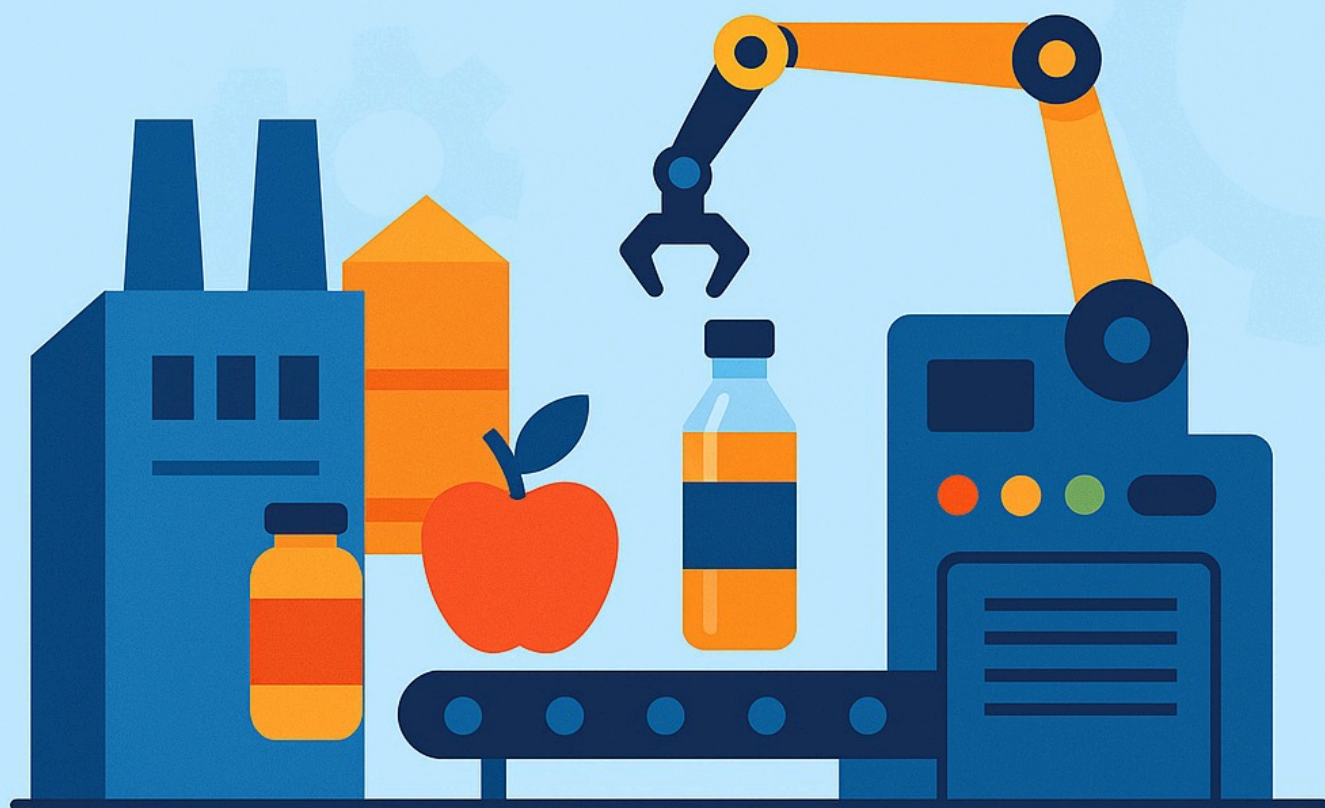


LEAN MANUFACTURING EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Gabriela Joseth Serrano Torres
Magdala de Jesús Lema Espinoza
Edison Patricio Villacrés Cevallos



Lean Manufacturing en industrias alimentarias

Gabriela Joseth Serrano Torres¹
Magdala de Jesús Lema Espinoza¹
Edison Patricio Villacrés Cevallos¹

Afiliación de autores

¹Universidad Nacional de Chimborazo

Lean Manufacturing en industrias alimentarias

Editorial



Datos catalográficos

Serrano, Gabriela; Lema, Magdala; Villacrés, Edison

Lean Manufacturing en industrias alimentarias

Primera edición

Editorial Esprint, Ecuador, 2025

ISBN: 978-9942-51-314-4

Formato: 21.5 x 27.9

Páginas: 151

Lean Manufacturing en industrias alimentarias

Serrano Torres Gabriela Joseth

Lema Espinoza Magdala de Jesús

Villacrés Cevallos Edison Patricio

Este libro fue arbitrado por dos pares externos expertos en el área mediante el sistema doble ciego.

Primera edición

© 2025 Esprint

Editorial Esprint

<https://editorial.esprint.tech>

Dirección: Pichincha y José de Orozco

Editado y publicado: Riobamba – Ecuador

Teléfono: +593998279014

Email: editorial@esprint.tech

Director editorial: Ing. Cristian Morales A., Mgs.

Corrección: M. Sc. Liuvan Herrera Carpio

Diagramación: Ing. Javier Intriago

Ilustración de portada: Ing. Pamela Buenaño

ISBN: 978-9942-51-314-4

Riobamba, abril de 2025

Esta obra esta publicada en acceso abierto bajo la licencia Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). Esta licencia permite descargar la obra y compartirla siempre y cuando se proporcione el crédito correspondiente, pero no pueden alterarla de ninguna manera ni usarla comercialmente. Esta obra no puede ser publicada por ninguna otra editorial sin la autorización expresa de la Editorial Esprint.

Se sugiere a los autores **NO IMPRIMIR** este documento, con la finalidad de mejorar la sostenibilidad ambiental del planeta.



La editorial Esprint, es miembro activo de la Cámara Ecuatoriana del Libro, Núcleo de Pichincha (Código de Registro: N.º 739)



DOI: <https://doi.org/10.61347/ei-lib.3>

Índice

Introducción	1
1. El estado actual de la ciencia	9
1.1. Evolución de la literatura sobre LM en la industria alimentaria.....	9
Autores destacados	17
Instituciones relevantes	19
Países líderes en la investigación	23
Textos fundamentales	29
1.2. Términos de investigación frecuentes basado en las palabras clave	31
1.3. Análisis de redes sociales	34
2. Fundamentos de Lean Manufacturing.....	41
2.1. Evolución de la literatura sobre LM en la industria alimentaria.....	41
2.2. Principios fundamentales de Lean Manufacturing.....	44
Eliminación de desperdicios.....	46
Mejora continua (Kaizen)	48
Enfoque en el cliente	50
Flujo de trabajo	52
Producción Justo a Tiempo (JIT)	54
Empoderamiento de los empleados	56
2.3. Beneficios generales en industrias alimentarias	60
2.4. Diferencias entre Lean Manufacturing y otros modelos de gestión.....	61

3.	Contexto en el sector alimenticio	67
3.1.	Características de las industrias alimentarias	67
	Diversidad en métodos de producción	69
	Adopción de la digitalización.....	70
	Hiper-conectividad	71
	Flexibilidad y eficiencia	73
	Transparencia y personalización.....	74
	Adaptación a cambios en el consumidor	75
3.2.	Retos en la industria alimentaria	78
	Cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad.....	79
	Mejora de la calidad de los procesos y productos	80
	Reducción de pérdidas y desperdicios.....	81
	Seguridad en el ambiente de trabajo	82
	Adaptación a la competitividad global	83
3.3.	Oportunidades en la industria alimentaria	86
	Adopción de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).....	87
	Aumento de la productividad	88
	Enfoque en la inocuidad y sostenibilidad.....	89
	Desarrollo de nuevos productos	90
	Acceso a mercados internacionales	91
	Capacitación y desarrollo de personal	93
3.4.	Estrategias para reducir desperdicios en cada etapa del proceso productivo ...	95

Estudio de tiempos de movimiento.....	97
Reorganización del área de trabajo.....	98
Desarrollo de Procedimientos Operativos Estándar (SOP).....	99
Minimización de movimientos y transporte excesivo	100
Eliminación de tiempos de espera	101
4. Lean Manufacturing en la industria alimentaria	103
4.1. Importancia de la Lean Manufacturing en industrias alimentarias.....	103
Reducción de residuos.....	105
Ahorros de costos	106
Adaptabilidad	107
Transformación de negocios	109
Optimización de operaciones	111
Mejora de la calidad	112
Eficiencia económica	113
Sostenibilidad.....	114
4.2. Desafíos operativos en la industria alimentaria	115
Ineficiencias en el procesamiento.....	117
Desperdicio de alimentos.....	119
Control de calidad	121
4.3. Herramientas Lean aplicadas a la industria alimentaria.....	123
5S: organización y estandarización en plantas de producción.....	124
Kaizen: cultura de mejora continua en la industria de alimentos.....	125

Mapa de flujo de valor (VSM): optimización de procesos	126
SMED (Single Minute Exchange of Die): reducción de tiempos de cambio	126
Kanban y Heijunka: sistemas de producción y gestión de inventarios.....	127
4.4. Casos de éxito en la industria alimentaria.....	127
5. Investigaciones futuras de Lean Manufacturing en industrias alimentarias	135
5.1. Tendencias futuras de investigación.....	135
Referencias.....	152

Introducción

En un mundo altamente competitivo y en constante evolución, las industrias alimentarias enfrentan desafíos crecientes en la optimización de procesos, reducción de desperdicios y mejora continua de la calidad. Factores como el aumento de la demanda global de alimentos, la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria y las progresivas preocupaciones medioambientales impulsan a las empresas del sector a buscar estrategias innovadoras y sostenibles que les permitan mantenerse competitivas.

Para enfrentar estos desafíos, las industrias alimentarias adoptan tecnologías avanzadas como la automatización, la Inteligencia Artificial (IA) y el análisis de datos para optimizar la producción y reducir el impacto ambiental. Asimismo, implementan prácticas sostenibles que promueven el uso eficiente de recursos y minimicen el desperdicio, lo que no solo contribuye a la rentabilidad, sino al fortalecimiento de su responsabilidad social y su capacidad de adaptarse a un mercado cada vez más exigente y consciente.

La Lean Manufacturing (LM) se ha consolidado como una metodología esencial para abordar estos desafíos, promoviendo la eficiencia, la sostenibilidad y la excelencia operativa en la producción de alimentos. Su enfoque en la eliminación de desperdicios,

la mejora continua y el aprovechamiento óptimo de los recursos permite a las empresas alimentarias reducir costos y generar un impacto positivo en términos de calidad, seguridad y responsabilidad ambiental.

