

## MEJORA CONTINUA EN SISTEMAS PRODUCTIVOS INTELIGENTES PARA LA INNOVACIÓN SOSTENIBLE

Karina Muñoz Valencia<sup>1</sup>  
Gabriela Cervantes Zubirias<sup>2</sup>  
Mario Alberto Morales Rodríguez<sup>3</sup>  
Alejandro Cantú Ortiz<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán, Estudiante de Ingeniería Industrial, munozvalencia.karina.2022@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán Docente del Programa Educativo de Ingeniero Industrial gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán, Coordinador del Programa Educativo de Ingeniero Industrial mmorales@docentes.uat.edu.mx

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán Docente del Programa Educativo de Ingeniero Industrial acortiz@docentes.uat.edu.mx

## RESUMEN

Este artículo analiza métodos de evaluación de sostenibilidad y estrategias ambientales utilizadas por empresas manufactureras a nivel nacional e internacional. Su objetivo es fortalecer la sostenibilidad y promover la mejora continua en sistemas productivos inteligentes mediante la innovación sostenible. Se destacan herramientas como el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y el análisis PESTEL para evaluar impactos y apoyar la toma de decisiones, integrando prácticas como automatización, tecnologías limpias y economía circular en la planificación productiva. Se emplea un enfoque cualitativo basado en una revisión literaria de carácter exploratorio y descriptivo. Se analizaron diversas metodologías utilizadas por empresas para evaluar su sostenibilidad, describiendo sus características y su impacto en la mejora de sistemas productivos. La información se obtuvo de bases de datos académicas reconocidas como Google Scholar, Scopus y Wiley, que contienen publicaciones científicas revisadas por pares. Se identificaron cinco enfoques principales: estrategias sostenibles, análisis de ciclo de vida, gestión de recursos, mejora de sistemas productivos y evaluación del impacto ambiental. A nivel internacional predomina un enfoque sistémico, mientras que a nivel nacional es más operativo. Se propone un modelo integral que combina herramientas estratégicas, ambientales y de gestión para fortalecer la innovación y sostenibilidad empresarial. La innovación sostenible requiere coordinación en toda la cadena de suministro. El uso de tecnologías de la Industria 4.0 impulsa sistemas productivos más eficientes, flexibles y capaces de adaptarse a cambios ambientales, económicos y sociales

**Palabras clave:** Gestión; Innovación Sostenible; Sistema Productivo Inteligente.

## ABSTRACT

This article analyzes sustainability assessment methods and environmental strategies used by manufacturing companies at the national and international levels. Its objective is to strengthen sustainability and promote continuous improvement in smart production systems through sustainable innovation. Tools such as Life Cycle Assessment (LCA) and PESTEL analysis are highlighted for evaluating impacts and supporting decision-making, integrating practices such as automation, clean technologies, and the circular economy into production planning. A qualitative approach based on an exploratory and descriptive literature review was employed. Various methodologies used by companies to assess their sustainability were analyzed, describing their characteristics and their impact on improving production systems. The information was obtained from recognized academic databases such as Google Scholar, Scopus, and Wiley, which contain peer-reviewed scientific publications. Five main approaches were identified: sustainable strategies, life cycle assessment, resource management, improvement of production systems, and environmental impact assessment. A systemic approach predominates internationally, while a more operational approach is used nationally. An integrated model is proposed that combines strategic, environmental, and management tools to strengthen innovation and business sustainability. Sustainable innovation requires coordination throughout the supply chain. The use of Industry 4.0 technologies fosters more efficient and flexible production systems capable of adapting to environmental, economic, and social changes.

**Keywords:** Management; Sustainable Innovation; Intelligent Production System.

## INTRODUCCIÓN

El escenario actual en el que se encuentra América Latina en el ámbito ambiental es cada vez más crítico, esto debido a causas como el comportamiento de la economía y el control limitado de recursos en los sistemas productivos dentro de la industria representa un gran desafío, puesto que para su correcto funcionamiento requiere de estrategias sostenibles de las cuales han sido obstaculizadas, creando así una necesidad de acciones que ayuden a minimizar el impacto ambiental de estas actividades económicas (La Sustentabilidad como Vía alterna al Desarrollo en Latinoamérica. Potencias y Debilidades. Comprensión desde el Pensamiento Ambiental Estético-Complejo | Gestión y Ambiente, s. f.). Como consecuente, se ha visto afectada y agravada la situación económica y ambiental de la región y ha causado efectos negativos en los países que pertenecen a esta región, tales como el aumento de los niveles de contaminación, la degradación de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad.

En dicha región se localiza una amplia riqueza natural, sin embargo, la fragilidad económica, la escasez de recursos y la presión constante para impulsar el crecimiento económico han mantenido una compleja relación entre el desarrollo y la preservación del medio ambiente (América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? | Revista de Ciencias Ambientales, s. f.) Así mismo, en el camino por sobrellevar los efectos causados por el desarrollo de la economía a nivel global y la creciente producción mundial (Días Lares et al., 2019) se han implementado cambios drásticos para la mejora de la competitividad en las empresas de este sector de la industria con el fin de destacar y mantenerse líderes en el mercado, sin embargo, dichos cambios se han centrado en decisiones que en lugar de lograr equilibrios entre el sector económico y el ambiental, buscan priorizar o destacar uno de estos, siendo así que la suma de todas estas situaciones da lugar a un bajo desempeño de las estrategias ambientales en muchos países de la región (Jiménez Castañeda & García González, 2022)

De modo en que, haciendo uso de estas estrategias, permita un tipo de innovación sostenible; considerando que un ambiente de desarrollo sostenible se ve fundamentado bajo tres pilares: el social, ambiental y económico. En el primer pilar, se habla sobre la contribución social por la generación de empleos, tal como lo indica (Gilberto Martínez Sidón et al., 2024), el segundo pilar, el cual también es el más conocido, hace referencia a la gestión y cuidado de los ecosistemas y recursos, y finalmente, el tercer pilar engloba acciones que reflejan y se relacionan con la economía de esta industria y el mercado global, como lo son las fluctuaciones de la demanda y el consumo.

