



Scientia Agropecuaria

Web page: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>

Facultad de Ciencias
Agropecuarias

Universidad Nacional de
Trujillo



RESEARCH ARTICLE

Lean Manufacturing in food production: Systematic review, bibliometric analysis and proposed application

Lean Manufacturing en la producción de alimentos: Revisión sistemática, análisis bibliométrico y propuesta de aplicación

Rosita Iselda Ferrer-Blas¹ ; Indira Galarcep-Barba¹ ; Juan Carlos Solano-Gaviño^{1*} 

¹ Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n, Trujillo, Perú.

* Corresponding author: jsolano@unitru.edu.pe (J. C. Solano-Gaviño).

Received: 28 May 2023. Accepted: 28 September 2024. Published: 22 October 2024.

Abstract

In a changing environment, efficiency and adaptability are essential to improve business competitiveness. The present study analyzed the application of Lean Manufacturing in food production through a review of the scientific literature based in Scopus, using the PRISMA methodology and the Vosviewer and Bibliometrix software. From the bibliometric analysis, there is evidence of an increase in research on Lean Manufacturing in food companies since 2019, with an annual growth rate of 5.96%. Brazil and Peru stand out for their high scientific production, while Brazil and Belgium stand out in terms of citations. In addition, outstanding scientific collaboration between authors from South America and Asia is observed. Three relevant clusters were identified: principles, implementation tools and practical applications of Lean Manufacturing. The thematic mapping highlighted the concepts Cost Reduction, Process Monitoring, Six Sigma and Value Stream Mapping as the most prominent topics underlining the interest and applications in the scientific literature. The implementation of Lean Manufacturing in seven steps is proposed, facilitating the use of agile tools for process optimization and waste reduction in food companies. Lean Manufacturing contributes to improve the flow of products in the supply chain and to the sustainability of small and medium enterprises. Future research should focus on adapting Lean Manufacturing to various contexts and business models in the agri-food sector.

Keywords: management; enterprises; production; efficiency; foods.

Resumen

En un entorno cambiante, la eficiencia y la capacidad de adaptación son esenciales para mejorar la competitividad de las empresas. El presente estudio analizó la aplicación de Lean Manufacturing en la producción de alimentos mediante una revisión de la literatura científica basada en Scopus, utilizando la metodología PRISMA y los softwares Vosviewer y Bibliometrix. A partir del análisis bibliométrico, se evidencia un incremento en las investigaciones sobre Lean Manufacturing en las empresas de alimentos desde 2019, con una tasa de crecimiento anual del 5,96%. Brasil y Perú se destacan por su alta producción científica, mientras que Brasil y Bélgica sobresalen en términos de citas. Además, se observa una destacada colaboración científica entre autores de América del Sur y Asia. Se identificaron tres clústeres relevantes: principios, herramientas de implementación y aplicaciones prácticas de Lean Manufacturing. El mapeo temático resaltó los conceptos Reducción de costos, Monitorización de procesos, Six Sigma y Mapeo de flujo de valor, como temas más prominentes subrayando el interés y aplicaciones en la literatura científica. Se propone la implementación de Lean Manufacturing en siete pasos, facilitando el uso de herramientas ágiles para la optimización de procesos y reducción de desperdicios en las empresas alimentarias. Lean Manufacturing contribuye a mejorar el flujo de productos en la cadena de suministro y en la sostenibilidad de las pequeñas y medianas empresas. Futuras investigaciones deben centrarse en la adaptación de Lean Manufacturing a diversos contextos y modelos de negocios en el sector agroalimentario.

Palabras clave: gestión; empresas; producción; eficiencia; alimentos.

DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.042>

Cite this article:

Ferrer-Blas, R. I., Galarcep-Barba, I., & Solano-Gaviño, J. C. (2024). Lean Manufacturing en la producción de alimentos: Revisión sistemática, análisis bibliométrico y propuesta de aplicación. *Scientia Agropecuaria*, 15(4), 569-579.

1. Introducción

En un mundo cada vez más competitivo y regulado, las industrias de alimentos enfrentan el desafío constante de mejorar la eficiencia de sus procesos (Lagarda-Leyva, 2021; Utama & Abirfatin, 2023),

reducir costos (Milewski, 2022), y minimizar su impacto ambiental (Ornyncz et al., 2020; Salah & Mustafa, 2021), a la par que cumplen con la creciente expectativa de los consumidores y la sostenibilidad ambiental (Viles et al., 2021). En este contexto dinámico, Lean Manufacturing emerge

como un modelo de gestión estratégica con el potencial de transformar profundamente a las organizaciones (Satolo et al., 2017; Contreras Castañeda et al., 2024).

Lean Manufacturing, con origen en el sistema de producción de Toyota, se distingue por su enfoque en la eliminación de desperdicios (Liu et al., 2020; Bučko et al., 2024), la optimización de recursos y la mejora continua de la calidad (Dieste et al., 2020). Sus principios buscan mejorar la rentabilidad y la competitividad (Millones et al., 2023), fortaleciendo su capacidad para cumplir con estándares ambientales cada vez más estrictos y satisfacer las demandas de los clientes por productos de alta calidad y origen responsable (Caldera et al., 2017).

La sostenibilidad empresarial, entendida como el equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ambientales, es esencial en el actual contexto del sector alimentario (Baca-Nomberto et al., 2021). La implementación efectiva de Lean en el sector busca mejorar la eficiencia y reducir costos, así como, promover prácticas empresariales que minimicen el desperdicio de recursos naturales y optimicen la gestión de la cadena de suministro desde la producción hasta el consumidor final (Iranmanesh et al., 2019).

En ese marco, el objetivo del estudio fue analizar la aplicación de Lean Manufacturing en la producción de alimentos en base a una evaluación de la literatura científica.

2. Metodología

Utilizando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) (<https://www.prisma-statement.org/>) se sistematizó la información, identificando y seleccionando los artículos relevantes de la base de datos. La **Figura 1** muestra los pasos que se siguió durante la sistematización de la información. Primero se identificó la base de datos para la búsqueda, seleccionando Scopus como la fuente principal de datos debido a su amplio alcance y relevancia en la literatura científica. Luego, se seleccionaron los temas para la búsqueda (Lean manufacturing OR Lean) AND (productivity OR production) AND food, además se consideró el periodo de 2017 a 2024, así como el idioma inglés, y el tipo de documento únicamente artículos científicos de acceso abierto. Para la siguiente fase, se definieron los criterios de elegibilidad: artículos duplicados y artículos que no proporcionan información valiosa para la investigación, quedando un total de 68 artículos elegibles. A partir de eso, en la penúltima fase se excluyeron 19 artículos adicionales por criterio propio al considerar que no hacían referencia a la

aplicación de Lean Manufacturing en industrias alimentarias quedando un total de 49 artículos que fueron considerados para esta investigación.