La implementación de LM en la industria alimentaria optimiza los procesos productivos y fomenta una cultura organizacional centrada en la mejora continua y la participación de los empleados. A través de herramientas como Kaizen, el mapeo de la cadena de valor y la gestión visual, las empresas identifican oportunidades de mejora, minimizan errores y garantizan la consistencia en la calidad de los productos, logrando así una mayor competitividad y satisfacción del consumidor.

Este libro se presenta como una herramienta clave para profesionales, investigadores y estudiantes interesados en aplicar los principios de Lean en la industria alimentaria. A través de un enfoque teórico-práctico, se proporciona un análisis estructurado sobre la evolución de LM, su implementación en el sector y sus perspectivas futuras. Además, se abordan estrategias prácticas que pueden adaptarse a diferentes contextos de producción, resaltando experiencias de éxito y casos de estudio que inspiran su aplicación efectiva.

En consecuencia, el contenido de este libro se posiciona como un recurso integral que no solo detalla los fundamentos teóricos de LM, sino que actúa como una guía práctica para la transformación de procesos en la industria alimentaria. Al presentar estudios de caso y estrategias comprobadas, la obra permite a los lectores identificar oportunidades de mejora en sus propias operaciones, facilitando la implementación de soluciones innovadoras y adaptables a contextos variados, lo que resulta fundamental para mantener la competitividad en un mercado en constante evolución.

La implementación de LM en la industria alimentaria contribuye a la reducción de

costos y a la optimización de la producción, e impacta positivamente en la seguridad alimentaria y en la disminución del impacto ambiental. En un momento en que la sostenibilidad se conforma como un pilar para cualquier industria, Lean se presenta como una metodología que refuerza el compromiso con el medio ambiente mediante la gestión eficiente de los recursos y la reducción del desperdicio de alimentos.

Además, su aplicación impulsa la transparencia y la trazabilidad en cada etapa de la cadena productiva, lo que fortalece la confianza del consumidor y promueve una gestión responsable de los recursos. Este enfoque integral identifica inefficiencias para la adopción de medidas correctivas de forma ágil, asegurando productos de alta calidad y minimizando la generación de residuos. Asimismo, fomenta la colaboración y la innovación entre los departamentos de la empresa, adaptándose rápidamente a las cambiantes exigencias del mercado y a las normativas ambientales, consolidando un modelo de producción verdaderamente sostenible.

El propósito de este libro es ofrecer una visión integral sobre la aplicación de LM en la industria alimentaria. A través de una revisión bibliométrica, estudios de caso y análisis de tendencias, el lector podrá comprender el impacto de esta metodología en la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la competitividad global del sector. Asimismo, se presentan estrategias y herramientas prácticas que permiten a las empresas optimizar sus procesos y reducir desperdicios sin comprometer la calidad ni la seguridad alimentaria.

De esta manera, el libro se enmarca como una herramienta estratégica que facilita la transición hacia modelos de gestión más ágiles y sostenibles en el sector alimentario. Al combinar un análisis riguroso de la literatura existente con ejemplos prácticos y estudios de caso, se ofrece a los profesionales del área una guía que les permite integrar de forma

efectiva los principios de LM en sus operaciones. Este enfoque no solo optimiza la eficiencia y reduce el desperdicio, sino que fortalece la capacidad de las empresas para innovar y adaptarse a un entorno en constante cambio.

En el capítulo I se realiza un análisis bibliométrico sobre LM en la industria alimentaria, identificando las tendencias, autores clave y líneas de investigación predominantes. Se examinan las herramientas utilizadas para evaluar la evolución del conocimiento en este campo y su relevancia en la mejora de la producción alimentaria. Este capítulo destaca la importancia de los estudios científicos en la identificación de mejores prácticas y en la evolución de la aplicación de Lean en el sector.

Este análisis bibliométrico no solo ofrece una perspectiva histórica sobre la evolución de LM en el sector alimentario, sino que enfatiza la necesidad de impulsar nuevas investigaciones que refuercen su aplicación práctica. Al identificar los principales referentes y líneas de estudio, se crea un puente entre la teoría y la práctica, proporcionando la generación de colaboraciones y el desarrollo de estrategias innovadoras que impulsen la eficiencia y la sostenibilidad en la producción de alimentos.

En el capítulo II se introducen los principios básicos de LM, sus herramientas esenciales y su aplicabilidad en la industria alimentaria. Se abordan conceptos fundamentales como la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la optimización del flujo de trabajo, proporcionando una base sólida para su implementación. Además, se presentan estudios comparativos entre Lean y otros modelos de gestión, resaltando su eficacia en la industria de alimentos.

A partir de estos fundamentos, se evidencia la necesidad de adaptar y profundizar en la aplicación de LM para abordar los retos específicos del sector alimentario. La

incorporación de tecnologías emergentes y la capacitación constante del personal potencian el uso de estas herramientas, permitiendo una implementación más flexible y eficaz. Además, la comparación con otros modelos de gestión no solo resalta los beneficios de Lean, sino que invita a reflexionar sobre las estrategias de innovación y mejora continua necesarias para optimizar procesos y garantizar la sostenibilidad en un entorno tan exigente.

El capítulo III explora casos de éxito en la industria, detalla estrategias como la digitalización, la reorganización del área de trabajo y el desarrollo de procedimientos operativos estándar (SOP). También se analiza la reducción de tiempos de espera, el uso de tecnologías avanzadas y el impacto de Lean en la trazabilidad y calidad de los alimentos. Se enfatiza cómo la automatización y la estandarización de procesos contribuyen a la mejora de la eficiencia operativa.

Estos casos de éxito demuestran que la implementación de estrategias basadas en LM optimiza los recursos e impulsa una cultura de precisión y control dentro de la industria alimentaria. La adopción de procedimientos operativos estándar (SOP) garantiza la consistencia en la producción, mientras que la digitalización y el uso de tecnologías avanzadas permiten monitorear y ajustar los procesos en tiempo real. Esta combinación de automatización y estandarización no solo reduce los tiempos de espera, sino que fortalece la trazabilidad, asegurando productos de mayor calidad y aumentando la confianza del consumidor.

El capítulo IV examina los obstáculos operativos, como la ineficiencia en el procesamiento y el desperdicio de alimentos, y se presentan soluciones para superarlos. También se destacan los beneficios clave de la metodología, incluyendo la mejora de la calidad, la sostenibilidad y la eficiencia económica. Se analiza cómo la implementación

de Lean puede generar ventajas competitivas significativas a nivel empresarial.

Al implementar estas soluciones operativas, las empresas superan obstáculos actuales y se preparan para anticipar y abordar desafíos futuros de manera proactiva. La integración de tecnologías avanzadas y la capacitación constante del equipo identifican y corrigen ineficiencias de forma oportuna, lo que refuerza la resiliencia y la adaptabilidad de la organización. Este enfoque integral impulsa la eficiencia y la sostenibilidad en el procesamiento de alimentos. Asimismo, posiciona a las compañías como líderes en innovación y responsabilidad ambiental, fortaleciendo su competitividad en el mercado global.

Finalmente, el capítulo V identifica las tendencias emergentes en la aplicación de LM, como la integración con Industria 4.0, la automatización y la hiperconectividad. Se discute el futuro de esta metodología y su impacto en la transformación digital y la competitividad global del sector. Se presentan proyecciones sobre la evolución del mercado y el papel que jugará Lean en el desarrollo de nuevas estrategias de producción.

En este sentido, la convergencia entre LM y las innovaciones de Industria 4.0 se presenta como un motor medular para transformar la industria alimentaria. La integración de sistemas inteligentes, sensores y análisis de datos en tiempo real posibilita una respuesta ágil a las variaciones del mercado, facilitando la toma de decisiones basada en información precisa. Este avance tecnológico, complementado con la filosofía de mejora continua de Lean, optimiza los procesos productivos y establece nuevos estándares en calidad, sostenibilidad y eficiencia.

Este libro es una referencia imprescindible para quienes buscan comprender y aplicar LM en la industria alimentaria. A través de sus contenidos actualizados y herramientas

prácticas, los profesionales del sector podrán identificar oportunidades de mejora, fortalecer sus estrategias de producción y contribuir a una industria más eficiente, sostenible y competitiva. La implementación de Lean no solo transforma los procesos internos de una organización, sino que fomenta una cultura de mejora continua, compromiso con la calidad y orientación al cliente.

La integración de LM promueve la adopción de nuevas tecnologías y la colaboración entre equipos, facilitando el intercambio de mejores prácticas que potencian la innovación en todos los niveles de la organización. Este enfoque, que prioriza tanto la eficiencia operativa como la responsabilidad social, permite a las empresas adaptarse a las cambiantes exigencias del mercado y a las normativas ambientales, consolidándose como un pilar para lograr un crecimiento sostenible y mantener una ventaja competitiva en el sector alimentario.

CAPÍTULO I

Estado actual de la ciencia

1. El estado actual de la ciencia

1.1. Evolución de la literatura sobre LM en la industria alimentaria

En un entorno altamente competitivo y dinámico, las industrias alimentarias enfrentan desafíos significativos para mejorar su eficiencia operativa, reducir desperdicios y garantizar la calidad de sus productos. La metodología LM se ha convertido en un enfoque fundamental para optimizar los procesos en diversas industrias, incluyendo la de los alimentos, al centrarse en minimizar los desperdicios, mejorar la eficiencia y aumentar el valor para el cliente.

Actualmente, la aplicación de Lean Manufacturing (LM) en la industria alimentaria ha ganado un interés creciente en las últimas dos décadas, impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y garantizar la calidad en un entorno altamente competitivo y regulado. Para comprender la evolución y el impacto de LM en esta industria, debe analizarse el estado actual de la literatura científica. Un estudio bibliométrico señala tendencias, autores clave, instituciones líderes y patrones de colaboración, y proporciona una visión integral del desarrollo del conocimiento en esta área.

La literatura ha evolucionado desde estudios conceptuales y de casos individuales hasta análisis más sistemáticos que incluyen modelos híbridos (como Lean-Six Sigma o

Sustainable Lean Six-sigma), con un enfoque creciente en la digitalización, automatización y sostenibilidad. Además, se ha incrementado la colaboración interdisciplinaria y la producción científica en países con industrias alimentarias emergentes. Esta evolución no solo ha permitido mejorar la productividad y la calidad del producto final, sino también adaptar la metodología a las particularidades del sector agroalimentario, promoviendo una gestión más eficiente de recursos y una mayor capacidad de respuesta a los cambios del mercado

Ante este panorama, la realización de un análisis bibliométrico resulta fundamental, ya que permite mapear el desarrollo de la investigación, identificar las principales tendencias, autores, países e instituciones líderes, así como las lagunas en el conocimiento. Esta herramienta proporciona una base objetiva para orientar futuras investigaciones, facilitar colaboraciones estratégicas y contribuir a la consolidación del conocimiento sobre la implementación efectiva de LM en la industria alimentaria, alineando la mejora continua con los retos contemporáneos del sector.

