Quarterly Journal of the Operational Research Society of India*, 62(2), 583-607.

- [74] Malik M. G. (2022). Aplicación de técnicas de optimización en la cadena de suministro de productos lácteos: una revisión sistemática. *Logística*, 6 (4), 74.
- [75] Hartmann, D. &. (2025). Digital Twins - a golden age for industrial mathematics. *Journal of Mathematics in Industry*, 15(1).
- [76] Hasani, A. H. (2025). Analyzing operational risks of digital supply chain transformation using hybrid ISM-MICMAC method. Opsearch. *Quarterly Journal of the Operational Research Society of India*, 62(2), 583-607.
- [77] Zhang H. L. (2025). Artificial intelligence-enhanced Digital Twin Systems Engineering towards the industrial metaverse in the era of industry 5.0. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 38(1).
- [78] Barge, P. F. (2023). Tecnología blockchain para la trazabilidad y autenticación de la cadena de suministro de alimentos. *En AIIA 2022: Ing. de biosistemas hacia el Pacto Verde*, 295-303.
- [79] Baladraf, T. y. (2025). Posible adopción de blockchain en la cadena de suministro de alimentos refrigerados: Un estudio bibliométrico y una agenda de investigación futura. *ITEGAM-JETIA*, 11 (52), 112-125.
- [80] Animals. (2025). Data integration and analytics in the dairy industry: Challenges and pathways forward. *Animals*, 15(3), 329.