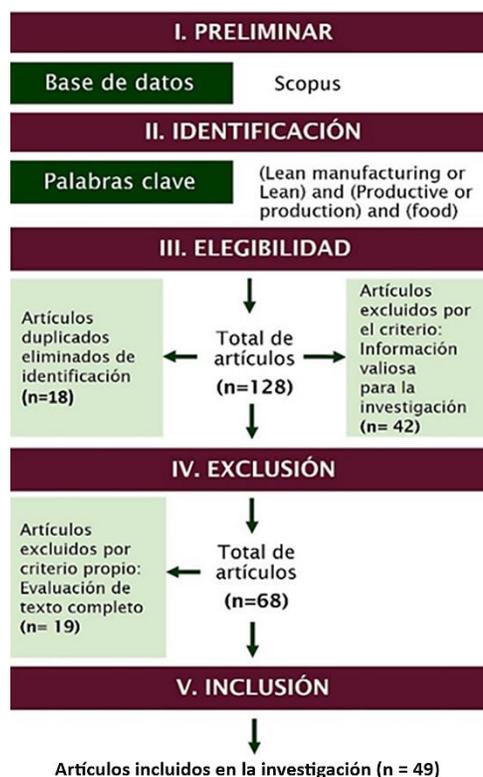


Figura 1. Esquema de sistematización de información.

La base de datos obtenida fue analizada mediante herramientas de análisis bibliométrico centradas en diferentes enfoques, a partir del software VOSviewer (versión 1.6.18), y el paquete Bibliometrix (versión 4.0.0) del programa R y R Studio. Se evaluó la comprensión de los temas relevantes a partir del análisis de palabras clave, palabras clave plus, autores, países y citas de los datos recopilados.

La **Tabla 1** presenta un resumen detallado del conjunto de datos recopilados, resaltando el total de las palabras clave asociadas de 204, y el registro de coautores por documento de 345, demostrando una diversidad considerable en las áreas de investigación abordadas y en las contribuciones interdisciplinarias.

Tabla 1

Resumen del conjunto de datos

Descripción	Resultados
Intervalo de tiempo	2017-2024
Fuentes	47
Documentos	49
Tasa de crecimiento anual	5,96%
Autores	168
Coautoría Internacional	18,37%
Coautores por documento	345
Palabras clave del autor	204

3. Resultados y discusión

3.1. Evolución de Lean Manufacturing

La evolución de Lean Manufacturing en la literatura científica refleja un crecimiento notable y continuo, que evidencia su importante aplicación en las industrias (Liu et al., 2020). En ese sentido, la **Tabla 1** evidencia una tasa de crecimiento anual de 5,96% en documentos publicados. La **Figura 2** muestra la evolución en el número de publicaciones sobre la aplicación de Lean Manufacturing entre los años 2017 y 2024. La línea punteada en la **Figura 2a** refleja la tendencia al alza de los artículos publicados durante los últimos periodos. En el 2021-2022, se alcanzó el pico máximo con 16 publicaciones, explicando el alto interés académico y científico. Este aumento puede atribuirse a factores, como la creciente demanda por la eficiencia en los procesos industriales y la necesidad de optimizar recursos en un entorno económico cada vez más competitivo (Apaza, 2021). Además, la **Figura 2b** presenta el promedio anual de citas de las publicaciones, destacándose el último periodo 2023-2024 con 15 citas, como el de mayor impacto. Este escenario, demuestra el creciente interés académico en la temática analizada. No obstante, el promedio de citas por artículo varía considerablemente de un año a otro, lo cual podría deberse a la calidad de los trabajos, la novedad del tema y su difusión en la comunidad académica (Tomás-Górriz & Tomás-Casterá, 2018).

Las palabras clave destacadas por los autores en sus publicaciones ayudan a identificar fácilmente los temas de tendencia. La **Figura 3** muestra el Word Cloud generada por Bibliometrix para un total de 50 palabras clave a partir de las publicaciones. Durante los periodos 2017-2020 y 2021-2024, se observa una evolución notable en los enfoques de investigación más relevantes para Lean Manufacturing. En el primer periodo, los principales conceptos se centraron en "lean management", "lean", "case study" y "agriculture", reflejando un interés significativo por la aplicación de metodologías Lean

en la agricultura, especialmente a través de los estudios de caso. Sin embargo, a partir de 2021, se evidencia una aplicación más específica del enfoque Lean hacia la industria alimentaria, con palabras clave como "food industry", "lean six sigma" y "food manufacturing" ganando protagonismo. Este enfoque indica una integración más profunda de Lean Six Sigma y la optimización de procesos en la manufactura de alimentos, lo cual responde a las necesidades y desafíos específicos del sector.

La evolución de los enfoques en la investigación de Lean Manufacturing refleja un crecimiento en su aplicación, y una adaptación continua a las necesidades de diferentes sectores. El aumento significativo en la producción científica entre 2021 y 2022, evidencia la transición de Lean hacia la industria alimentaria, destacándose por ser una estrategia eficaz para optimizar procesos en este ámbito, mejorando tanto la productividad como la calidad. En este periodo, se evidencia también la capacidad de la metodología Lean para ajustarse a los desafíos específicos de la manufactura de alimentos, integrando enfoques como Lean Six Sigma para alcanzar mayores niveles de eficiencia. Sin embargo, la ligera disminución en 2023-2024 podría señalar un cambio hacia la exploración de nuevas tendencias o la incorporación de enfoques complementarios, como la sostenibilidad (Ortiz Porras et al., 2023).

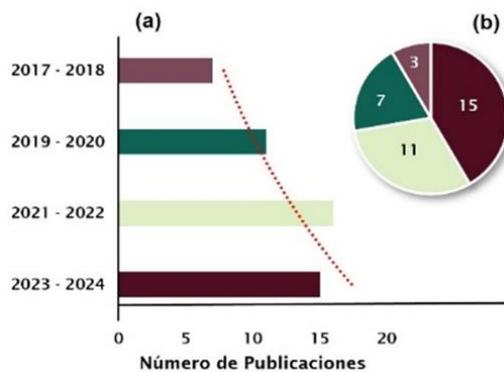


Figura 2. Producción científica. (a) Número de publicaciones y (b) citas promedio, para el periodo de 2017 a 2024.