La evidencia muestra que los corporativos industriales que actúan bajo acciones en las que se prioricen sus obligaciones legales y no sus propios intereses, puede contribuir a su desarrollo, a aumentar su reputación social, y mejorar su imagen empresarial, generando rendimientos económicos a largo plazo siempre y cuando opere de acuerdo con los términos reales de sostenibilidad, Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y Responsabilidad Medio Ambiental Corporativa (RMAC); La RSC ha tenido una evolución significativa, puesto que se ha convertido en un fenómeno global, volviéndose un caso de estudio, en el que se resaltan los espacios de mejora y que han servido en los últimos años para incitar a la puesta en práctica dentro de las organizaciones, independientemente del sector donde se ubiquen, esto con la finalidad de presentar el panorama actual de su responsabilidad social y plantear recomendaciones de cómo avanzar hacia una transformación social (Virginia López Nevárez et al., 2019), con un plan de acción que sea desarrollado bajo esta ideología, y que pueda ser adaptado a cada sector industrial, trabajando con la reutilización de los residuos industriales como materia prima en los procesos productivos o la innovación productiva basada en otras estrategias ecoeficientes, que como indica (Patricia Angulo & Carlos Ochôa, 2023) son acciones que fortalecen la RMAC de cualquier industria. (Patricia Angulo & Carlos Ochôa, 2023)

Dichas estrategias se ven específicamente desarrolladas bajo lineamientos legales aplicados a nivel global, como es el caso de las Normas ISO, estándares internacionales creados por la Organización

Internacional de Normalización (ISO) para garantizar la calidad, seguridad y eficiencia de los productos, servicios y sistemas, estos estándares son desarrollados por expertos de diferentes países y cubren una amplia gama de sectores; el uso de estas normas ayuda a guiar a las empresas para efectuar la correcta evaluación del impacto y desempeño ambiental del uso de recursos durante sus procesos de producción, a lo largo del ciclo de vida de sus productos, la elaboración de ecodiseños, es decir, son normas relacionadas con la gestión medioambiental y la economía circular ( como es el caso de las normas ISO-14001, ISO-14006, ISO-14020, ISO-14040, ISO-14044 y ISO-14046) . Por otro lado, estas normas coadyuvan al empoderamiento de los consumidores, para la adecuada toma de decisiones al realizar compras informadas (Gómez Escasany et al., 2023).

Así como dichas estrategias buscan alinearse a normativas legales, también buscan alinearse a una serie de objetivos globales interconectados diseñados como parte de un plan para tener un mundo más sostenible, y pueden ser constituidos como una excelente herramienta de ayuda y en muchos casos de guía para las empresas para innovar en sus prácticas de sostenibilidad, alineándolas con principios globales, tales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) creados en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas y adoptados formalmente el 1 de enero de 2016, con el objetivo de ser alcanzados para el año 2030.

Los ODS que se relacionan de forma directa con un sector industrial sostenible según hace mención (J. L. Cantú-Mata, 2025) son “una producción y consumo responsables”, “acción por el clima”, “preservación de la vida submarina y ecosistemas terrestres”, “agua limpia y saneamiento”, así como el “acceso a energía no contaminante”. Estos ODS están ligados al desarrollo humano comunitario a nivel local, regional y global, haciendo énfasis en la importancia del trabajo y dedicación requerido en la implementación de acciones que conduzcan a la innovación y transformación social por el bien de la humanidad.

En el primer apartado de este artículo denominado como marco teórico, se estarán concentrando los conceptos claves necesarios para entender el contexto de esta investigación y tener una noción del enfoque en el que se estará dirigiendo esta misma.

El método de Investigación desarrollado en esta investigación se centra en un enfoque cualitativo-observacional-deductivo, en el que se emplean estrategias de investigación como una revisión literaria, en la que se realizará la búsqueda y selección de información de artículos que relaten las estrategias empleadas por diversas empresas del sector manufacturero a nivel nacional e internacional que son implementadas durante los procesos de producción industrial con el fin de crear cambios significativos en el manejo de recursos empleados y eleven los niveles de sostenibilidad de una empresa, esto se llevó a cabo con el apoyo de buscadores académicos confiables, para después proceder a llevar a cabo un análisis documental y la interpretación de datos.

Como siguiente, se estarán encontrando recursos gráficos como tablas con información sobre las normativas legales orientadas hacia la gestión medioambiental y estrategias, modelos y análisis para la evaluación de la sostenibilidad en procesos productivos que han sido utilizadas en casos prácticos realizados por otras empresas, que servirán de apoyo para desarrollar un análisis pertinente que coadyuve a la presentación de resultados, elaboración de argumentos y conclusiones acertadas en los apartados finales.

El objetivo de esta Investigación es destacar las estrategias aplicadas en casos prácticos de empresas textiles, alimenticias, cementeras, automotrices del sector manufacturero, para la evaluación de la sostenibilidad en sus procesos productivos con el fin de difundir la innovación sostenible mediante la mejora de sistemas productivos inteligentes a través de la integración de prácticas sostenibles en estos mismos.

## ESTADO DEL ARTE

El escenario ambiental en América Latina es cada vez más crítico debido al desarrollo de la economía a nivel global (Días Lares et al., 2019) y al limitado control de recursos en los sistemas productivos, lo que dificulta la implementación de estrategias sostenibles y genera impactos como contaminación, degradación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad (La Sustentabilidad como Vía alterna al Desarrollo en Latinoamérica. Potencias y Debilidades. Comprensión desde el Pensamiento Ambiental Estético-Complejo | Gestión y Ambiente, s. f.). A pesar de su riqueza natural, la región enfrenta una relación compleja entre desarrollo económico y preservación ambiental (América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? | Revista de Ciencias Ambientales, s. f.), donde las decisiones industriales suelen priorizar uno de estos aspectos, derivando en un bajo desempeño ambiental (María Teresa Días Lares & María Teresa Días Lares, 2022).

Desde la década de 1990, la incorporación de tecnologías limpias impulsa la integración de la sostenibilidad en los sistemas productivos, promoviendo mejoras en procesos, tecnologías y gestión de recursos (Mario Alberto Morales Rodríguez et al., 2023), bajo un enfoque de innovación sostenible basado en los pilares social, ambiental y económico (Gilberto Martínez Sidón et al., 2024).

En este contexto, la adopción de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y la Responsabilidad Medio Ambiental Corporativa (RMAC) favorece el desarrollo empresarial, la reputación y beneficios a largo plazo (Virginia López Nevárez et al., 2019), mediante estrategias como la reutilización de residuos y la ecoeficiencia (Patricia Angulo & Carlos Ochôa, 2023). Estas acciones se fortalecen con normativas como las ISO (ISO-14001, ISO-14006, ISO-14020, ISO-14040, ISO-14044 e ISO-14046), que orientan la evaluación del impacto ambiental y el desempeño productivo (Gómez Escasany et al., 2023).

Asimismo, estas estrategias se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, enfocados en producción responsable, acción climática, preservación de ecosistemas y acceso a recursos básicos (J. L. Cantú-Mata, 2025). En este sentido, el estudio integra herramientas como el ACV, PESTEL y la economía circular para fortalecer la sostenibilidad en los sistemas productivos.