La bibliometría se ha desarrollado como una herramienta importante para evaluar y analizar la investigación académica desarrollada en países, universidades, centros de investigación, grupos de investigación y revistas (Lorenzo et al., 2022). Este término fue introducido por Pritchard (1969) como la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a libros y otros medios de comunicación para examinar los resultados de la investigación. Con un enfoque similar, Broadus (1987) describe la bibliometría como la disciplina que estudia cuantitativamente el material bibliográfico.

Generalmente, se emplea el concepto de análisis bibliométrico como una herramienta que utiliza bases de datos científicas para identificar tendencias y estructuras en la investigación a través del estudio de citas en revistas académicas (Donthu et al., 2021).

Se divide en dos enfoques: el análisis de desempeño, que evalúa la productividad de autores, revistas e instituciones mediante indicadores cuantitativos, y el mapeo de la ciencia, que representa la estructura conceptual de un campo mediante técnicas como la co-citación y el acoplamiento bibliográfico (Gil-Doménech et al., 2020). Comparado con métodos tradicionales como el metaanálisis y la revisión estructurada de literatura, el mapeo científico ofrece una visión más amplia y objetiva de la evolución de un área de estudio, permitiendo identificar patrones, tendencias y oportunidades de investigación futura (Musa et al., 2020).

Teniendo en cuenta el crecimiento del interés en LM dentro de la industria alimentaria, este capítulo utiliza un análisis bibliométrico para examinar su evolución en la literatura científica e identificar patrones de producción, actores clave y redes de colaboración. En consecuencia, se busca proporcionar una visión clara y estructurada del estado actual del conocimiento sobre LM en el sector alimentario, facilitando el acceso a información relevante para investigadores, académicos y profesionales del área.

Para analizar la literatura científica se consultó la base de datos Scopus, considerada una de las más completas y extensas en el campo de la literatura científica multidisciplinaria (Chadegani et al., 2013). Fue seleccionada por su extenso alcance de revistas, superior al de otras bases de datos similares (Guz & Rushchitsky, 2009) y por su capacidad para exportar metadatos e información de publicaciones (Cobo et al., 2011). Adicionalmente, Scopus proporciona herramientas avanzadas de análisis y citación esenciales para realizar investigaciones bibliométricas detalladas (Abdinova et al., 2024). La búsqueda se realizó utilizando una ecuación que combinó dos conceptos principales: “lean manufacturing” e “industria alimentaria”. Los criterios específicos para la inclusión de los estudios se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de búsqueda

Parámetro	Criterio
Base de datos	Scopus
Espacio de tiempo	No se especifica un período de búsqueda
Fecha de consulta	21/01/2025
Campo de búsqueda	Título, resumen y palabras clave
Tipo de documento	Se incluyen artículos, revistas, capítulos de libros y conferencias
Cadena de búsqueda	(TITLE-ABS-KEY ("lean manufacturing" OR "lean production" OR "lean six sigma" OR "lean implementation" OR "lean management") AND TITLE-ABS-KEY ("food industry" OR "food industries" OR "food processing" OR "food products" OR "food wast" OR "food loss" OR "food supply" OR "food sector")) AND (EXCLUDE (DOCTYPE , "sh") OR EXCLUDE (DOCTYPE , "no") OR EXCLUDE (DOCTYPE , "bk") OR EXCLUDE (DOCTYPE , "cr"))
Estudios encontrados	157

El análisis bibliométrico se llevó a cabo utilizando Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017), un paquete de código abierto en R diseñado para el análisis de datos a través de algoritmos eficientes (Luo et al., 2024). Bibliometrix simplifica el proceso de obtención, procesamiento, análisis y visualización de datos estadísticos provenientes de colecciones bibliográficas. Su interfaz intuitiva, facilitada por la aplicación Biblioshiny López et al. (2024), permite a los usuarios realizar análisis complejos sin necesidad de conocimientos profundos en programación.

Además, la versatilidad de Bibliometrix, que incluye compatibilidad con diferentes bases de datos y una amplia gama de funciones analíticas, ha fomentado su aplicación en una gran variedad de investigaciones (Akintunde et al., 2021; Della Corte et al., 2019; Jalal, 2019; Martínez-Falcó et al., 2024; Nafade et al., 2018; Palos-Sánchez et al., 2022, 2022; Wang et al., 2023; Yacouba & Olowo-okere, 2020).

El análisis bibliométrico de la literatura indexada en Scopus reveló una notable evolución en la investigación sobre LM en la industria alimentaria. El estudio, que abarcó el período 2004-2024, muestra una tendencia ascendente en la producción científica, como se ilustra en la figura 1. Este crecimiento sostenido sugiere un interés creciente en la aplicación de los principios Lean para optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia en el sector alimentario. Además, se evidencia la consolidación de LM como una estrategia clave en diversas industrias, lo que invita a explorar su adopción y adaptación específica en el contexto de la producción de alimentos.

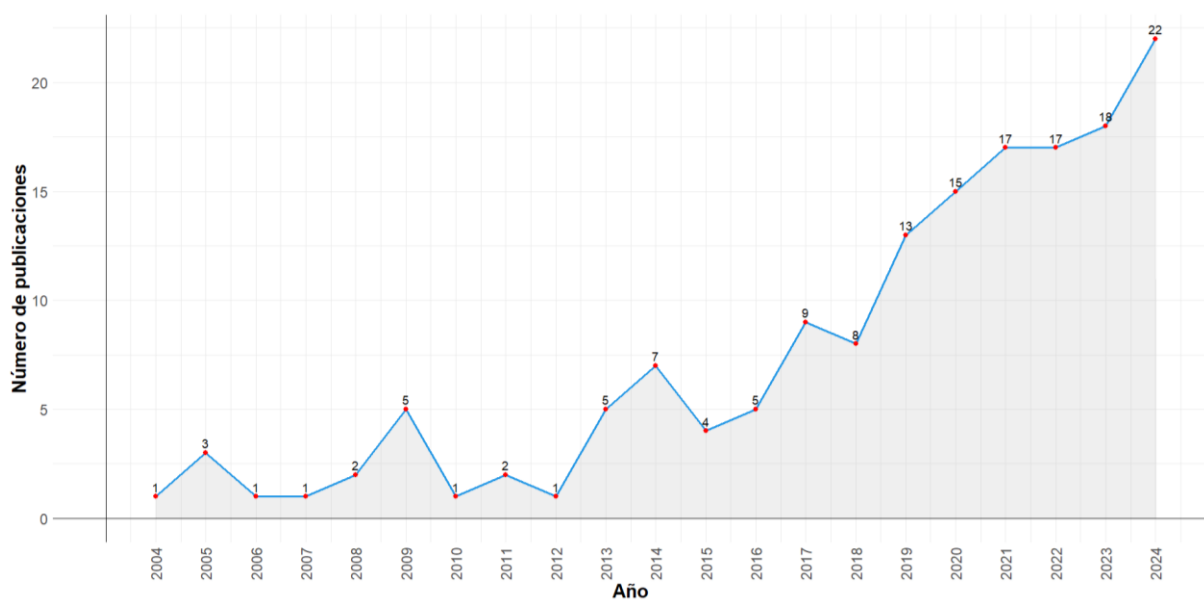


Figura 1. Producción científica anual

En los primeros años del periodo analizado (2004-2015), la producción científica fue incipiente, con un promedio anual de menos de cinco publicaciones. Sin embargo, se observan ligeros incrementos en 2005, 2009 y 2014, lo que indica un interés gradual en la aplicación de LM dentro del sector alimentario. Este comportamiento sugiere que la metodología comenzaba a ser explorada en el ámbito académico, aunque sin un

crecimiento sostenido.

A partir de 2016 se evidencia un cambio significativo en la dinámica de publicación. El número de documentos aumenta de manera constante, alcanzando en 2017 un total de 9 publicaciones. Este punto marca el inicio de una fase de crecimiento exponencial en la investigación. Posteriormente, en 2019 se registra un notable incremento con 13 publicaciones, tendencia que se mantuvo en ascenso hasta alcanzar 22 publicaciones en 2024.

El crecimiento observado en la última década refleja un interés ascendente por la implementación de LM en la industria alimentaria, impulsado por la necesidad de mejorar la eficiencia productiva, reducir desperdicios y optimizar los procesos de manufactura. Este incremento también podría estar relacionado con la mayor adopción de prácticas sostenibles en la industria y la digitalización de procesos productivos.

Con estos antecedentes, se evidencia que la literatura académica sobre LM en la industria alimentaria ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas dos décadas analizadas, con una notable aceleración en la última década. Este aumento indica que la metodología ha ganado relevancia dentro del sector, lo que abre la puerta a futuras investigaciones sobre su impacto, aplicación y resultados en la eficiencia de la producción alimentaria.

De igual manera, el análisis de las citaciones anuales complementa la visión del crecimiento en la producción científica, ofreciendo una perspectiva sobre la influencia y el impacto de las publicaciones en el campo de LM en la industria alimentaria. La figura 2 muestra la evolución de las citaciones a lo largo del tiempo, revelando fluctuaciones notables y un pico significativo de 472 citaciones en 2009. Este aumento sugiere que, durante este año se publicaron investigaciones de particular relevancia que generaron

un impacto considerable en la comunidad académica y profesional. Es posible que este pico esté asociado con la aparición de estudios pioneros, revisiones exhaustivas o la introducción de nuevas metodologías que impulsaron el interés y la aplicación de LM en el sector alimentario.