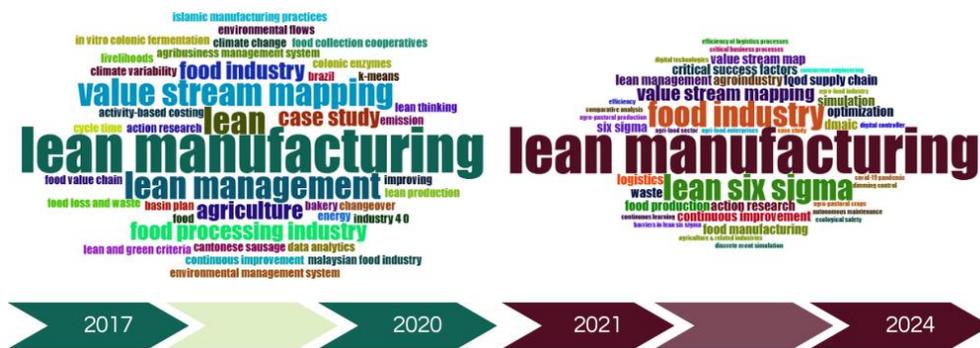


Figura 3. Cronología de enfoques de investigación más prevalentes en el área de Lean Manufacturing (2017 – 2020) y (2021 – 2024) [Obtenido con Bibliometrix].

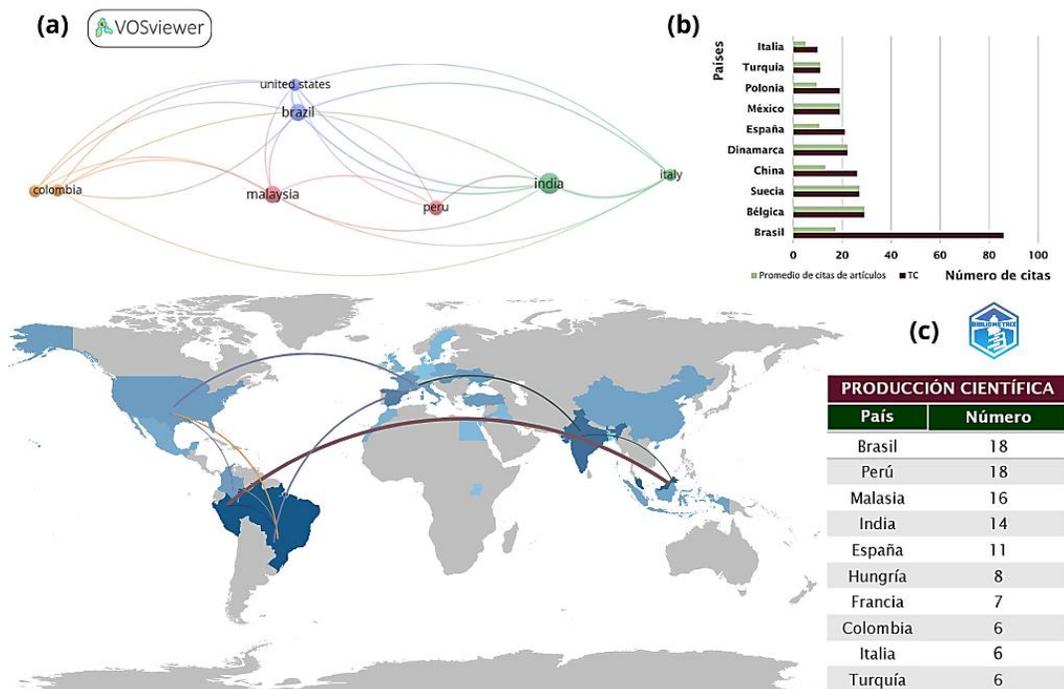


Figura 4. Producción científica global. (a) Mapa de citaciones (Visualización: Países) [Obtenido con VosViewer]. (b) Países más citados: número total de citas (TC) y el promedio de citas por artículo en el análisis de la producción científica Global. (c) Producción y colaboración científica entre países [Obtenido con Bibliometrix].

3.2. Producciones científicas por países

El análisis de la producción científica por países permite evaluar la influencia y el impacto de un país en la investigación global, así como su relación colaborativa entre ellos. El mapa de citaciones presentado en la **Figura 4a** muestra la cooperación entre países en términos de citaciones académicas, visualizado mediante el software VOSviewer. Los nodos representan países y los enlaces indican la frecuencia de citaciones mutuas. Estados Unidos y Brasil destacan por su fuerte conexión, al igual que India e Italia, sugiriendo una colaboración significativa. Brasil e India actúan como nodos centrales, conectándose con múltiples países y mostrando su papel crucial en la red de citaciones. Además, se observa una densa red de citaciones en América del Sur, especialmente entre Colombia, Perú y Brasil, mientras que Malasia se conecta tanto con países de América del Sur como con India, indicando su fuerte colaboración intercontinental. A su vez, la **Figura 4b** compara el número total de citas (TC) y el promedio de citas por artículo en diversas naciones, identificando así, tanto la cantidad como la calidad de las publicaciones científicas por cada país. Brasil destaca significativamente con el mayor número de citas totales (CT) de más de 90, que indica una alta visibilidad e impacto relevante de su producción científica a nivel global. Bélgica, China y Polonia también muestran un alto número de citas, evidenciando una considerable

contribución a la literatura científica. En cuanto al promedio de citas por artículo, Dinamarca y España se destacan por tener un promedio relativamente alto, lo que sugiere que sus publicaciones, aunque menos numerosas, tienen un impacto significativo. Por el contrario, Italia presenta un promedio de citas por artículo menor, indicando que, a pesar de la cantidad de publicaciones, su impacto relativo es bajo comparado con otros países. De esto, podemos afirmar que Brasil y Bélgica tienen altos números de CT, pero un promedio moderado de citas por artículo, lo que puede indicar un gran volumen de publicaciones con un impacto variable. En cambio, Dinamarca y España, a pesar de tener un menor número de citas totales, muestran un alto impacto promedio por artículo, destacando la calidad de su producción científica. Por otro lado, utilizando Bibliometrix, se realizó un análisis de la cantidad de producción científica para Lean Manufacturing en la industria alimentaria en todos los países. La **Figura 4c** resalta que la mayor producción científica se concentra en Brasil y Perú, con 18 artículos científicos cada uno, seguidos por Malasia (16), India (14), España (11), Hungría (8) y demás países.