El método de investigación se basa en un enfoque cualitativo mediante revisión literaria con método observacional-deductivo, utilizando bases de datos como Google Scholar, Scopus, Taylor & Francis y Wiley. Es un estudio exploratorio y descriptivo que analiza metodologías empleadas por empresas para evaluar la sostenibilidad, mediante análisis documental y tablas comparativas que identifican características y aportaciones de distintos modelos.

El objetivo del estudio es fortalecer la sostenibilidad y la mejora continua en sistemas productivos inteligentes mediante la innovación sostenible, utilizando herramientas como el ACV y PESTEL para evaluar impactos y apoyar la toma de decisiones, integrando automatización, tecnologías limpias y economía circular en la planificación productiva

## MARCO TEÓRICO

Para comprender el desarrollo de la sostenibilidad en los sistemas productivos manufacturero ya sean de carácter alimentario, automotriz, químicos, electrónicos, textiles-(Harkin & Panagiotopoulos, 2025), es necesario abordar los principales conceptos y enfoques teóricos que sustentan este estudio, incluyendo la innovación sostenible, la gestión ambiental y herramientas de evaluación que permiten analizar la integración de prácticas sostenibles en los procesos productivos.

Los sistemas productivos, son procesos de subsistencia donde interactúan la fuerza de trabajo (Castillo Rico & Mercado Socarras, 2021), medios de producción y diversos subsistemas (Fonseca, 2022), generando bienes o servicios orientados a satisfacer necesidades y crear valor añadido. Estos se articulan

dentro de una cadena de valor, donde cada producto resulta de factores, medios y procesos interrelacionados.

En este contexto, los Sistemas Productivos Inteligentes integran tecnologías avanzadas como automatización, inteligencia artificial y big data, optimizando la eficiencia, flexibilidad y calidad en la manufactura (Alcaraz, 2022), además de facilitar la toma de decisiones (Sulbarán, 2025). Para su implementación, se requieren estrategias y modelos organizacionales adaptados al entorno y orientados al desarrollo empresarial (Aguirre Franco & Caldera González, 2023). Los modelos permiten representar y analizar sistemas complejos (Morales & González, 2022), incorporando la innovación como elemento clave para generar mejoras y beneficios a largo plazo (Mendoza-Arviso et al., 2022).

Asimismo, la adopción de este enfoque promueve la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), la cual integra las necesidades de los grupos de interés y la creación de valor (Virginia López Nevárez et al., 2019), fortaleciendo la competitividad. La RSC, junto con los sistemas productivos inteligentes, se vincula con la innovación sostenible, entendida como la creación de productos y procesos que favorecen el cuidado ambiental (J. L. Cantú-Mata, 2025). En este sentido, la sostenibilidad, según la ONU, implica satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las futuras, equilibrando dimensiones ambientales, sociales y económicas (Nations, 2025).

El marco normativo está definido por legislaciones y acuerdos como las Normas ISO, que garantizan calidad y eficiencia, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados en 2015 y que sirven como guía global para alcanzar un desarrollo equilibrado al 2030 (Nations, 2025).

En relación con los tres pilares de la sostenibilidad, el pilar ambiental se enfoca en la preservación de ecosistemas y el uso responsable de recursos (Gilberto Martínez Sidón et al., 2024); el económico busca generar riqueza sin comprometer los recursos naturales (Briñez & Penagos, 2021); y el social promueve la equidad y cohesión social (Atzimba Patricia Hernández-Villa et al., 2023).

Finalmente, para evaluar la sostenibilidad en los sistemas productivos se emplean diversas herramientas, como los indicadores de sustentabilidad (huella ecológica) (Nydia Marcela Reyes Maldonado et al., 2024), el Plan de Acción de Economía Circular (PAEC) (Gómez Escasany et al., 2023), el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (Cochea González, 2024), el análisis PESTEL y el Product Lifecycle Management (PLM), que gestiona el ciclo de vida del producto desde su diseño hasta su disposición final (Monaga-Reina et al., 2021).

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación adoptó un enfoque cualitativo, basado en el análisis de una revisión literaria sistemática, por lo que se clasificó como un estudio documental de tipo revisión sistemática. Se llevó a cabo una revisión conceptual general siguiendo el método propuesto por (Mendoza & Suarez, 2023), aplicando un proceso de selección y evaluación de casos de estudio de alto impacto que respalden el posicionamiento teórico del estudio (Figura 1).

El proceso de búsqueda, selección y depuración de la información se estructuró con base en el modelo PRISMA, el cual permite una revisión sistemática, transparente y replicable de la literatura (Figura 2). A través de este modelo se definieron las etapas de identificación, selección, elegibilidad e inclusión de los estudios analizados.

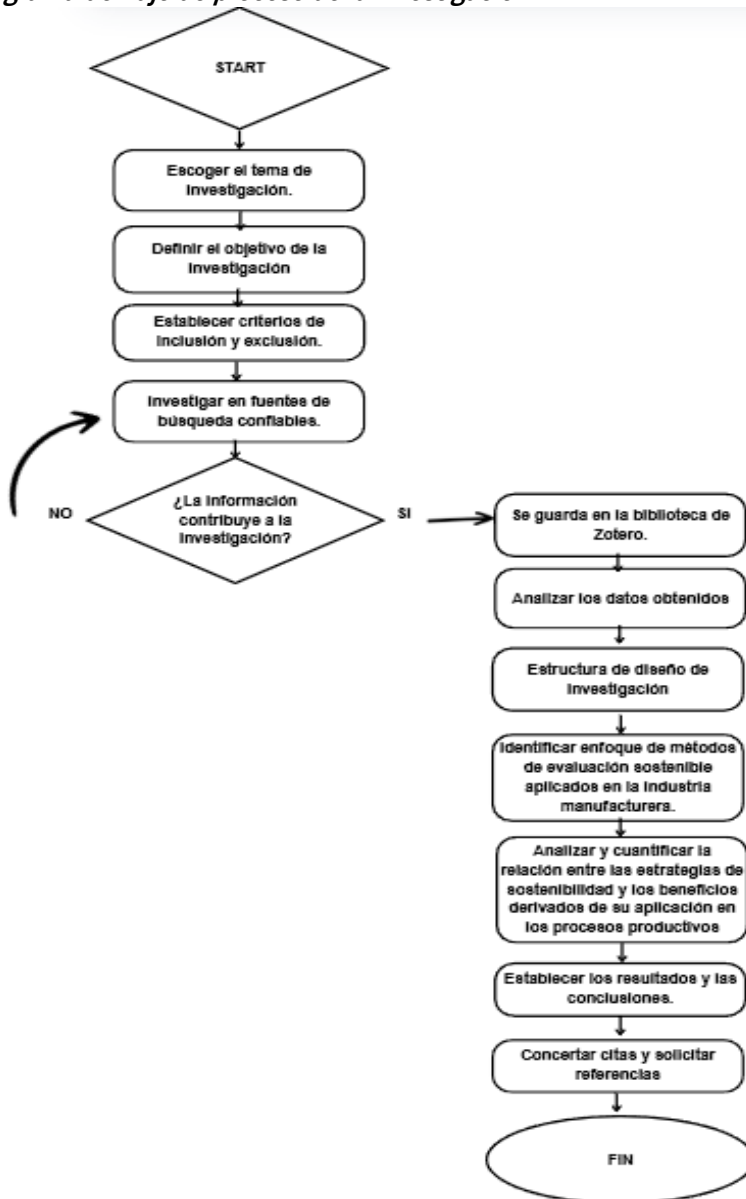
La búsqueda de información se realizó en bases de datos académicas reconocidas como Google Scholar, Scopus, Taylor & Francis y Wiley, las cuales reúnen publicaciones científicas revisadas por pares. A partir de estas fuentes, se identificaron casos de estudio nacionales e internacionales alineados con el objetivo de la investigación, relacionados con procesos productivos en la industria manufacturera, mejora de procesos y sostenibilidad, seleccionando aquellos con mayor relevancia e impacto académico.