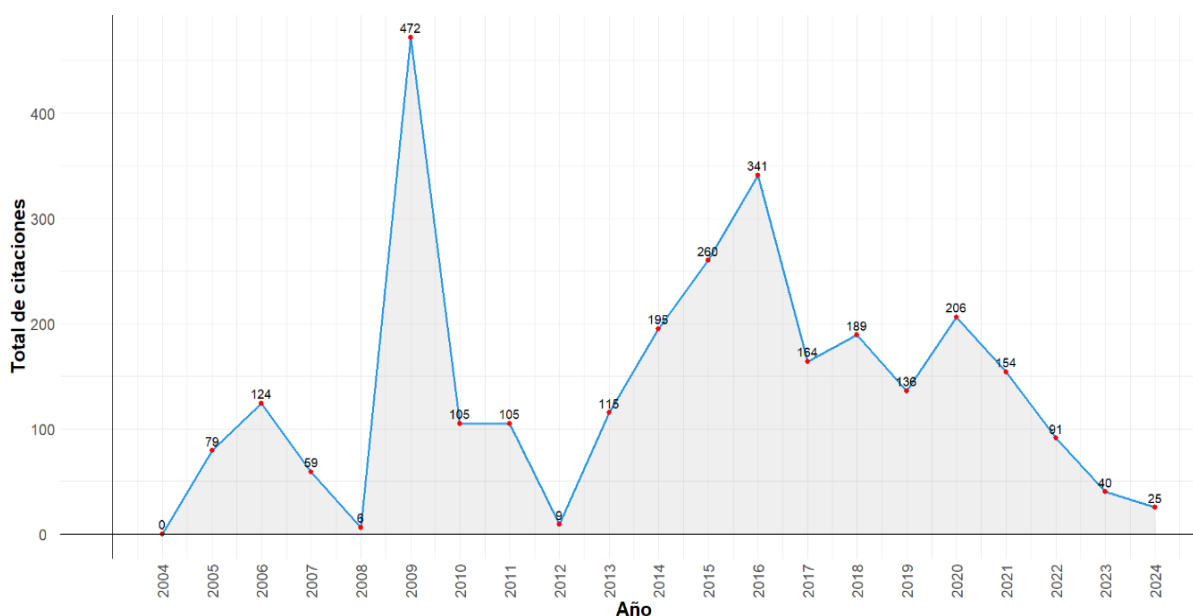


Figura 2. Total de citas por año.

Posteriormente, se observan descensos y nuevos repuntes en 2015 y 2016, donde las citas alcanzaron 260 y 341, respectivamente. Estos incrementos pueden estar asociados con la publicación de trabajos clave que marcaron un impacto significativo. A partir de 2017, el número de citas muestra una tendencia decreciente con algunas oscilaciones, reflejando la dinámica de citación en el ámbito académico, donde los artículos más recientes suelen tardar algunos años en acumular un número significativo de referencias. En 2024 la cifra desciende a 25 citas, lo que es comprensible dado que los documentos publicados recientemente requieren tiempo para ser leídos, evaluados y citados por otros investigadores.

El análisis de la frecuencia y co-ocurrencia de términos clave revela las principales áreas de interés y su evolución a lo largo del tiempo en la investigación. La figura 3 presenta una visualización de los términos más recurrentes en la literatura académica que identifica tanto las tendencias consolidadas como los enfoques emergentes en este campo.

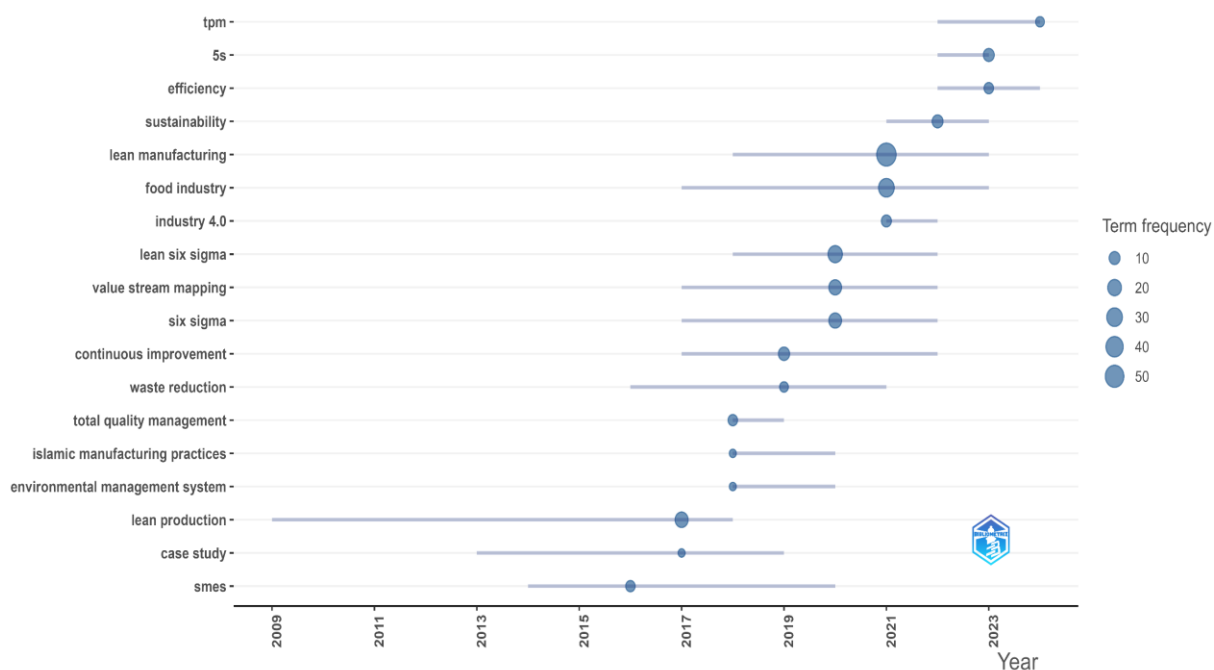


Figura 3. Temas en tendencia a través de los años

Además de los términos fundamentales como "Lean Manufacturing" y "Food Industry," se observa una creciente presencia de conceptos como "Industry 4.0" y "Sustainability." La aparición de "Industry 4.0" sugiere una convergencia entre los principios Lean y las tecnologías digitales, como la automatización, el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos, con el objetivo de optimizar la eficiencia y la flexibilidad en los procesos productivos. Asimismo, la relevancia de "Sustainability" refleja una mayor conciencia sobre la necesidad de reducir el impacto ambiental de la industria alimentaria, a través de prácticas como la optimización del uso de recursos, la reducción de desperdicios y la implementación de modelos de economía circular.

Términos como "value stream mapping", "waste reduction" y "continuous improvement" reflejan los principios fundamentales de LM, centrados en la eliminación de desperdicios y la mejora continua de los procesos productivos. Estas prácticas se complementan con herramientas de gestión de calidad como "total quality management" y "six sigma", integrando el enfoque Lean con metodologías que buscan la mejora continua y la reducción de la variabilidad en los procesos. En este sentido, LM no solo se enfoca en la eficiencia operativa, sino en asegurar la calidad y la consistencia de los productos alimentarios.

Adicionalmente, se observa la emergencia de conceptos como "environmental management system" y "manufacturing practices," reflejando una creciente atención a la sostenibilidad ambiental y a la adaptación de LM a contextos culturales y religiosos específicos. Por ejemplo, la implementación de un sistema de gestión ambiental reduce el consumo de energía y agua en la producción de alimentos, mientras que la adopción de prácticas de fabricación implica la consideración de nuevas metodologías o estándares en el diseño de los procesos.

Autores destacados

El análisis bibliométrico determinó autores con mayor producción científica, así como su impacto dentro de la comunidad académica. La relevancia de un autor en este campo puede medirse a través de diversos indicadores, como el número de publicaciones, el índice h, el total de citas y el año de inicio de sus contribuciones.

Entre los investigadores más prolíficos en la literatura sobre LM en la industria alimentaria que se muestra en la tabla 2, se destaca Gellynck X., con un total de 10 publicaciones desde 2011, un índice h de 8 y un acumulado de 598 citas. Su impacto en

el campo es notable, pues refleja una producción sostenida y una alta citación de sus trabajos.

Tabla 2. Autores destacados

Autor	Publicaciones	Índice h	Total de citas	Año de inicio
Gellynck X.	10	8	598	2011
Dora M.	6	5	399	2011
Kasolang S.	5	1	10	2017
Kuzaiman N.	5	1	10	2017
Van Goubergen D.	5	4	155	2008
Costa L.	4	3	191	2018
De Steur H.	4	4	199	2016
Dora M.	4	4	199	2016
Flores-Perez A.	4	1	3	2022
Godinho Filho M.	4	3	191	2018

Otra autora de relevancia es Dora M., con 6 publicaciones, un índice h de 5 y 399 citas desde 2011. Su influencia en el área resulta significativa, ya que presenta un alto número de citas en relación con su producción científica. Dentro del grupo de investigadores con cinco publicaciones se encuentran Kasolang S., Kuzaiman N. y Van Goubergen D. Los dos primeros inician su producción científica en 2017 y, aunque cuentan con un índice h de 1 y 10 citas en total, su trabajo representa una contribución emergente en la literatura. En contraste, Van Goubergen D., con publicaciones desde 2008, presenta un índice h de 4 y 155 citas, lo que indica una trayectoria más consolidada en el área.

Con cuatro publicaciones se incluyen a Costa L., De Steur H., Dora M., Flores-Perez A. y Godinho Filho M. De este grupo, De Steur H. y Dora M. destacan con un índice h de 4 y 199 citas cada uno. Costa L. y Godinho Filho M muestran una producción similar, con un índice h de 3 y 191 citas cada uno. En contraste, Flores-Perez A., aunque ha publicado cuatro artículos desde 2022, presenta un índice h de 1 y 3 citas.

El reconocimiento de estos autores más influyentes en la literatura sobre LM en la industria alimentaria permite a investigadores y profesionales identificar referencias clave para profundizar en el conocimiento del área. Además, este análisis facilita la caracterización de posibles colaboraciones académicas con expertos consolidados y emergentes, promoviendo el avance del conocimiento y la aplicación de metodologías Lean en la industria alimentaria.

Instituciones relevantes

Analizar las fuentes de publicación y las instituciones académicas líderes proporciona información valiosa sobre los principales centros de producción científica. La tipificación de estas entidades no solo facilita el reconocimiento de los núcleos de generación de conocimiento, sino revela las tendencias de publicación y las redes de colaboración que impulsan la innovación en esta disciplina.

En este sentido, las revistas y conferencias científicas desempeñan un papel fundamental en la difusión de las investigaciones más recientes. Como se puede observar en la tabla 3, la mayoría de las publicaciones se concentran en fuentes con un enfoque en ingeniería, sostenibilidad y gestión de la producción, destacándose las revistas de Estados Unidos con 15 publicaciones. Esta diversidad de fuentes refleja la naturaleza multidisciplinaria de este campo.