3.3. Proximidad temática entre artículos de autores

El análisis de proximidad temática entre autores es una herramienta valiosa para identificar colaboraciones y tendencias en la investigación científica

(Cuggia-Jiméte et al., 2020). Utilizando VOSviewer, se visualiza las relaciones entre diferentes autores en términos de coautoría y temas de investigación. La **Figura 5** muestra dos representaciones gráficas de proximidad temática entre autores, como las conexiones y la evolución temporal a partir de sus colaboraciones. La **Figura 5a** evidencia las conexiones entre autores según su proximidad temática, basada en la frecuencia de coautoría y similitud en los temas de investigación. Mientras que la **Figura 5b** incluye una escala temporal que indica el año de publicación de los trabajos de cada autor, proporcionando una perspectiva sobre la evolución de las colaboraciones y la relevancia de los temas a lo largo del tiempo. En la **Figura 5a**, se destacan autores como "Satolo E.", "Costa L.", y "Melin M.", que aparecen centralmente conectados con múltiples coautores, como evidencia de la fuerte colaboración en las investigaciones publicadas. Por otro lado, la barra de colores muestra el año de publicación de los trabajos respecto a la evolución temporal, donde colores más oscuros indican años anteriores (2018-2019) y colores más claros representan publicaciones más recientes (2021-2022). Por tanto, en la **Figura 5b** se observa una tendencia de consolidación de las colaboraciones en el tiempo, en autores como "Liu Q.", "Costa L." y "Ribeiro M." con apariciones más recientes, sugiriendo nuevas colaboraciones y temas de investigación emergentes. Además, se destacan los trabajos recientes de "Ribeiro M." y "Aytekin A." identificados de color

amarillo. Estos autores, que representan contribuciones recientes dentro del campo de estudio, han abordado temáticas clave sobre Lean que lo vinculan con la investigación contemporánea y las tendencias emergentes.

Ribeiro et al. (2022) evidencian cómo la aplicación de Lean Manufacturing en el empaque de frijoles en una empresa agroindustrial brasileña incrementó la productividad al reducir tiempos de preparación y aumentar la capacidad de producción. Este trabajo, sugiere que el empleo de la herramienta SMED (Single-Minute Exchange of Die) puede ser clave para optimizar operaciones en la producción de alimentos. Además, señalan la necesidad de profundizar las investigaciones para abordar los desafíos no documentados durante su implementación. Por otro lado, **Aytekin et al. (2023)** aplican Lean Six Sigma dentro de empresas alimentarias, destacando que el respaldo de la alta dirección es crucial para el éxito de Lean Manufacturing. Además, subrayan la importancia de alinear Lean Manufacturing con los objetivos estratégicos para optimizar la producción y mejorar la satisfacción del cliente en el sector alimentario.

Ambas investigaciones, sugieren que futuras investigaciones se centren en la aplicación de Lean Manufacturing en la producción de alimentos perecederos y con alta variabilidad en la demanda. En ese sentido, es esencial la evaluación de la eficacia de herramientas específicas como el SMED y exploración de metodologías híbridas que integren tecnologías emergentes.

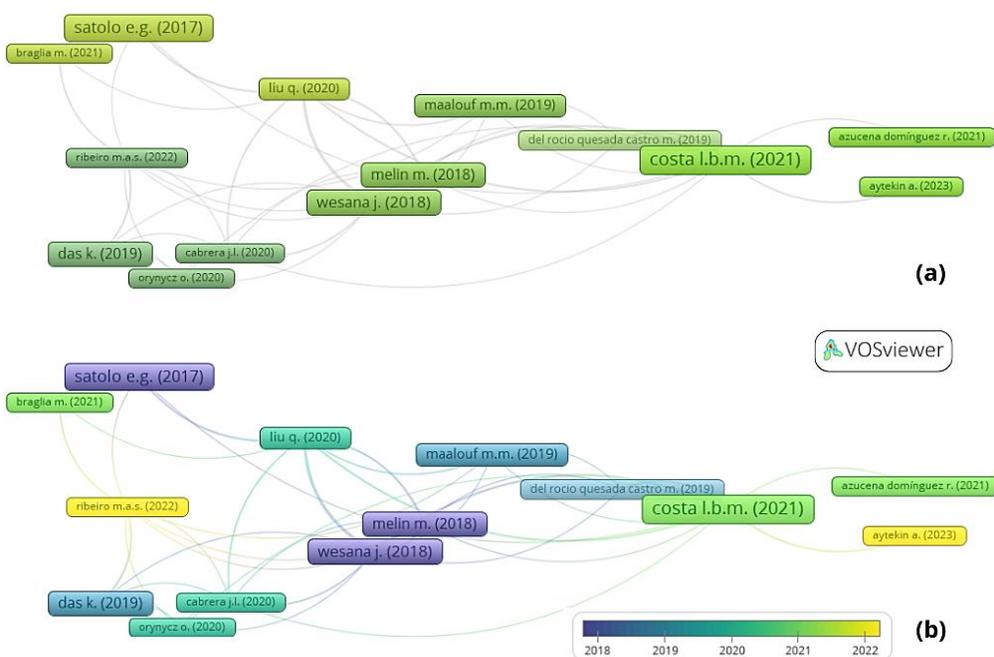


Figura 5. Proximidad temática entre artículos. [Fuente: VOSviewer]. (a) Tipo de análisis: Citación; unidad de análisis: Documentos. (b) Tipo de análisis: Citación con vista de densidad y escala temporal; unidad de análisis: Documentos.