El estudio presentó un diseño observacional y empleó un razonamiento deductivo, lo que permite formular conclusiones generales a partir de patrones identificados en los contextos analizados, tomando como referencia a (Patricia Angulo & Carlos Ochôa, 2023)

En cuanto a su alcance, la investigación fue de tipo exploratorio y descriptivo, ya que se enfocó en identificar y analizar las características y aportaciones de los modelos de análisis utilizados para evaluar factores estratégicos, ambientales y de gestión del producto. Asimismo, buscó aplicar estos enfoques en la optimización de los procesos productivos y en la mejora de sistemas productivos inteligentes dentro de la industria manufacturera.

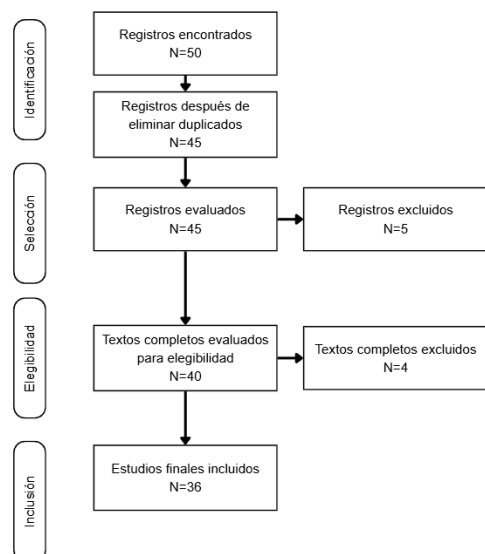
**Figura 1**

*Diagrama de flujo de proceso de la investigación.*



**Figura 2**

*Diagrama PRISMA etapas para búsqueda, selección y depuración de la información.*



Para la presente investigación se llevó a cabo un estudio documental estructurado en tres fases:

- 1) Determinación de criterios de inclusión y exclusión de la información;
- 2) Procedimiento de recolección y análisis de datos; y
- 3) Selección de artículos.

Como parte de la estrategia de búsqueda, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué estrategias y modelos se han aplicado para la mejora de los sistemas productivos y cómo se alinean con las normas sostenibles actuales? A partir de esta pregunta, se definieron criterios de inclusión y exclusión, considerando aspectos como el periodo de publicación, el área de aplicación y el tipo de documento.

**Los criterios de inclusión establecidos fueron los siguientes:**

Periodo de publicación: 2020–2025

Idioma: español e inglés

Tipo de documento: artículos científicos, tesis e investigaciones académicas

Temática: sostenibilidad, mejora de sistemas productivos, normas y acuerdos ambientales

Relevancia: estudios que aporten enfoques, modelos o conceptos innovadores relacionados con el objeto de estudio

- **Ámbito:** investigaciones en la industria manufacturera, tanto a nivel nacional como internacional
- En cuanto a los criterios de exclusión, se descartaron:
  - Estudios fuera del periodo establecido
  - Documentos no relacionados con la temática de sostenibilidad y sistemas productivos
  - Publicaciones sin respaldo académico o sin revisión por pares
  - Información incompleta o sin acceso a texto completo

Asimismo, se definieron palabras clave para optimizar la búsqueda de información, tales como: gestión, innovación sostenible, estrategias, normas, sistema productivo y responsabilidad social corporativa (RSC). Como parte del proceso de búsqueda de información, se consultaron diversas bases de datos académicas y herramientas especializadas, tales como Research Rabbit, Google Scholar, Wiley y Taylor & Francis. Los resultados obtenidos fueron: Research Rabbit (22), Google Scholar (8), Wiley (1) y Taylor & Francis (4).

Posteriormente, se realizó un proceso de selección basado en los criterios previamente establecidos. En una primera fase, se analizaron los títulos y palabras clave de los estudios; en una segunda fase, se revisaron los resúmenes para verificar su pertinencia y congruencia con el objetivo de la investigación.

Finalmente, se seleccionaron aquellos artículos que presentaban aportes relevantes y alineados con el enfoque del estudio, los cuales fueron considerados para el análisis final, como se muestra en las tablas correspondientes.

## RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de los estudios seleccionados. En primer lugar, se muestra la distribución de los estudios analizados en función de distintos criterios, como el país de origen y el nivel de estudio, tanto a nivel nacional como internacional. Posteriormente, se presentan los casos de estudio según su enfoque, así como las principales normativas ambientales y los modelos de evaluación de sostenibilidad identificados. Finalmente, se exponen las categorías principales derivadas del análisis, las cuales integran la sostenibilidad en los sistemas productivos.