Tabla 3. Fuentes más importantes

Revista	Publicaciones	Cuartil	País
Proceedings Of The Laccei International Multi-Conference For Engineering, Education And Technology	9	-	Estados Unidos
Acm International Conference Proceeding Series	6	-	Estados Unidos
Sustainability (Switzerland)	6	Q1	Suiza
British Food Journal	5	Q1	Reino Unido
Proceedings Of The International Conference On Industrial Engineering And Operations Management	5	-	Estados Unidos
International Journal Of Lean Six Sigma	4	Q1	Reino Unido
International Journal Of Productivity And Quality Management	4	Q3	Reino Unido
Lecture Notes In Mechanical Engineering	4	Q4	Alemania
Production Planning And Control	4	Q1	Reino Unido
Advances In Intelligent Systems And Computing	3	-	Alemania

De acuerdo con la literatura analizada, entre las principales fuentes de publicación se encuentra la conferencia *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, con 9 publicaciones, consolidándose como un foro relevante para la divulgación de investigaciones en ingeniería y tecnología. Le sigue el *ACM International Conference Proceeding Series*, con 6 publicaciones, lo que indica un interés creciente en la aplicación de enfoques Lean en el ámbito tecnológico e industrial.

En cuanto a revistas de alto impacto, destacan *Sustainability*, *British Food Journal* y *Production Planning and Control*, todas indexadas en cuartil Q1. Estas revistas abordan temas de sostenibilidad, seguridad alimentaria y planificación de la producción, alineándose con los principios de LM en la industria alimentaria.

Publicaciones como *International Journal of Lean Six Sigma* e *International Journal of Productivity and Quality Management* han contribuido con estudios relevantes sobre metodologías Lean, productividad y calidad. El predominio de revistas y conferencias de países como Estados Unidos, Reino Unido, Suiza y Alemania resalta su importancia en la investigación, reflejando el liderazgo de instituciones académicas y científicas en estos territorios.

Por otro lado, la búsqueda de las instituciones con mayor producción científica revela una distribución geográfica diversa, con una presencia notable en Europa, América Latina y Asia (tabla 4). Esta distribución sugiere que la investigación en LM en la industria alimentaria no se limita a los países desarrollados, sino que está ganando terreno en regiones emergentes.

Tabla 4. Instituciones destacadas en la literatura

Institución	Publicaciones	País	% del total
Ghent University	19	Bélgica	14.96 %
Federal University Of São Carlos	14	Brasil	11.02 %
Universidad De Lima	12	Perú	9.45 %
Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas	9	Perú	7.09 %
Universiti Teknologi Mara	9	Malasia	7.09 %
Community University Of Chapeco Region	8	Brasil	6.30 %

Dr. B.R. Ambedkar National Institute Of Technology	6	India	4.72 %
Universiti Putra Malaysia	6	Malasia	4.72 %
Federal University Of Itajuba	5	Brasil	3.94 %
Kharkiv State University Of Food Technology And Trade	5	Ucrania	3.94 %

La concentración en Europa refleja la tradición industrial y el enfoque en la eficiencia y la sostenibilidad que caracterizan a muchos países de esta región. La presencia creciente de instituciones en América Latina y Asia se relaciona con el crecimiento de la industria alimentaria en estas regiones y la necesidad de mejorar la competitividad y la eficiencia de las empresas locales. Un análisis más detallado muestra como Ghent University (Bélgica) encabeza la lista con 19 publicaciones, representando el 14.96 % del total de estudios analizados. Esta universidad se ha consolidado como un centro de referencia en la investigación sobre LM, al abordar aspectos relacionados con la eficiencia en la cadena de suministro y la sostenibilidad en la industria alimentaria.

Le sigue la Federal University of São Carlos (Brasil), con 14 publicaciones (11.02 % del total), destacándose por sus contribuciones en la aplicación de metodologías Lean en la optimización de procesos productivos en la industria alimentaria de América Latina. En el ámbito hispanoamericano, la Universidad de Lima y la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, ambas de Perú, han tenido una participación destacada con 12 y 9 publicaciones, respectivamente. Este hallazgo subraya el creciente interés de las universidades peruanas en la implementación de LM en el sector alimentario, en un contexto donde la eficiencia y sostenibilidad son factores clave para la competitividad.

Otras instituciones relevantes incluyen la Universiti Teknologi Mara (Malasia) y la Community University of Chapeco Region (Brasil), con 9 y 8 publicaciones,

respectivamente. La presencia de universidades asiáticas y latinoamericanas en esta lista demuestra la expansión de LM en mercados emergentes, donde las industrias alimentarias buscan mejorar sus procesos para responder a las exigencias globales. En el ámbito europeo, se destaca la Kharkiv State University of Food Technology and Trade (Ucrania), con 5 publicaciones, lo que refleja el creciente interés de esta institución en la investigación aplicada a la optimización de procesos en la industria alimentaria mediante metodologías Lean.

Países líderes en la investigación

El análisis de la producción científica por países revela a aquellos que han liderado la generación de conocimiento en dentro de este campo (figura 4). Estos países no solo contribuyen con un mayor número de publicaciones, sino que establecen redes de colaboración internacional, impulsando el desarrollo y la implementación de metodologías Lean en el sector alimentario a nivel global.

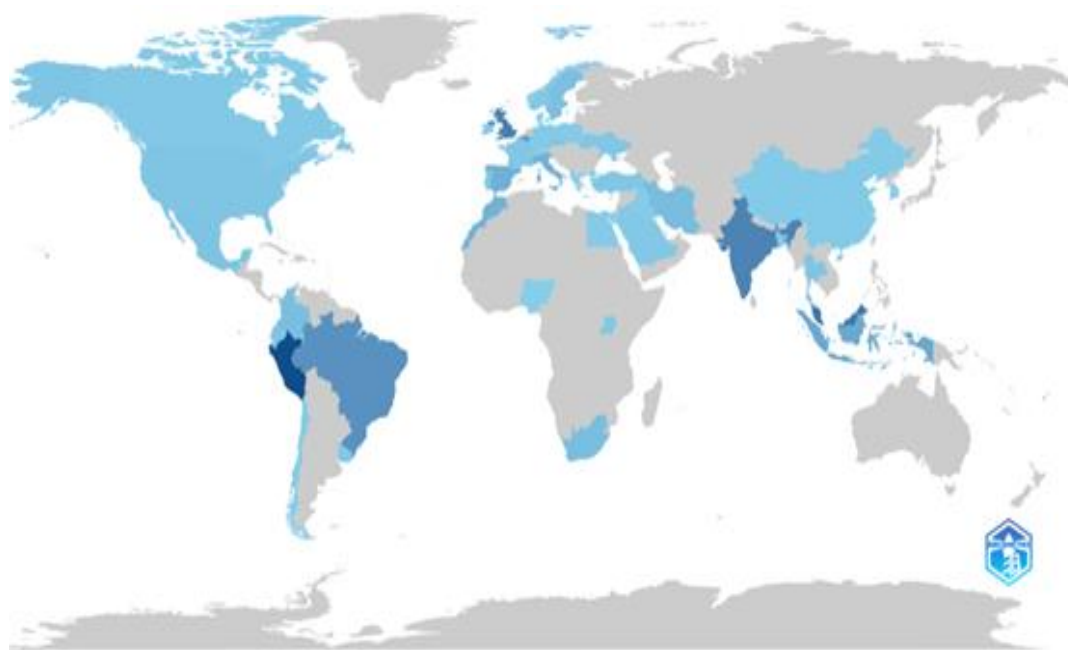


Figura 4. Mapa de producción científica

Los resultados evidencian que Perú destaca en la producción científica en este campo, con 82 contribuciones. Este liderazgo puede atribuirse al creciente interés en la aplicación de LM dentro de la industria alimentaria peruana, impulsado por la necesidad de optimizar procesos productivos en un sector clave para su economía.

Le sigue Malasia con 56 publicaciones, lo que demuestra un enfoque significativo en la implementación de LM dentro de su industria alimentaria. Este país muestra avances en la investigación sobre eficiencia productiva y sostenibilidad, consolidándose como un referente en la aplicación de metodologías Lean en el sudeste asiático.

Reino Unido e India también destacan en la producción científica con 49 y 46 publicaciones, respectivamente. El Reino Unido, como centro de investigación industrial avanzada, ha desarrollado estudios en torno a la integración de LM con tecnologías emergentes, mientras que India ha enfocado sus investigaciones en la optimización de cadenas de suministro y en la reducción de desperdicios dentro de su industria alimentaria.

Otros países con una contribución significativa incluyen Brasil (37 publicaciones), Bélgica (33) e Indonesia (23). La presencia de Brasil y Bélgica en esta lista refuerza su importancia en la investigación sobre eficiencia y sostenibilidad en la producción de alimentos, mientras que Indonesia ha emergido como un actor relevante en el contexto asiático.

Finalmente, Italia y España, con 18 publicaciones cada uno, y Marruecos, con 17 publicaciones, prueban un crecimiento en la investigación sobre LM en la industria alimentaria. La presencia de España e Italia sugiere un interés en la optimización de procesos dentro de la industria alimentaria mediterránea, mientras que Marruecos representa una creciente producción científica en África, lo que puede estar relacionado

con el desarrollo de su industria agroalimentaria.

Si bien el volumen de publicaciones es un indicador clave en la producción científica, el impacto real de una investigación se mide a través del número de citas que recibe. En este sentido, el análisis de los países con mayor número de citas revela diferencias significativas respecto a la cantidad de publicaciones, destacando la influencia que ciertos países han tenido en la evolución de este campo (figura 5).

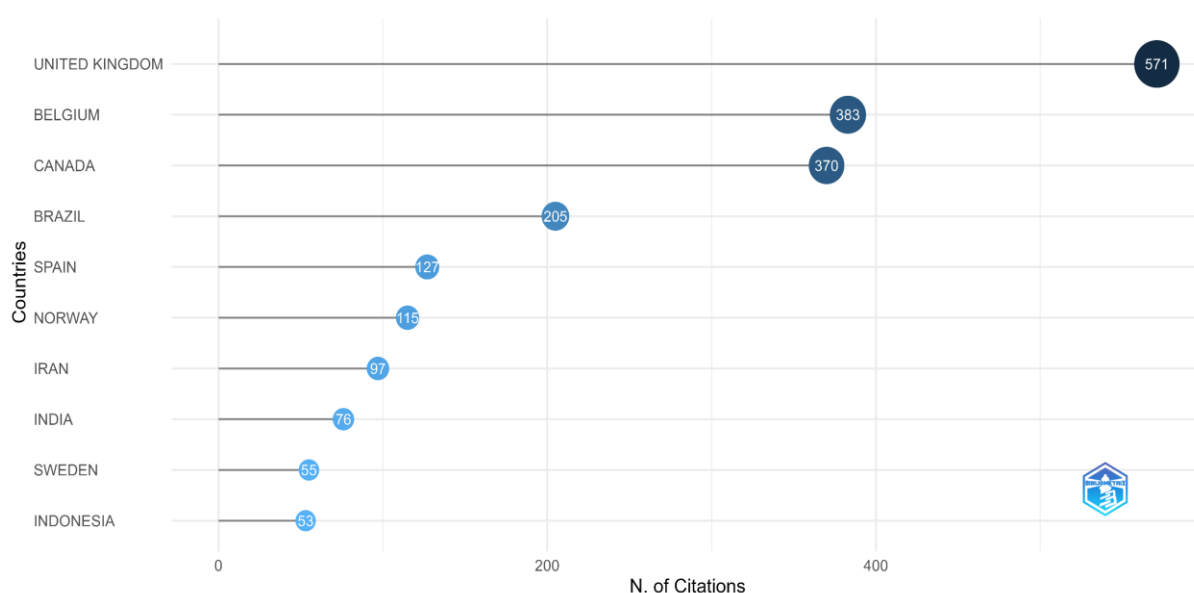


Figura 5. Países más citados

Se observa a Reino Unido posicionarse como el país con mayor impacto en citas, acumulando 571 citas en la literatura sobre LM en la industria alimentaria. Esto es particularmente relevante, ya que, aunque el Reino Unido no encabeza la lista en términos de volumen de publicaciones, sus investigaciones han sido altamente referenciadas.