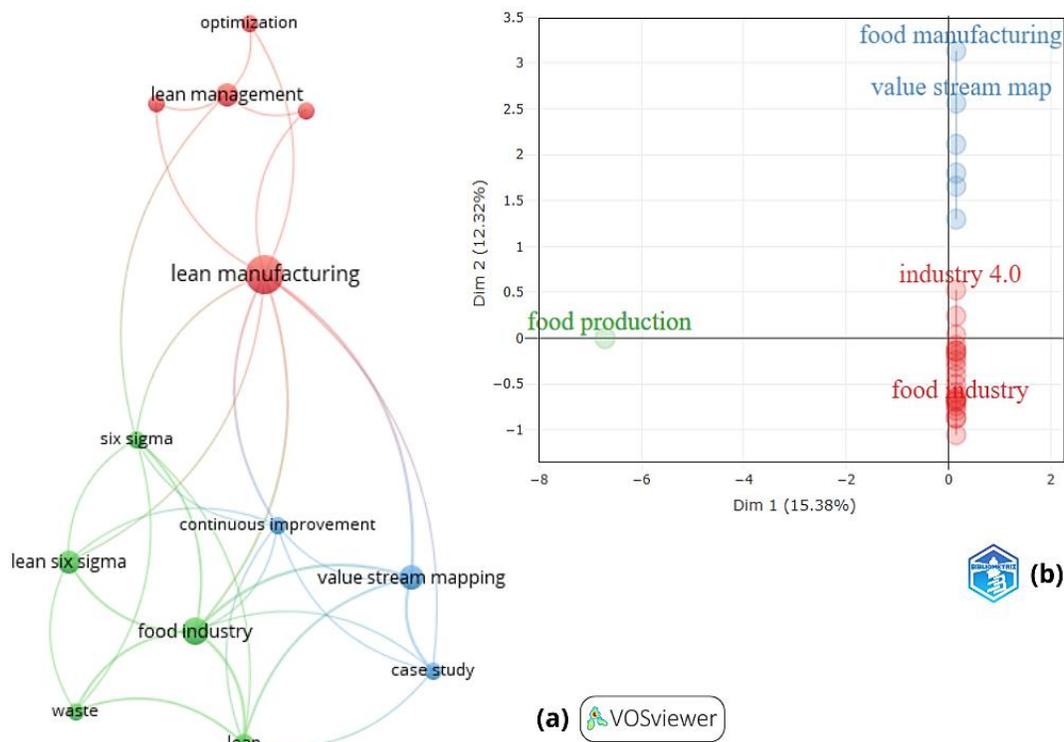


Figura 6. Mapeo bibliográfico sobre Lean Manufacturing [Fuente: VOSviewer, Bibliometrix]. (a) Mapeo de Co-ocurrencia (Método de Normalización: Association Strength). (b) Word Map. (Método: Análisis de correspondencia; Campo: Palabras clave del autor; Número de términos: 20; Número de clúster: 3).

3.4. Temas de relevancia científica

A partir de VOSviewer, se realizó un Mapa de Co-ocurrencias utilizando el método de normalización denominado fuerza de asociación. Se encontraron 3 clústeres (Figura 6a): 1. Principios de Lean Manufacturing (rojo); 2. Herramientas de Lean Manufacturing (azul); y 3. Aplicaciones de Lean Manufacturing en empresas productoras de alimentos (verde). Asimismo, con Bibliometrix se generó un mapa de palabras (Figura 6b) utilizando el Análisis de Correspondencia; Palabras clave de Autor, limitada a los 20 términos más importantes y forzado a 3 clústeres. En análisis combinado, se puede observar las relaciones entre las palabras más relevantes (Figura 6a) y las palabras clave agrupadas por su similitud (Figura 6b).

Ambos gráficos, expresan la fuerte relevancia entre las temáticas asociadas a partir del análisis de correspondencia.

A partir del análisis de VOSviewer y Bibliometrix, se identificaron tres clústeres principales (Tabla 2). Las herramientas como el Mapeo de Flujo de valor y Kaizen, mejoran la eficiencia y reducen el desperdicio, así como, fomentan una cultura de mejora

continua y adaptación en las organizaciones (Satolo et al., 2017).

La Figura 7 presenta un esquema resumen sobre las herramientas de Lean manufacturing más citadas en la literatura. Se destacan cuatro herramientas clave: Mapeo de flujo de valor, Kaizen, Six Sigma y Lean production, las cuales tiene como objetivo la reducción y eliminación de los desperdicios.

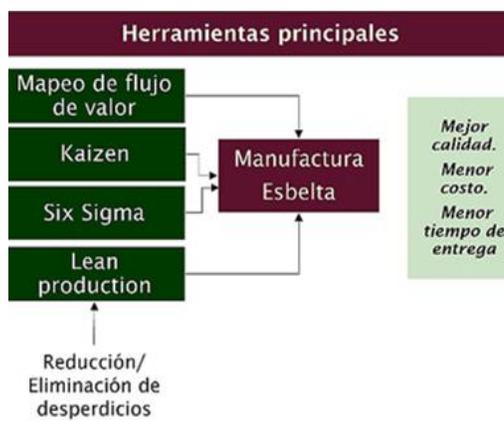


Figura 7. Principales herramientas de Lean Manufacturing.

Tabla 2
Clústeres obtenidos en el ámbito de Lean Manufacturing

Grupos	Descripción
1. Principios	Lean Manufacturing busca optimizar los procesos de producción y eliminar el desperdicio mediante la mejora continua (Wesana et al., 2018). El primer clúster se compone de palabras clave que representan los fundamentos de Lean Manufacturing (Figura 6a) como "lean management". La optimización se enfoca en mejorar todos los aspectos del proceso productivo para lograr resultados superiores, por lo cual constituye un principio de Lean Manufacturing. Se evidencia relación entre este principio y la Industria 4.0 (Figura 6b).
2. Herramientas	El análisis de redes en VOSviewer agrupa las herramientas y técnicas utilizadas para implementar Lean Manufacturing. Las palabras clave "value stream mapping" y "continuous improvement" son representativas en este grupo (Figura 6a). Value Stream Mapping (VSM) es una herramienta crucial que permite visualizar y analizar el flujo de materiales e información en un proceso productivo (Viles et al., 2021). Los estudios de caso son esenciales para comprender la aplicación práctica de estas herramientas y los resultados obtenidos, lo cual también se puede apreciar con el término "food manufacturing" (Figura 6b).
3. Aplicaciones	Las palabras clave "food industry", "waste", "six sigma" y "lean six sigma" (Figura 6a) destacan en este grupo. La implementación de Lean Manufacturing en la industria alimentaria es crucial debido a la necesidad de gestionar eficientemente los recursos y reducir los desperdicios (Braglia et al., 2021). La identificación y eliminación de desperdicios "waste" mejoran la sostenibilidad y rentabilidad. Six Sigma complementa a Lean Manufacturing al enfocarse en la reducción de la variabilidad y la mejora de la calidad mediante técnicas estadísticas maximizando la eficiencia y calidad en los procesos de producción, por lo cual está en relación con "food production" (Figura 6b).