### Bloque 1. Distribución de estudios

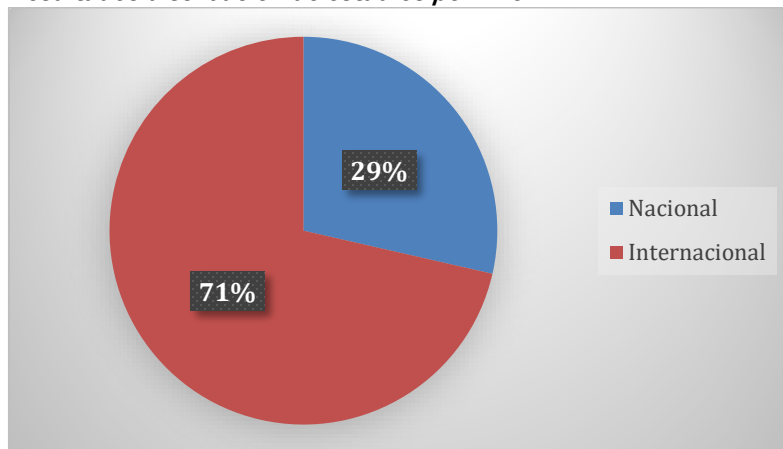
**Tabla 1**

*Distribución de estudios por nivel- Elaboración Propia*

Nivel	Distribución de Estudios por Nivel
Nacional	10
Internacional	26

**Figura 3**

*Resultados distribución de estudios por nivel*



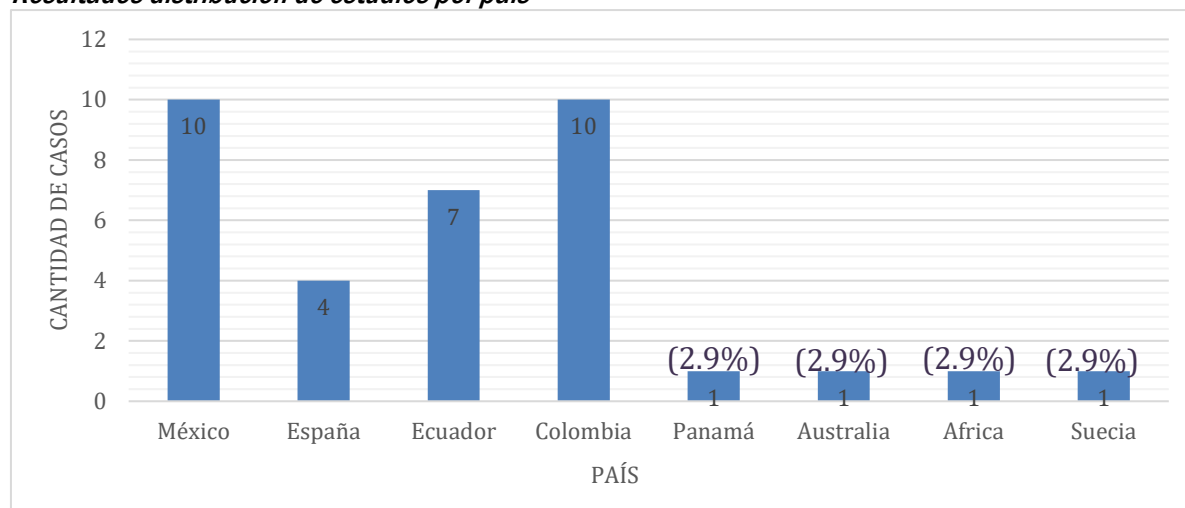
**Tabla 2**

*Distribución de estudios por país.*

País	Distribución de Estudios por País
México	10
España	4
Ecuador	7
Colombia	10
Panamá	1
Australia	1
Africa	1
Suecia	1

**Figura 4**

*Resultados distribución de estudios por país*



El análisis de los estudios revisados revela un mayor predominio de estudios sobre la sostenibilidad en procesos productivos a nivel internacional (71.4%), indicando una mayor atención hacia la sostenibilidad en este contexto. Asimismo, se observa que México y Colombia reúnen la mayor cantidad de investigaciones seguidos por Ecuador y España, lo que refleja un creciente interés en América Latina por el estudio y aplicación de dichas estrategias, destacando la importancia de fortalecer la investigación en estas zonas con menor representación.

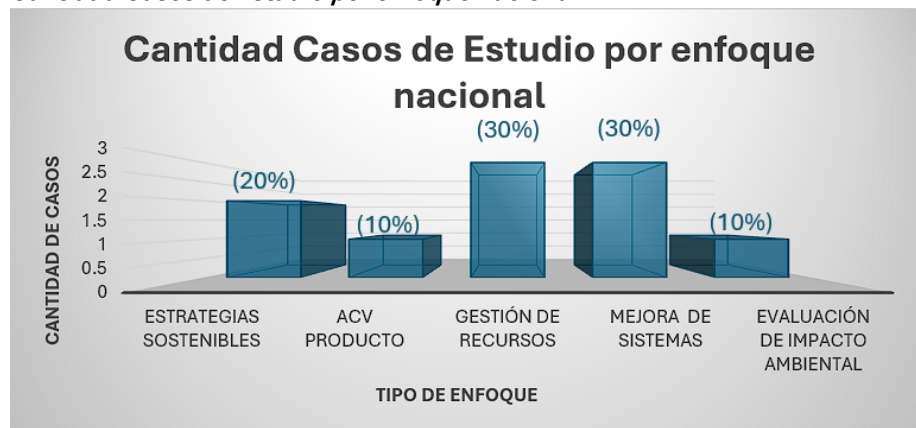
## **Bloque 2. Casos de estudio por enfoque**

**Tabla 3**

*Cantidad Casos de Estudio por enfoque nacional*

Tipos de Enfoque	Cantidad Casos de Estudio por enfoque nacional
Estrategias Sostenibles	2
ACV Producto	1
Gestión de recursos	3
Mejora de Sistemas	3
Evaluación de impacto ambiental	1

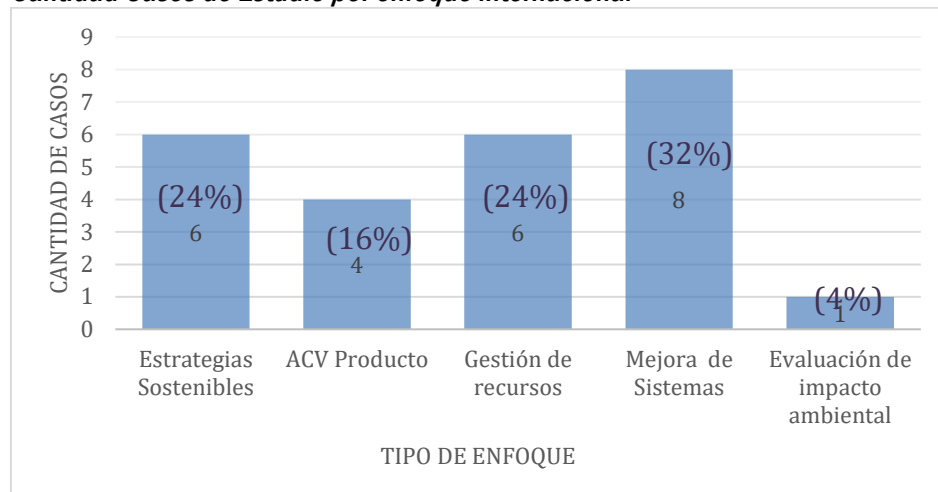
**Figura 5**  
*Cantidad Casos de Estudio por enfoque nacional*