Le siguen Bélgica (383 citas) y Canadá (370 citas), los que a pesar de no figurar entre los de mayor frecuencia de publicaciones, han generado estudios con una influencia considerable dentro de la comunidad académica. Bélgica, por ejemplo, ha demostrado

un fuerte liderazgo a través de la Universidad de Gante, situada entre las principales instituciones productoras de conocimiento en este campo.

Brasil, con 205 citas, también se destaca en términos de impacto, alineándose con su alta frecuencia de publicaciones. Este resultado indica que, además de contribuir con un volumen significativo de estudios, la producción científica brasileña en LM ha sido ampliamente referenciada en la literatura.

Otros países con un número considerable de citas incluyen España (127), Noruega (115), Irán (97) e India (76). Mientras que España y Noruega han producido investigaciones con alta visibilidad, India, a pesar de figurar como uno de los países con más publicaciones, muestra un menor impacto en términos de citaciones, lo que sugiere que su producción científica aún está en proceso de consolidación dentro de la comunidad académica internacional.

Finalmente, Suecia (55 citas) e Indonesia (53 citas) cierran la lista de los países más citados. En el caso de Indonesia, que se encuentra entre los de mayor número de publicaciones (23 documentos), la relación entre producción y citaciones indica que sus estudios han tenido un impacto moderado en la literatura global.

Al contrastar la cantidad de publicaciones con el número de citas recibidas, se observa que los países que más publican no necesariamente son los más influyentes en términos de impacto académico. Por ejemplo, Perú, que lidera en cantidad de publicaciones (82), no aparece entre los países más citados, lo que sugiere que su producción científica es reciente o que aún no ha alcanzado un alto nivel de influencia en la literatura global.

Reino Unido y Bélgica destacan con menor frecuencia de publicaciones, pero con un impacto significativo en términos de citaciones, lo que evidencia la relevancia y calidad

de sus investigaciones en LM aplicada a la industria alimentaria. Brasil y España muestran una relación más equilibrada entre volumen de producción e impacto en citas, lo que indica que su investigación en este campo ha sido tanto prolífica como influyente.

Con otro enfoque, el análisis de la distribución de los países de los autores correspondientes también es un aspecto clave, ya que permite identificar la contribución científica de diferentes naciones y la dinámica de colaboración entre ellas. Este tipo de análisis es fundamental para comprender el grado de cooperación internacional en la producción científica. La figura 6 proporciona una visión clara del número de documentos publicados según el país del autor correspondiente, diferenciando entre publicaciones de un solo país (Single Country Publications, SCP) y aquellas realizadas en colaboración internacional (Multiple Country Publications, MCP).

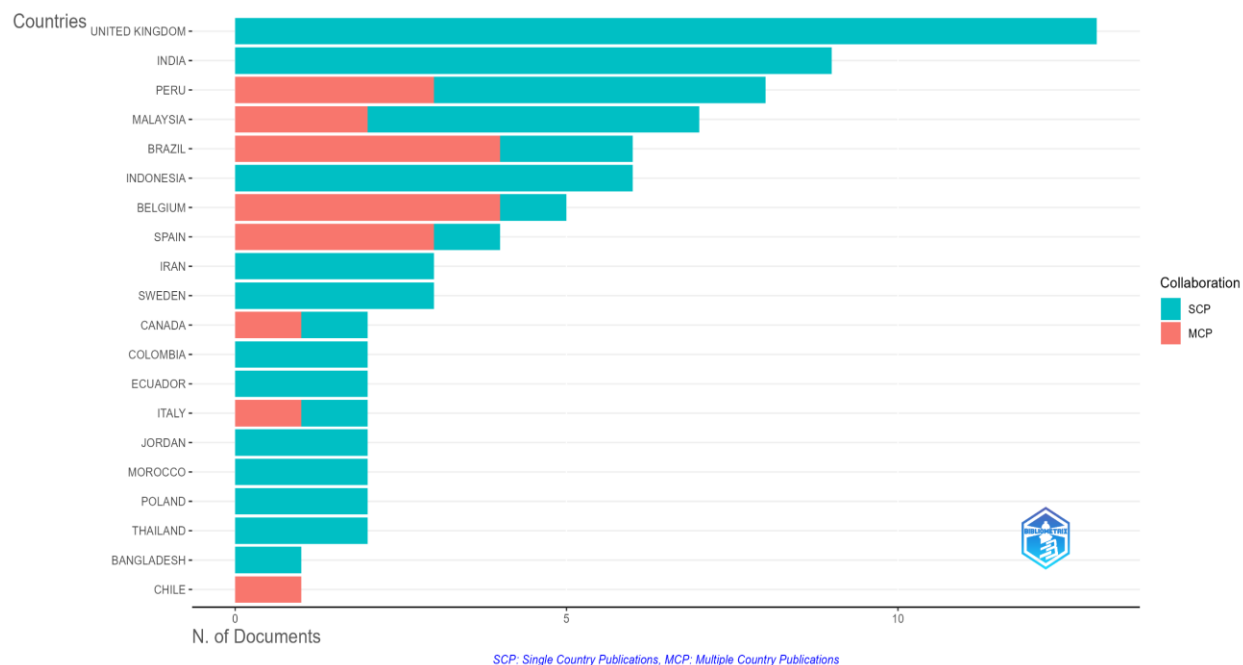


Figura 6. Países de los autores

Los resultados indican que Reino Unido es el de mayor número de publicaciones en los documentos analizados, seguido por India y Perú. Este patrón sugiere que estos países han tenido una participación significativa en la producción científica del área de estudio. Además, se observa que, en la mayoría de los casos, las publicaciones de un solo país (SCP) predominan sobre las publicaciones en colaboración internacional (MCP). Sin embargo, en Perú, Bélgica y España se aprecia una proporción considerable de publicaciones con coautoría internacional, lo que destaca su papel en redes de investigación colaborativas.

En contraste, Suecia, Canadá, Colombia y Ecuador presentan una menor producción científica en comparación con los líderes, pero aun así contribuyen al campo con publicaciones tanto nacionales como internacionales. En el caso de Chile, se observa exclusivamente la presencia de publicaciones en colaboración internacional, lo que indica que su investigación en el área analizada se desarrolla en gran medida mediante asociaciones con instituciones extranjeras.

El análisis también revela que Tailandia, Polonia, Jordania y Marruecos han mantenido su producción científica en un contexto predominantemente nacional, con escasa o nula participación en publicaciones internacionales. Esta situación puede responder a diversos factores, como el acceso a redes de colaboración, políticas de investigación o prioridades temáticas dentro de cada país.

Se reconoce tendencias clave en la distribución geográfica de la producción científica. Mientras que algunos países lideran el campo con un alto volumen de publicaciones, otros destacan por su nivel de colaboración internacional. Este análisis proporciona información valiosa para fomentar estrategias de cooperación y fortalecer la producción científica a nivel internacional.

Textos fundamentales

Ciertos documentos han sido ampliamente citados en la literatura académica, lo que indica su relevancia en la consolidación y evolución de este campo de estudio. El análisis de los documentos seminales y de alto impacto se basa en el número total de citas y en la cantidad de citas por año, dos métricas clave para evaluar la influencia de una publicación en el tiempo (tabla 5).

Tabla 5. Países citados frecuentemente

Documento	DOI	Citas locales	Citas totales	Citas por año
(Scherrer-Rathje et al., 2009)	https://doi.org/10.1016/j.bushor.2008.08.004	6	307	18.06
(Dora et al., 2016)	https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1050477	15	190	19.00
(De Steur et al., 2016)	https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.025	10	134	13.40
(Dora et al., 2014)	https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2012-0107	19	132	11.00
(Taylor, 2006)	https://doi.org/10.1108/13598540610662185	7	124	6.20
(Powell et al., 2017)	https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0024	5	115	12.78
(Perez et al., 2010)	https://doi.org/10.1108/13598541011018120	9	105	6.56
(Vlachos, 2015)	https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1049238	9	99	9.00
(Zarei et al., 2011)	https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.07.026	4	97	6.47
(Costa et al., 2018)	https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.002	13	92	11.50

El documento más citado corresponde a Scherrer-Rathje et al. (2009), con un total de 307 citas y una tasa de 18.06 citas por año. Este artículo representa un hito en la aplicación de LM, estableciendo fundamentos teóricos y prácticos referenciados en múltiples estudios posteriores.

Le sigue el trabajo de Dora et al. (2016) con 190 citas totales y 19 citas por año, lo que evidencia su alto impacto en la literatura reciente. Este artículo se centra en un análisis de casos sobre determinantes y obstáculos para implementación de Lean en pequeñas industrias alimentarias. Otro documento clave es el de De Steur et al. (2016) con 134 citas totales y 13.43 citas por año. Su contribución radica en el análisis de estrategias lean para la reducción del desperdicio alimentario, una problemática relevante en la industria.

En términos de impacto anual, el estudio con mayor tasa de citas es el de Dora et al. (2016) con 19 citas por año, lo que refleja su continua relevancia y utilidad para investigadores y profesionales del sector. De igual manera, otro artículo de Dora et al. (2014) también destaca con 132 citas totales y 11 citas por año, abordando la adaptación de metodologías Lean en la producción de alimentos y su influencia en la eficiencia operativa.