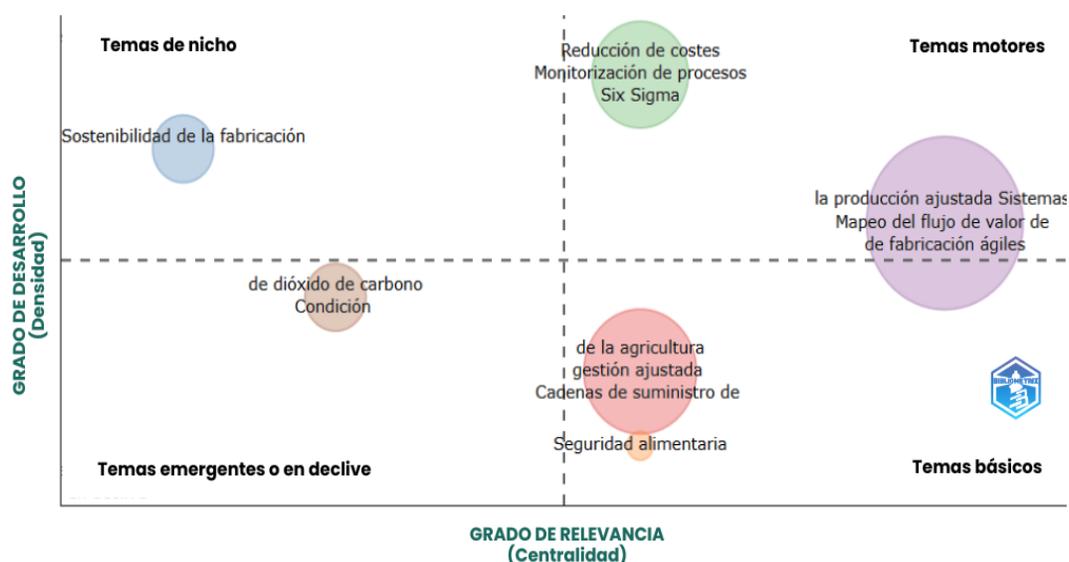


Figura 8. Mapa temático: Temas de nicho, motores, básicos y emergentes [Obtenido con Bibliometrix].

A continuación, se presenta una tabla resumen de los principales principios, herramientas y aplicaciones de Lean Manufacturing en producción de alimentos. Estas herramientas, se integran como Manufactura Esbelta, en la búsqueda de mejoras significativas en la calidad del producto, reducción de costos y menores tiempos de entrega. Además, la implementación de herramientas promueve una mayor agilidad en los procesos y una mejor alineación con las necesidades del cliente, lo que resulta en una ventaja competitiva sostenible y una mayor satisfacción.

A partir de Bibliometrix, se analizó la temática de las interconexiones de los grupos según las palabras clave plus, con la finalidad de identificar las tendencias de investigación (Figura 8). El mapa temático consta de cuatro cuadrantes: Q1, Q2, Q3 y Q4, donde Q1 es el cuadrante superior derecho que contiene el tema principal; el Q2, ubicado en el cuadrante superior izquierdo, contiene temas de nicho avanzados y específicos; el Q3, en el cuadrante inferior izquierdo, contiene los temas emergentes o en declive; y el Q4, en el cuadrante inferior derecho, consta de los temas básicos.

Tabla 3
Principios, herramientas y aplicación de Lean Manufacturing en las industrias de alimentos

Categoría	Aspecto	Descripción	N° de artículos	Referencia
Principios	Gestión y eliminación de residuos	Identifica, reduce y elimina desperdicios, mejorando la eficiencia, la calidad y reduciendo costos de producción	4	(Wesana et al., 2018) (Melin & Barth, 2018) (Das, 2019) (Bacon et al., 2017)
	Mejora continua	Identifica áreas de mejora, facilita implementación de cambios y evaluación de resultados	1	(Ul-Haq et al., 2022)
	Just-in-time	Optimiza los procesos de entrega, reducción de costos logísticos y externos, y mejora en la eficiencia	1	(Milewski, 2022)
Herramientas	"Value stream mapping"	Identifica actividades de valor, comprende el flujo de materiales e información de un producto, evita desperdicios y optimiza la cadena de suministro	3	(Martins et al., 2023) (Cabrera et al., 2020) (Ramlan et al., 2017)
	"Lean kaizen"	Impulsa la mejora continua y optimización de recursos limitados, organiza mejor los lugares de trabajo, la gestión visual y permite cumplir con los requisitos normativos de calidad y seguridad	2	(Contreras Castañeda et al., 2024) (Viles et al., 2021)
	"Lean management"	Permite la reducción continua de desperdicios	1	(Molnar & Tumik, 2018)
	"Lean six sigma"	Mejora la eficiencia operativa y calidad, reduce costos y desperdicios, así como la mejora continua de procesos y productos	3	(Costa et al., 2021) (Sharma et al., 2022) (Aytekin et al., 2023)
	"Lean six sigma sostenible"	Optimiza el flujo de trabajo, elimina actividades que no agrega valor, aumenta la eficiencia y reduce costos	1	(Utama & Abirfatin, 2023)
	"Lean production"	Aumento de la eficiencia, reducción de costos, mejora en la competitividad en el mercado, optimización de procesos, minimización de desperdicios, y aumento de la rentabilidad	2	(Satolo et al., 2017) (Salah & Mustafa, 2021)
Aplicaciones	Beneficios	Identifica y elimina desperdicios, optimiza procesos, y mejora la eficiencia y calidad	10	(Orynycz et al., 2020) (Lagarda-Leyva, 2021) (Bancovich Erquínigo et al., 2023) (Abd Rahman et al., 2020) (Cabrera et al., 2020) (Castro & Posada, 2019) (Bacon et al., 2017) (Ahmad et al., 2022) (Bag et al., 2024) (Braglia et al., 2021)

En la **Figura 8** se puede observar que los temas "Reducción de costes, monitorización de procesos y Six Sigma" y "lean production y mapeo de flujo de valor" conforman el Q1; "Sostenibilidad", el Q2; "Gestión ajustada y cadenas de suministro", Q3; y "Dióxido de carbono", Q4, el cual está relacionado con la eficiencia energética y en donde también se aplica Lean Manufacturing para mejorar su rendimiento (Srimathi & Hemamalini, 2022).

De la **Tabla 3**, la mayor concentración de artículos se encuentra enfocado a "flujo de valor", "six sigma", "eliminación de desperdicios" y "beneficios de las aplicaciones de Lean Manufacturing", acorde con el análisis de la **Figura 8** de "Mapeo de Flujo de valor", "six sigma", "eliminación de desperdicios" y "beneficios de las aplicaciones de Lean Manufacturing". Los documentos revelan la importancia de Lean en la gestión de la cadena de suministro. Esto

permite asegurar la provisión sostenible de alimentos hacia los mercados.

3.5. Propuesta de aplicación de Lean Manufacturing

La implementación de Lean Manufacturing en la industria alimentaria puede llevarse a cabo mediante una serie de procedimientos bajo el enfoque de la mejora continua. La **Figura 9** resume en siete pasos la implementación: 1. Evaluación inicial, mediante un análisis de la situación actual de la empresa que permita identificar áreas de mejora e información clave. 2. Formación y capacitación, como estrategia para sensibilizar a los integrantes de la organización en los principios Lean. 3. Planificación, a partir del diseño de objetivos, metas, implementación de estrategias, equipo de trabajo y otros; en un cronograma determinado.