**Tabla 4**  
*Cantidad Casos de Estudio por enfoque internacional*

Tipo de enfoque	Casos de estudio por enfoque internacional
Estrategias Sostenibles	6
ACV Producto	4
Gestión de recursos	6
Mejora de Sistemas	8
Evaluación de impacto ambiental	1

**Figura 6**  
*Cantidad Casos de Estudio por enfoque internacional*



Con base en el análisis de los casos de estudio presentados, se identificaron cinco categorías principales de enfoques: estrategias sostenibles, análisis de ciclo de vida (ACV), gestión de recursos, mejora de sistemas productivos y evaluación de impacto ambiental. Estas categorías sintetizan los enfoques más relevantes observados tanto a nivel nacional como internacional.

### Bloque 3. Normativos y acuerdos ambientales

**Tabla 5**

*Normas orientadas hacia la gestión medioambiental*

Nombre de la Norma	¿En qué consiste?
<b>ISO-14001 (2015)</b>	Articula aspectos fundamentales acerca de la economía circular, tales como el ecodiseño, las etiquetas y declaraciones ambientales o los análisis de ciclo de vida de los productos.
<b>ISO-14006 (2011)</b>	Coadyuva a la introducción del desempeño ambiental en el diseño de los productos de una empresa, a través del ecodiseño.
<b>ISO-14044 (2006)</b>	Hace referencia al análisis de ciclo de vida de productos, el cuál es fundamental para realizar un cambio de modelo de lineal a circular.
<b>ISO-14046 (2014)</b>	Evalúa el impacto ambiental del uso del agua a lo largo del ciclo de vida de los productos y procesos.
<b>ISO-14020 (2000)</b>	Hace mención acerca de las etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales, dichas que proporcionan información verificada sobre los productos.
<b>Norma UNE-EN ISO 14001 (2015)</b> <b>Corresponde con la norma europea EN ISO 14001:2015, y ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 150 Gestión ambiental.</b>	El propósito de esta Norma es proporcionar a las organizaciones un marco de referencia para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

### Bloque 4. Modelos de evaluación de sostenibilidad

**Tabla 6**

*Modelos de análisis de alto impacto para la evaluación de la sostenibilidad en procesos productivos-Elaboración propia*

Nombre del modelo	Aspectos considerados	Beneficios	Nivel en qué se aplica (Nacional o Internacional)
Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	En la evaluación de los impactos ambientales que se asocian con todas las etapas que integran un proceso de producción, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final del producto.(Cochea González, 2024)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce residuos y el impacto ambiental.</li> <li>• Protege el medio ambiente.</li> <li>• Genera ahorro en costos y energía.</li> <li>• Mejora la aceptación y fidelidad de clientes como de la comunidad.</li> </ul>	Internacional-Ecuador
PEST o PESTEL	El análisis de factores dentro de la relación ser humano-máquina-ambiente, aunque no se usa actualmente para sostenibilidad, propone una matriz de impactos cruzada con el ciclo de vida (Olayiwola & Srinath, 2025)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la evaluación del impacto ambiental.</li> <li>• Identifica puntos del proceso con mayor impacto ambiental.</li> </ul>	Internacional-Colombia

Product Lifecycle Management (PLM)	Enfoque estratégico que abarca la gestión de un producto desde su concepción hasta su disposición final, incluyendo diseño, fabricación, servicio y reciclaje (Monaga-Reina et al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura parámetros, actividades y recursos del desarrollo del producto.</li> <li>• Identifica mejoras y limitaciones en el proceso.</li> <li>• Optimiza recursos, procesos y funcionalidad del producto.</li> </ul>	Nacional-México
Plan de Acción de Economía Circular (PAEC)	Definido por la UE, como un marco común en el que desarrollar la economía circular, basado en un enfoque integral que abarca la producción, el consumo y el medio ambiente (Iniria Guevara Ramírez et al., 2024)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño para la circularidad.</li> <li>• Empodera al consumidor.</li> <li>• Reduce residuos y contaminación.</li> <li>• Impulsa la economía circular.</li> </ul>	Internacional-España
Indicadores de ecoeficiencia	Abarcan desde la extracción hasta el fin del ciclo de vida de productos, enfocándose en producción, consumo y gestión de bienes y servicios (Nydia Marcela Reyes Maldonado et al., 2024).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica costos ambientales.</li> <li>• Cuantifica gestión y esfuerzo económico.</li> <li>• Refleja el impacto ambiental.</li> <li>• Evidencia la ecoeficiencia.</li> </ul>	Internacional-Colombia
Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA)	El modelo PHVA proporciona un proceso iterativo usado por las organizaciones para lograr la mejora continua.(Gómez Escasany et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aporta valor a la organización y su entorno.</li> <li>• Mejora el desempeño ambiental.</li> <li>• Asegura el cumplimiento legal y objetivos ambientales.</li> </ul>	Internacional
Índices de impacto ambiental basados en principios de la ONU (2009).	Construcción de índices de huella ecológica basados en recursos consumidos y residuos generados (Gilberto Martínez Sidón et al., 2024).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumento para regular el consumo industrial mediante concesiones de recursos.</li> </ul>	Nacional-México

## DISCUSIÓN

Se destaca que la sostenibilidad carece de una terminología exacta, lo que dificulta su evaluación e implementación en los procesos (*Crecimiento económico y la contaminación ambiental en las ciudades mexicanas\**: *Journal of Iberian and Latin American Research: Vol 22 , No 1 - Obtener acceso*, s. f.). No obstante, los resultados muestran que tanto a nivel nacional como internacional se persigue la

sostenibilidad, aunque con enfoques distintos: más sistémico en el ámbito internacional y más operativo en el nacional, lo que coincide con la idea de que su significado depende de las acciones y decisiones dentro de las empresas (Atzimba Patricia Hernández-Villa et al., 2023). En este sentido, esta investigación aporta evidencia sobre cómo dichas diferencias influyen en la forma en que las estrategias sostenibles son implementadas en los sistemas productivos.