Otros estudios con alto impacto incluyen el de Powell et al. (2017), con 115 citas totales y 12.78 citas por año, y el de Costa et al. (2018), con 92 citas totales y 11.50 citas por año, ambos centrados en la optimización de procesos productivos mediante enfoques Lean. El análisis de estos documentos seminales revela que la investigación en LM en la industria alimentaria ha evolucionado desde enfoques teóricos iniciales hasta estudios más aplicados, con énfasis en la sostenibilidad y la eficiencia. La alta tasa de citación de documentos recientes indica un creciente interés en la implementación de Lean para abordar desafíos actuales como la reducción del desperdicio, la mejora de la calidad y la optimización de la cadena de suministro. Además, estos hallazgos refuerzan la

necesidad de seguir explorando metodologías Lean innovadoras y su aplicación en contextos específicos dentro de la industria alimentaria, promoviendo la generación de conocimiento de alto impacto y relevancia académica.

1.2. Términos de investigación frecuentes basado en las palabras clave

El análisis de las palabras clave resumido en la tabla 6 revela tendencias y enfoques recurrentes dentro de la investigación académica. El término más frecuente es "lean manufacturing" con una aparición de 56 veces, lo que reafirma su centralidad en la temática analizada. Su alta frecuencia indica que los estudios sobre este enfoque de producción eficiente siguen siendo una prioridad en el ámbito académico e industrial.

Tabla 6. Términos más frecuentes

Términos	Frecuencia
lean manufacturing	56
food industry	30
lean six sigma	23
lean production	17
six sigma	16
value stream mapping	16
Lean	12
continuous improvement	11
5s	10
Sustainability	10

Además, "food industry" es frecuente con 30 apariciones, lo que subraya la importancia del contexto alimentario en la implementación de LM. Esta conexión es crucial, ya que la industria alimentaria enfrenta desafíos específicos en términos de eficiencia, calidad y reducción de desperdicios, aspectos en los que los principios lean pueden jugar un papel determinante.

Otro concepto clave es "lean six sigma", con 23 menciones, lo que resalta la convergencia de estos dos enfoques para la mejora continua. Lean Six Sigma combina la reducción de desperdicios de Lean con el control de calidad de Six Sigma, siendo una estrategia cada vez más adoptada en el sector lácteo para optimizar los procesos y mejorar la seguridad alimentaria. En la misma línea, términos como "lean production" (17 apariciones) y "six sigma" (16 apariciones) refuerzan la relevancia de estas metodologías en la industria.

Un término de gran importancia dentro de LM es el "value stream mapping" (16 apariciones), una herramienta utilizada para analizar y mejorar el flujo de materiales e información en un proceso de producción. Su presencia entre los términos más frecuentes indica la preocupación de los investigadores por la optimización de la cadena de valor en la industria láctea.

Además, otros conceptos como "continuous improvement" (11 apariciones) y "5S" (10 apariciones) destacan la importancia de estrategias específicas para mantener estándares de calidad y eficiencia en las operaciones. Finalmente, la inclusión de "sustainability" (10 apariciones) sugiere una creciente preocupación por la aplicación de Lean Manufacturing como una vía para lograr una producción más sostenible, reduciendo desperdicios y minimizando el impacto ambiental.

Estos resultados reflejan que la investigación en LM dentro de la industria láctea no

evolución del enfoque lean hacia contextos más tecnológicos y sostenibles. En conjunto, este gráfico evidencia que LM se centra en la eficiencia, la calidad, la innovación tecnológica y la sostenibilidad, especialmente en el sector alimentario.

1.3. Análisis de redes sociales

El análisis de redes sociales en la investigación sobre LM en la industria alimentaria permite identificar las dinámicas de colaboración entre autores, instituciones y países. En primer lugar, se examinó la red de co-citación, que refleja la relación entre los autores más citados conjuntamente en la literatura (figura 9).

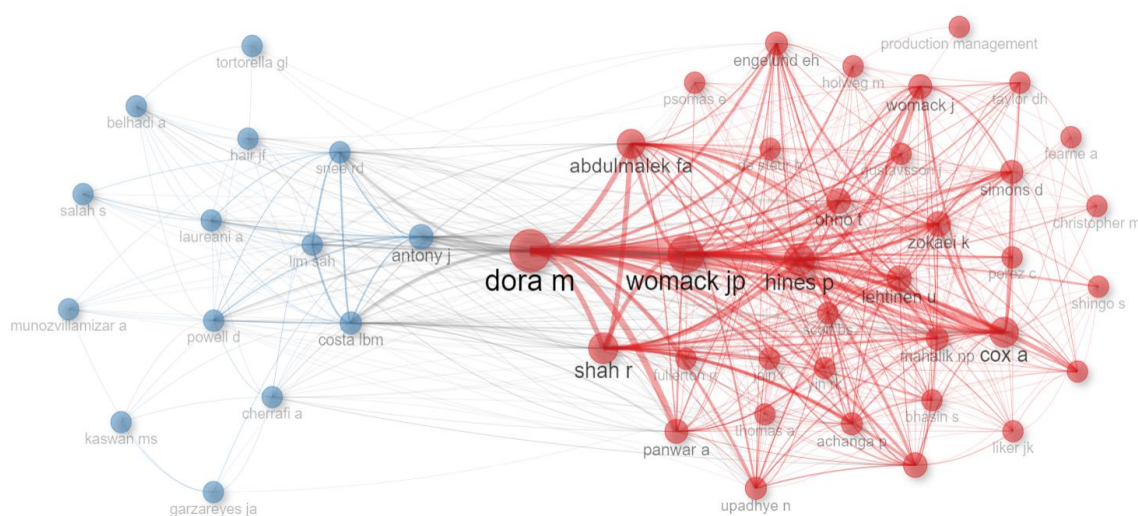


Figura 8. Red de co-citación de autores destacados

La estructura de la red de co-citación entre los autores más influyentes en el área de estudio refleja una fuerte agrupación en torno a Dora M. y Womack J. P., ampliamente referenciados en la literatura sobre LM y su aplicación en el sector alimentario. La red se divide en dos grandes comunidades, donde la más densa (en rojo) representa un núcleo de investigadores que han desarrollado trabajos fundamentales en este ámbito,

con conexiones estrechas entre sí. En esta comunidad, además de Womack J. P., destacan Hines P. y Shah R., quienes han trabajado en la mejora de procesos industriales a través de metodologías Lean.

La segunda comunidad (en azul) muestra una menor densidad de conexiones, lo que sugiere que estos autores poseen un enfoque más específico o complementario dentro del campo de LM. La presencia de Antony J. indica un vínculo con estudios en Six Sigma, lo que refuerza la convergencia de estas metodologías en la mejora de la producción en industrias alimentarias.

En la red de colaboración de autores (figura 10), el análisis evidencia la existencia de grupos bien definidos, donde algunos actúan como nodos centrales en la generación y difusión del conocimiento. Gellynck X. aparece como el de mayor grado de conexión, lo que indica su papel clave en la producción científica dentro de este campo. Su colaboración con otros autores como Dora M., Van Goubergen D. y De Steur H. sugiere una línea de investigación consolidada y con alta productividad en el estudio de LM aplicado a la industria alimentaria.

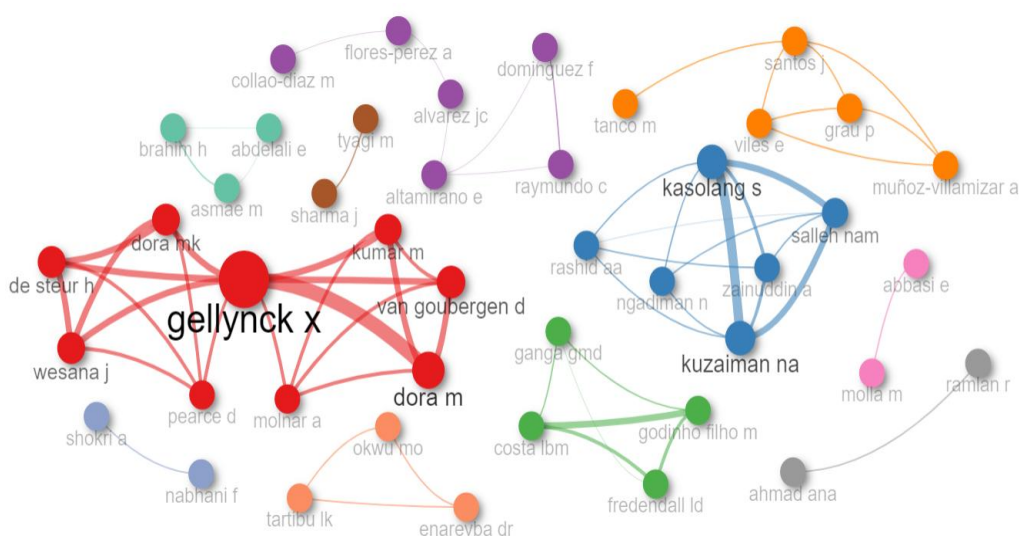


Figura 9. Red de colaboración de autores destacados

El análisis de las redes de co-citación y colaboración permite comprender cómo se estructura la producción científica en LM en la industria alimentaria. La fuerte conexión entre ciertos autores indica la existencia de líneas de investigación bien establecidas y con un impacto significativo en el área. Además, la red de colaboración muestra que, si bien existen grupos altamente conectados, también hay oportunidades para fortalecer la cooperación entre comunidades menos interconectadas, promoviendo así una mayor integración del conocimiento en este campo.

Por otro lado, el análisis de la red de colaboración entre instituciones determinó las universidades y centros de investigación con mayor producción científica y cooperación en el estudio de LM en la industria alimentaria. La visualización de la red destaca a ciertas instituciones como nodos centrales, lo que sugiere su papel clave en la generación y difusión del conocimiento en esta área (figura 11).

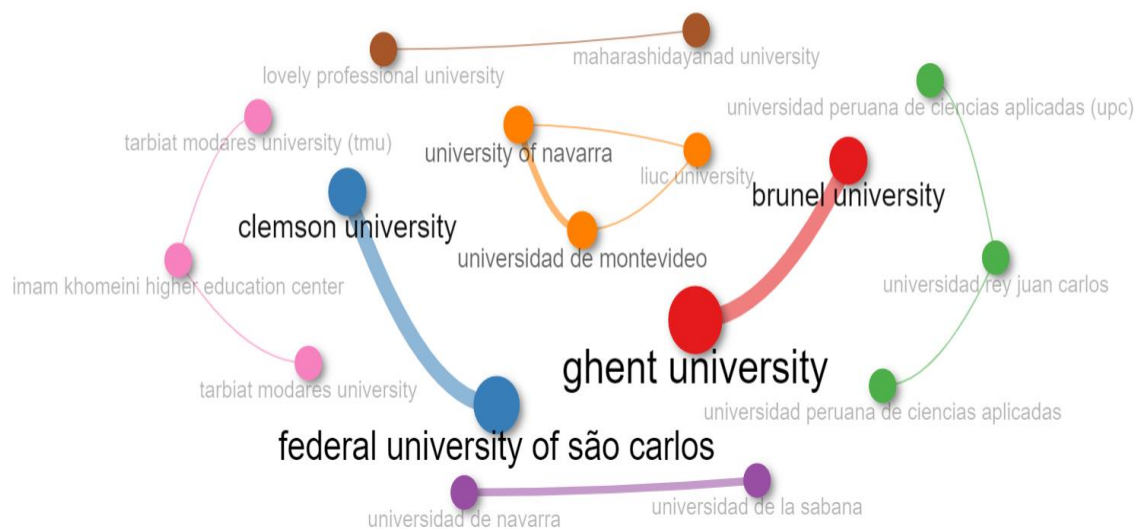


Figura 10. Red de colaboración entre instituciones

Entre las instituciones con mayor influencia se encuentran Ghent University y Federal University of São Carlos, que presentan un alto grado de conectividad con otras

universidades. Esto indica que han establecido una red de colaboración consolidada, favoreciendo la transferencia de conocimiento y la realización de estudios conjuntos en el ámbito de LM.