Figura 9. Propuesta de aplicación de Lean Manufacturing en industrias alimentarias.

4. Análisis y mapeo del flujo de valor, de las operaciones de la organización con la finalidad de identificación de procesos clave y "cuellos de botella". 5. Ejecución de herramientas Lean, como las 5S, Kanban, Kaizen, etc. en los procesos identificados. 6. Pilotaje y pruebas en las primeras etapas, para realizar ajustes al sistema, verificando el cumplimiento de objetivos y aprendizajes. 7. Evaluación de la sostenibilidad e impacto, así como la expansión, de las prácticas Lean a las demás áreas de la organización.

Las etapas de diagnóstico y análisis sirven para identificar desperdicios y cuellos de botella en los procesos productivos (Ramlan et al., 2017). Por su parte, las capacitaciones tienen como finalidad generar un ambiente de compromiso entre todos los involucrados, liderazgo por los tomadores de decisiones, una cultura de "adaptación" al cambio, fortalecimiento de las habilidades blandas, etc. Las herramientas Lean permiten gestionar eficientemente el inventario y mejorar continuamente los procesos (Marinelli et al., 2021), además, que establecen métricas de desempeño y sistemas de monitoreo constante para asegurar la sostenibilidad de las mejoras (Bag et al., 2024). La integración de las prácticas Lean aumenta la productividad, reduce costos y mejora la calidad del producto final (Lagarda-Leyva, 2021). La implemen-

tación de Lean Manufacturing es un elemento clave para mejorar la competitividad de las empresas de alimentos en los mercados de consumo.

4. Conclusiones

El análisis bibliométrico subraya la creciente relevancia y aplicación del Lean Manufacturing en el contexto de las empresas alimentarias, con un notable incremento de documentos publicados de 49 en Scopus y una tasa de crecimiento del 5,96% anual para el periodo de 2017-2024.

Brasil y Perú lideran en términos de cantidad de publicaciones, con 18 artículos científicos cada uno, asimismo, también Brasil y Bélgica sobresalen por el alto impacto de sus investigaciones, reflejada en la totalidad de citas por artículo. Se evidencia una fuerte colaboración entre autores de América de Sur y Asia. Se identificaron tres clústeres temáticos principales resumidos en principios, herramientas y aplicaciones de Lean Manufacturing. En el mapeo temático, se resaltan los términos "Reducción de costos, Monitorización de procesos y Six Sigma", y "Lean production y Mapeo de flujo de valor" como los temas más prominentes.

A partir de la revisión, se propone la implementación de Lean Manufacturing en siete pasos, con el objetivo de potenciar las industrias de alimentos en

los mercados, mediante el uso de herramientas ágiles para la gestión de desperdicios, reducción de costos, mejora de la productividad, optimización de procesos, etc., con foco en la mejora continua. La implementación de Lean Manufacturing en la industria alimentaria no solo mejora la eficiencia operativa y reduce costos, sino que también promueve la sostenibilidad empresarial.

Futuras investigaciones deben abordar la aplicación de Lean Manufacturing a diversos contextos y modelos de negocios.

ORCID

R. I. Ferrer-Blas  <https://orcid.org/0009-0006-2592-5570>

I. Galarcep-Barba  <https://orcid.org/0009-0000-0371-6053>

J. C. Solano-Gaviño  <https://orcid.org/0000-0003-1374-9558>

Referencias bibliográficas

- Abd Rahman, M. S., Mohamad, E., & Abdul Rahman, A. A. (2020). Enhancement of overall equipment effectiveness (OEE) data by using simulation as decision making tools for line balancing. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 18(2), 1040. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v18.i2.pp1040-1047>
- Ahmad, R., Amin, R. F. M., & Mustafa, S. A. (2022). Value stream mapping with lean thinking model for effective non-value added identification, evaluation and solution processes. *Operations Management Research*, 15(3-4), 1490-1509. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00265-9>
- Apaza, N. M. C. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Industrial Data*, 24(1), Article 1. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Aytekin, A., Okoth, B. O., Korucuk, S., Mishra, A. R., Memiş, S., Karamaşa, Ç., & Tirkolae, E. B. (2023). Critical success factors of lean six sigma to select the most ideal critical business process using q-ROF CRITIC-ARAS technique: Case study of food business. *Expert Systems with Applications*, 224, 120057. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120057>
- Baca-Nomberto, A., Urquiza-Cabala, M., Ramos, E., & Sotelo-Raffo, F. (2021). *A Model Utilizing Green Lean in Rice Crop Supply Chain: An Investigation in Piura, Perú*. En T. Ahram, R. Taiar, K. Langlois, & A. Choplin (Eds.), *Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications III* (pp. 474-480). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55307-4_72
- Bacon, C. M., Sundstrom, W. A., Stewart, I. T., & Beezer, D. (2017). Vulnerability to Cumulative Hazards: Coping with the Coffee Leaf Rust Outbreak, Drought, and Food Insecurity in Nicaragua. *World Development*, 93, 136-152. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.025>
- Bag, S., Rahman, M. S., Sharma, J., Chiarini, A., Srivastava, S. K., & Gupta, S. (2024). Building digital technology and innovative lean management capabilities for enhancing operational performance: An empirical study. *Production Planning & Control*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2327344>
- Bancovich Erquinigo, A., Ortiz Porras, J., Quintana Saavedra, H., Crispin Chamorro, P., Manrique Alva, R., & Vilca Carhuapuma, P. (2023). Green lean method to identify ecological waste in a nectar factory. *International Journal of Production Management and Engineering*, 11(2), 197-207. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2023.19598>
- Braglia, M., Gallo, M., & Marrazzini, L. (2021). A lean approach to address material losses: Materials cost deployment (MaCD). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 113(1-2), 565-584. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-06632-3>
- Bučko, M., Krejčí, L., Hlavatý, I., & Lorenčík, J. (2024). Design and Optimization of Production Line Layout Using Material Flows. *Machines*, 12(3), 189. <https://doi.org/10.3390/machines12030189>
- Cabrera, J., Corpus, O., Maradiegue, F., & Merino, J. C. A. (2020). Improving quality by implementing Lean Manufacturing. Spc, And Haccp In The Food Industry: A Case Study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 31(4). <https://doi.org/10.7166/31-4-2363>
- Caldera, H. T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2017). Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1546-1565. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.126>
- Castro, M. D. R. Q., & Posada, J. G. A. (2019). Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in Medellín. *Gestão & Produção*, 26(2), e2505. <https://doi.org/10.1590/0104-530x-2505-19>
- Contreras Castañeda, E. D., Gordillo Galeano, J. J., & Olaya Rodríguez, K. J. (2024). Lean-Kaizen startup in panela production processes: The case of a trapiche. *Cogent Engineering*, 11(1), 2322834. <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2322834>
- Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Frendendall, L. D., & Devós Ganga, G. M. (2021). Lean six sigma in the food industry: Construct development and measurement validation. *International Journal of Production Economics*, 231, 107843. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107843>
- Cuggia-Jiménez, C., nez, Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Manufactura esbelta: Una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información Tecnológica*, 31(5), 163-172.
- Das, K. (2019). Integrating Lean, Green, and Resilience Criteria in a Sustainable Food Supply Chain Planning Model. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 4(2), 259-275. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2019.4.2-022>
- Dieste, M., Panizzolo, R., & Garza-Reyes, J. A. (2020). Evaluating the impact of lean practices on environmental performance: Evidences from five manufacturing companies. *Production Planning & Control*, 31(9), 739-756. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1681535>
- Iranmanesh, M., Zailani, S., Hyun, S. S., Ali, M. H., & Kim, K. (2019). Impact of Lean Manufacturing Practices on Firms' Sustainable Performance: Lean Culture as a Moderator. *Sustainability*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/su1041112>
- Lagarda-Leyva, E. A. (2021). System Dynamics and Lean Approach: Development of a Technological Solution in a Regional Product Packaging Company. *Applied Sciences*, 11(17), 7938. <https://doi.org/10.3390/app11177938>
- Liu, Q., Yang, H., & Xin, Y. (2020). Applying value stream mapping in an unbalanced production line: A case study of a Chinese food processing enterprise. *Quality Engineering*, 32(1), 111-123. <https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1637526>
- Marinelli, M., Deshmukh, A., Janardhanan, M., & Nielsen, I. (2021). *Lean manufacturing and Industry 4.0 combinative application: Practices and perceived benefits*. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 288-293. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.034>
- Martins, A. D. O., Dos Anjos, F. E. V., & Da Silva, D. O. (2023). The Lean Farm: Application of Tools and Concepts of Lean Manufacturing in Agro-Pastoral Crops. *Sustainability*, 15(3), 2597. <https://doi.org/10.3390/su15032597>
- Melin, M., & Barth, H. (2018). Lean in Swedish agriculture: Strategic and operational perspectives. *Production Planning & Control*, 29(10), 845-855. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1479784>
- Milewski, D. (2022). Managerial and Economical Aspects of the Just-In-Time System "Lean Management in the Time of Pandemic". *Sustainability*, 14(3), 1204. <https://doi.org/10.3390/su14031204>
- Millones, C. A.-T., Quiroz-Flores, J. C., & S, N. (2023). Enhancement of Productivity and Efficiency through a Service Model with Lean Service Tools—Case Study. *International Journal of Mechanical Engineering*, 10(9), 18-30. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V10I9P102>