Asimismo, en concordancia con autores que señalan que la innovación es respuesta a los cambios tecnológicos y a la presión del sector industrial (Onufrey & Bergek, 2021), y que implica un proceso secuencial (Hyvärinen et al., 2020) para transformar recursos en soluciones efectivas (Gómez Escasany et al., 2023), se evidencia que la optimización de procesos y el uso eficiente de recursos son elementos clave para la integración de la sostenibilidad, apoyándose en tecnologías, herramientas y métodos de análisis, lo cual refuerza su papel dentro de la mejora continua de los sistemas productivos.

A diferencia de posturas que consideran como principal reto mantener la transformación de materia prima (Belisario Macías Esparza & Manuel Francisco Polanco Puerta, 2023), los resultados indican que fortalecer los métodos de evaluación de la sostenibilidad, así como la aplicación de modelos como la economía circular y estrategias sostenibles, permite optimizar procesos, mejorar la productividad y fortalecer la RSC, lo que sugiere que el enfoque debe centrarse en la gestión integral más que en la operación aislada.

En sintonía con (Wendy Pilar Romero Noboa et al., 2025), la implementación de tecnologías limpias es fundamental; sin embargo, no es suficiente por sí sola, ya que se requiere un trabajo conjunto y una toma de decisiones desde los altos mandos, donde el liderazgo influye directamente en la integración de la sostenibilidad (Polanco et al., 2016), puesto que se necesita de un ambiente estable para la aplicación de mejoras (Ángel Geovanny Carrión et al., 2024). Esto evidencia que los factores organizacionales y estratégicos son determinantes para el éxito de estas iniciativas.

Finalmente, se coincide con la importancia de integrar redes de colaboración y los principios de la Industria 4.0 (Gonzalo Maldonado Guzmán & Sandra Yesenia Pinzón Castro, 2024), y con la conectividad de los procesos industriales (Carlos Chen Cheng et al., 2024), proponiendo un enfoque que articule información estratégica, ambiental y de gestión, lo cual permite optimizar recursos, reducir impactos y fortalecer la innovación y la toma de decisiones. De este modo, los hallazgos de esta investigación refuerzan la necesidad de integrar enfoques tecnológicos, estratégicos y sostenibles para lograr sistemas productivos más eficientes, competitivos y ambientalmente responsables.

## CONCLUSIONES

La sostenibilidad deja de ser un desafío en términos de concientización dentro de la industria manufacturera, ya que las empresas operan bajo normativas ambientales y aplican prácticas sostenibles tanto a nivel nacional como internacional. Sin embargo, los resultados evidencian que en América Latina, y particularmente en México, predomina un enfoque operativo centrado en la eficiencia de recursos, mientras persiste la falta de un enfoque sistémico que permita una adecuada evaluación sostenible de productos y la planificación integral de procesos.

A partir de ello, se propone un proceso integral de evaluación de la sostenibilidad que articula herramientas como el análisis PESTEL para el contexto estratégico, la norma ISO 14001 para la gestión ambiental, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para la medición de impactos y el Product Lifecycle Management (PLM) para la implementación, trazabilidad y control de acciones sostenibles en los sistemas productivos.

Asimismo, la integración de tecnologías asociadas a la Industria 4.0, como la automatización, el uso de big data y energías limpias, actúa como un elemento complementario que fortalece la transformación de los sistemas productivos hacia modelos más inteligentes, eficientes y competitivos. En este sentido, el estudio concluye que la adopción de un enfoque sistémico, apoyado en herramientas de evaluación de la

sostenibilidad y reforzado por tecnologías emergentes, es clave para lograr procesos productivos sostenibles e impulsar la competitividad empresarial.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi institución la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán, quienes han fomentado la investigación y han brindado apoyo a estudiantes interesados en este rubro, al Dr. Mario Alberto Morales Rodríguez, coordinador de mi carrera Ing. Industrial, pero sobre todo a la Dra. Gabriela Cervantes Zubirías, quien siempre ha compartido conmigo sus conocimientos, herramientas, y me ha impulsado en el camino de la investigación, a mi familia, a mis amigos y a todos muchas gracias.

## REFERENCIAS

- Aguirre Franco, S. L., & Caldera González, D. C. (2023). La Innovación en los Modelos de Negocio, una Estrategia para la Competitividad de las Mipymes. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 7(6), 492-513.
- Alcaraz, J. L. G. (2022). *Efecto de la manufactura esbelta, seis sigma y cadena de suministro en la sostenibilidad de maquiladoras mexicanas* (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Zaragoza]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=310280>
- América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? | Revista de Ciencias Ambientales*. (s. f.). Recuperado 25 de junio de 2025, de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/15575>
- Ángel Geovanny Carrión, Darwin Santiago Aldás Salazar, Nelson Rodrigo Lascano Aimacaña, & Melissa Ayala Guanotuña. (2024). La sostenibilidad ambiental en la industria manufacturera del Ecuador. Un estudio desde las fuentes energéticas. *Ciencia UNEMI*. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol17iss44.2024pp148-161p>
- Atzimba Patricia Hernández-Villa, Jesús Francisco Laborín Álvarez, & Alicia Moreno-Cedillos. (2023). Condiciones de salud, nutrición y estilos de enfrentamiento en mujeres operadoras de manufactura. *Scientia et PRAXIS*, 3(05), 78-109. <https://doi.org/10.55965/setp.3.coed1.a4>
- Belisario Macías Esparza & Manuel Francisco Polanco Puerta. (2023). La Minga como un modelo de gestión productiva y de sostenibilidad en la industria de la transformación de la madera. Estudio de caso de Bucarretes S.A.S. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 6909-6929. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4934](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4934)
- Briñez, M., & Penagos, M. (2021). La Sostenibilidad como Estrategia Competitiva en empresas del sector Construcción del Departamento de Antioquia—Colombia. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 23(2), 325-346.
- Carlos Chen Cheng, P. Perez, & Alexis Chen Cheng. (2024). SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA 4.0. *Revista FAECO sapiens*. <https://doi.org/10.48204/j.faeco.v7n2.a5273>
- Castillo Rico, H. J., & Mercado Socarras, C. J. (2021). *Perfil cultural de los sistemas de producción de empresas en el Valle de Aburrá y su relación con el desempleo*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/43610>
- Cochea González, M. D. (2024). *Evaluación de la sostenibilidad ambiental en la producción de bloques de hielo industrial para la empresa Foxter Picohielo S.A., cantón Salinas, Ecuador* [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11651>