- Molnar, V., & Tumik, A. (2018). Making Unit Cost in Production Process More Accurate – the Role of Queueing. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.23), 129. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11899>
- Ortiz Porras, J. E., Bancovich Erquínigo, A. M., Candia Chávez, T. C., Huayanay Palma, L. M., Moore Torres, R. K., & Tinoco Gomez, O. R. (2023). Green Lean Six Sigma model for waste reduction of raw material in a nectar manufacturing company of Lima, Peru. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(2), 169. <https://doi.org/10.3926/jiem.4916>
- Orynych, O., Tucki, K., & Prystasz, M. (2020). Implementation of Lean Management as a Tool for Decrease of Energy Consumption and CO2 Emissions in the Fast Food Restaurant. *Energies*, 13(5), 1184. <https://doi.org/10.3390/en13051184>
- Ramlan, R., Ahmad, A. N. A., Omar, S. S., & Suhaimi, A. H. (2017). Continuous Improvement with Value Stream Mapping (VSM): A Case Study in SME Food Processing Industry. *Advanced Science Letters*, 23(1), 674-678. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.7295>
- Ribeiro, M. A. S., Santos, A. C. O., De Amorim, G. D. F., De Oliveira, C. H., Da Silva Braga, R. A., & Netto, R. S. (2022). Analysis of the Implementation of the Single Minute Exchange of Die Methodology in an Agroindustry through Action Research. *Machines*, 10(5), 287. <https://doi.org/10.3390/machines10050287>
- Salah, S., & Mustafa, A. (2021). Integration of Energy Saving with Lean Production in a Food Processing Company. *Journal of Machine Engineering*, 21(4), 118-133. <https://doi.org/10.36897/jme/142394>
- Satolo, E. G., Hiraga, L. E. D. S., Goes, G. A., & Lourenzani, W. L. (2017). Lean production in agribusiness organizations: Multiple case studies in a developing country. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(3), 335-358. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2016-0012>
- Sharma, J., Tyagi, M., Panchal, D., & Singh, R. P. (2022). Contemplation of food industry attributes confronted in smooth adoption of Lean Six Sigma practices. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 14(1), 32. <https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2022.124294>
- Srimathi, R., & Hemamalini, S. (2022). Performance Analysis of Single-Stage LED Buck Driver Topologies for Low-Voltage DC Distribution Systems. *IETE Journal of Research*, 68(3), 1943-1955. <https://doi.org/10.1080/03772063.2019.1682072>
- Tomás-Górriz, V., & Tomás-Casterá, V. (2018). La Bibliometría en la evaluación de la actividad científica. *Hospital a Domicilio*, 2(4), Article 4. <https://doi.org/10.22585/hospdomic.v2i4.51>
- Ul-Haq, I., Colwill, J. A., Backhouse, C., & Franceschini, F. (2022). Effects of lean distributed manufacturing on factory's resilience: The current practice in UK food manufacturing sector. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(5), 1104-1136. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2021-0124>
- Utama, D. M., & Abirfatin, M. (2023). Sustainable Lean Six-sigma: A new framework for improve sustainable manufacturing performance. *Cleaner Engineering and Technology*, 17, 100700. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100700>
- Víles, E., Santos, J., Muñoz-Villamizar, A., Grau, P., & Fernández-Arévalo, T. (2021). Lean-Green Improvement Opportunities for Sustainable Manufacturing Using Water Telemetry in Agri-Food Industry. *Sustainability*, 13(4), 2240. <https://doi.org/10.3390/su13042240>
- Wesana, J., De Steur, H., Dora, M. K., Mutenyio, E., Muyama, L., & Gellynck, X. (2018). Towards nutrition sensitive agriculture. Actor readiness to reduce food and nutrient losses or wastes along the dairy value chain in Uganda. *Journal of Cleaner Production*, 182, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.021>