- Crecimiento económico y la contaminación ambiental en las ciudades mexicanas\**: *Journal of Iberian and Latin American Research: Vol 22 , No 1—Obtener acceso.* (s. f.). Recuperado 8 de julio de 2025, de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13260219.2016.1200271>
- Días Lares, Lares, D., María Teresa, & Teresa, M. (2019). *Sistema de control reconfigurable y sostenible para aplicación en sistemas de manufactura flexibles.*
- Fonseca, N. (13 de 07 de 2022). *Cuadernos de Desarrollo Rural.* Obtenido de Cuadernos de Desarrollo Rural: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/28399>
- Gilberto Martínez Sidón, María Eugenia González Ávila, Belem Ileana Vásquez Galán, & Salvador Corrales Corrales. (2024). Sostenibilidad económica en la industria cervecera mexicana: Paradojas en el acceso y uso del agua. *Desarrollo, Estado y Espacio.* <https://doi.org/10.14409/rdee.2024.2.e0055>
- Gómez Escasany, M. R., González Gaya, C., & Sebastian, M. A. (2023). *Cómo las Normas ISO y el modelo de gestión de AENOR contribuyen a la estrategia de economía circular y ODS.* <https://doi.org/10.61547/3434>
- Gonzalo Maldonado Guzmán & Sandra Yesenia Pinzón Castro. (2024). *La industria 4.0 en las empresas manufactureras de México.* <https://doi.org/10.33064/uaa/978-607-8909-71-1>
- Harkin, D., & Panagiotopoulos, V. (2025). Regulating Tools for Hacking: Limitations, Challenges and Possibilities. *Policy & Internet, 17*(2), e70004. <https://doi.org/10.1002/poi3.70004>
- Hyvärinen, A. M. J., Keskinen, M., & Levänen, J. (2020). Innovation process and uncertainties in resource-constrained environments: A case from the water service sector in East Africa. *Environmental Science & Policy, 114*, 242-252. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.07.007>
- Iniria Guevara Ramírez, Juan Manuel Corichi Reyes, Israel Martínez Zárate, Ramón Heredia García, & José Ernesto Clemente García Pérez. (2024). Hacia una Economía Circular: Una Revisión Sistémica de la Implementación de Green Lean Six Sigma en la Industria Manufacturera. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.* [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6.15129](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15129)
- J. L. Cantú-Mata. (2025). Innovación sostenible en empresas de manufactura. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa.* <https://doi.org/10.46661/rev.metodoscuant.econ.empresa.10647>
- La Sustentabilidad como Vía alterna al Desarrollo en Latinoamérica. Potencias y Debilidades. Comprensión desde el Pensamiento Ambiental Estético-Complejo | Gestión y Ambiente.* (s. f.). Recuperado 25 de junio de 2025, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/77632>
- María Teresa Días Lares & María Teresa Días Lares. (2022). *Sistema de control reconfigurable y sostenible para aplicación en sistemas de manufactura flexibles.* <https://doi.org/10.11144/javeriana.10554.44754>
- Mario Alberto Morales Rodríguez, Gabriela Cervantes Zubirías, José Alberto Morales Rodríguez, Guadalupe Manuel Estrada Segovia, & Ana Patricia García Arellano. (2023). Percepción del uso de las tecnologías limpias aplicadas en la industria manufacturera en México. *Multidisciplinas de la Ingeniería.* <https://doi.org/10.29105/mdi.v11i18.276>
- Mendoza, L. P., & Suarez, E. V. (2023). Lean Six Sigma como herramienta de apoyo en la logística empresarial. Una Revisión Sistemática de la Literatura. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones, 5*(2), Article 2. <https://doi.org/10.17981/bilo.5.2.2023.05>
- Mendoza-Arviso, U., Solís-Rodríguez, F. T., Mendoza-Arviso, U., & Solís-Rodríguez, F. T. (2022). Calidad, conocimiento e innovación de procesos de manufactura en Ciudad Juárez, México. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 12*(23), 83-94. <https://doi.org/10.17163/ret.n23.2022.05>

- Monaga-Reina, R., de-las-Heras, A., Luque-Sendra, A., & Lama-Ruiz, J.-R. (2021). Mejora de la gestión de la sostenibilidad a través de la estructura de Product Lifecycle Management (PLM). Buenas prácticas y caso de estudio. *DYNA*, 96(4), Article 4.
- Morales, H., & González, J. (2022). *Estructuración y modelos de Sistemas*. Sahagún: Academia Disciplinar de Ingeniería Industrial.
- Nations. (14 de 07 de 2025). *United Nations*. Obtenido de United Nations: <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>
- Nydia Marcela Reyes Maldonado, Julián Andrés Durán Peña, & Diego Andrés Angarita Vargas. (2024). Indicadores de ecoeficiencia y estrategias de sostenibilidad en la industria manufacturera colombiana: Un estudio exploratorio con enfoque en contabilidad ambiental. *Innovar*. <https://doi.org/10.15446/innovar.v34n94.116814>
- Olayiwola, K., & Srinath, P. (20 de 06 de 2025). *MDPI*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2075-5309/15/13/2146>
- Onufrey, K., & Bergek, A. (2021). Transformation in a mature industry: The role of business and innovation strategies. *Technovation, Innovation and production management in the process industries - In search of a conjoint approach*, 105, 102190. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102190>
- Patricia Angulo & Carlos Ochôa. (2023). Estrategias de sostenibilidad para la mayor competitividad en la industria cementera de México. *Revista ALCONPAT*, 13(2), 254-270. <https://doi.org/10.21041/ra.v13i2.637>
- Polanco, J., Ramírez, F., & Orozco, M. (2016). Incidencia de estándares internacionales en la sostenibilidad corporativa: Una perspectiva de la alta dirección. *Estudios Gerenciales*, 32(139), 181-192. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.05.002>
- Sulbarán, I. (06 de 02 de 2025). *¿Qué son las empresas manufactureras?* Obtenido de TIFFIN UNIVERSITY: <https://global.tiffin.edu/blog/que-son-las-empresas-manufactureras>
- United Nations . (14 de 07 de 2025). *United Nations Procurement Division*. Obtenido de United Nations Procurement Division: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Virginia López Nevárez, Nevárez, V. L., Bianca Denisse Zavala Félix, & Félix, B. D. Z. (2019). *La responsabilidad social en las dimensiones de la ciudadanía corporativa. Un estudio de caso en la manufactura agrícola*. (97), 179-211. <https://doi.org/10.7203/ciriec-e.97.12566>
- Wendy Pilar Romero Noboa, Sandy Solange Salguero Muñoz, & Lizbeth Priscila Ocaña Vargas. (2025). Gestión de Residuos de Curtiembres y Políticas de Sostenibilidad en la Industria del Cuero. *Tesla Revista Científica*. <https://doi.org/10.55204/trc.v5i1.e474>