Asimismo, Brunel University se posiciona como otro nodo relevante dentro de la red, evidenciando su vinculación con diferentes instituciones, entre ellas Ghent University, lo que refuerza la existencia de alianzas estratégicas en la investigación de LM. Otras instituciones como la Universidad de Navarra, la Universidad de Montevideo y Liuc University muestran conexiones específicas, lo que indica colaboraciones focalizadas en ciertos enfoques o estudios regionales.

Por otro lado, la presencia de universidades latinoamericanas como la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) y la Universidad Rey Juan Carlos refleja la expansión del interés en LM en esta región. Sin embargo, sus conexiones en la red sugieren que aún existen oportunidades para fortalecer la cooperación internacional y aumentar la integración con instituciones líderes en la temática.

Por último, el estudio de la red de colaboración entre países en el campo de LM e industria alimentaria define a los principales actores y sus interconexiones. La red presentada en la figura 12 muestra una estructura diversa con nodos de distintos tamaños, representando la intensidad de la colaboración entre los países. En el centro de la red destaca Reino Unido, el cual exhibe el mayor tamaño de nodo, lo que indica su rol preponderante en la investigación y en la colaboración internacional. Este país mantiene vínculos estrechos con Bélgica y Uganda, lo que sugiere una cooperación significativa en la producción científica. La conexión con países de Europa y África resalta el carácter global de la investigación en este campo.

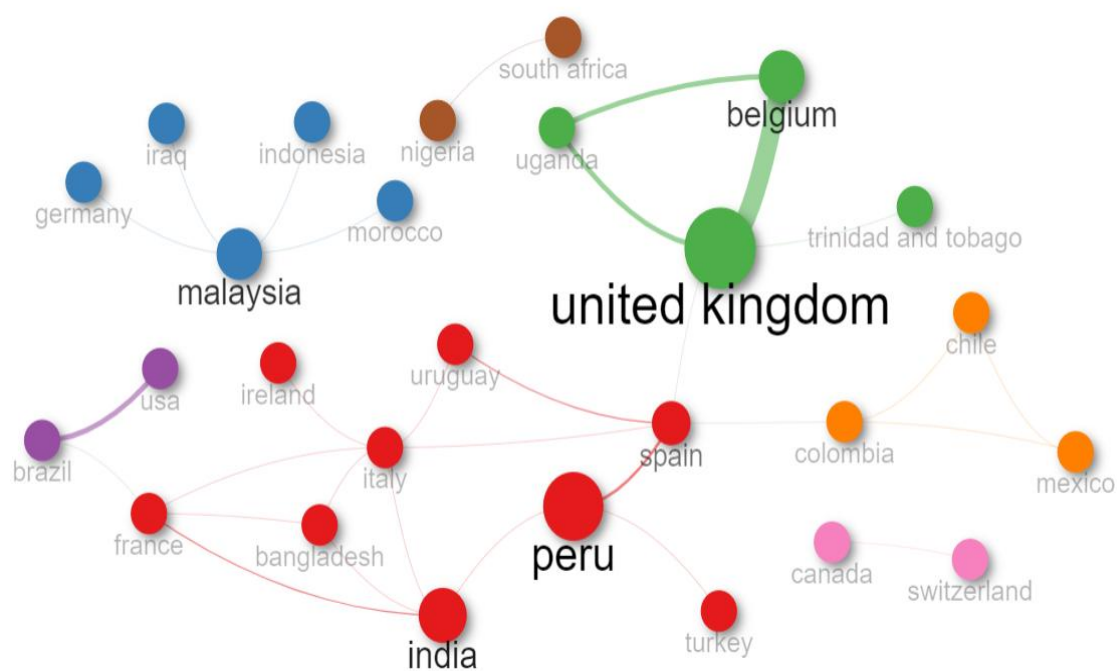


Figura 11. Red de colaboración entre países

Analizando a detalle, otro nodo relevante es Perú, que presenta fuertes relaciones con India y España, así como con otros países de Latinoamérica y Asia. La participación de India sugiere un enfoque en tecnologías de producción y eficiencia industrial, mientras que la colaboración con España indica una conexión con investigaciones europeas. Esta interacción refleja la importancia de Perú en la investigación sobre LM en la industria alimentaria dentro de la región latinoamericana.

Malasia también se distingue por su colaboración con países como Indonesia, Iraq y Alemania. Esto indica una orientación de la investigación hacia el sudeste asiático y Europa, lo que sugiere que la implementación de LM en la industria alimentaria está ganando interés en estos mercados.

Además, se observa una red secundaria de colaboración en Latinoamérica, donde Chile, Colombia y México muestran lazos entre sí, reflejando una creciente interacción

en investigación regional. Esta tendencia sugiere que la aplicación de LM en la industria alimentaria es un tema de interés creciente en América Latina. Finalmente, se identifican redes menores en EE. UU. y Brasil, con interacciones aisladas pero significativas en la producción científica. En general, la estructura de la red de colaboración indica que la investigación sobre LM en la industria alimentaria es un esfuerzo global, con nodos clave que desempeñan un papel central en la difusión del conocimiento y la innovación en este campo.

CAPÍTULO II

Fundamentos de Lean Manufacturing

2. Fundamentos de Lean Manufacturing

2.1. Evolución de la literatura sobre LM en la industria alimentaria

En un entorno industrial cada vez más competitivo, la búsqueda de sistemas de producción eficientes se ha convertido en una prioridad para las organizaciones que desean mantenerse en el mercado. Este desafío ha llevado a la adopción de metodologías innovadoras que no solo optimicen los procesos internos, sino que maximicen el valor entregado al cliente. Entre estas metodologías, LM se destaca como un enfoque transformador, reconocido por su capacidad para reestructurar las operaciones productivas y adaptarse a las demandas cambiantes de la economía global.

El concepto de LM ha revolucionado la forma en que las industrias de todo el mundo conciben la producción eficiente. Nacido en las líneas de ensamblaje de Toyota en Japón durante la segunda mitad del siglo XX fue introducido por primera vez por el Dr. James Womack en su libro *The machine that changed the world*. Este concepto se refiere a un sistema de producción que busca la mejora continua mediante la eliminación de desperdicios y la optimización de recursos, lo que permite una producción más ágil y flexible (Vargas-Hernández et al., 2018).

La implementación de LM en esta industria se desarrolló en el Toyota Production System (TPS), un modelo diseñado para eliminar desperdicios y promover la mejora continua. Este enfoque se articula en cinco pilares: identificar el valor desde la perspectiva del cliente, erradicar actividades que no generen valor, establecer un flujo continuo en los procesos, involucrar y motivar a los empleados, y perseguir la perfección en cada etapa de la producción (Correa, 2007).

A lo largo de los años, LM ha trascendido sus raíces en la industria automotriz para convertirse en un modelo ampliamente adoptado en diversos sectores, incluidas las industrias alimentarias. Su enfoque en la identificación y eliminación de los “desperdicios” o actividades que no aportan valor al cliente, como el exceso de inventario, los tiempos de espera prolongados o los defectos en los productos. Además, al integrar herramientas como el Just inTime y el Kanban, esta metodología permite a las empresas alimentarias no solo responder de manera más eficiente a la variabilidad en la demanda, sino garantizar estándares de calidad y seguridad en sus productos.

Esta filosofía no solo se limita a la mejora de los procesos productivos, sino que impulsa un cambio profundo en la mentalidad organizacional. Al involucrar activamente a los empleados en todos los niveles, LM fomenta una cultura de compromiso y responsabilidad colectiva hacia la excelencia. Además, su enfoque en la identificación y eliminación de desperdicios permite a las empresas adaptarse rápidamente a las fluctuaciones del mercado, optimizar costos y ofrecer productos de mayor calidad.

De acuerdo con De Diego et al. (2009), LM contribuyó significativamente a que Toyota alcanzara niveles excepcionales de eficiencia operativa y calidad, estableciendo un estándar difícil de igualar por otras empresas. Este enfoque se tradujo en una reducción

de los costos de producción y un incremento en la satisfacción del cliente. La flexibilidad y adaptabilidad del TPS permiten a la compañía responder de manera ágil a las fluctuaciones en la demanda del mercado.

A lo largo del tiempo, este concepto ha sido refinado por diversos autores, quienes lo definen como un proceso dinámico impulsado por principios de mejora continua y eficiencia. Aunque ha tenido éxito en empresas no procesadoras, su implementación en la industria de procesamiento ha sido más compleja, lo que ha llevado a la adaptación de las prácticas de LM para ser aplicables en diferentes sectores (Budianto, 2021).

De este modo, la adaptación de estas prácticas en la industria de procesamiento ha requerido un enfoque más flexible y personalizado, considerando las particularidades de cada sector. Esto incluye la incorporación de tecnologías avanzadas, como sistemas de monitoreo en tiempo real y análisis de datos, que permiten identificar áreas críticas de mejora en procesos altamente variables.

La evolución de LM ha estado marcada por la necesidad de integrar tecnologías emergentes de la Industria 4.0 para optimizar los procesos de producción y mejorar la eficiencia operativa. Este enfoque, junto con el Just-in-Time (JIT), busca no solo reducir inventarios y tiempos de espera, sino permitir una mayor agilidad y adaptabilidad en entornos de negocios en constante cambio. Además, promueve el consumo balanceado de componentes y materias primas, lo que contribuye a un flujo de materiales más uniforme y evita la acumulación de grandes volúmenes de piezas únicas (Toncovich et al., 2024).

LM ha evolucionado de manera significativa a lo largo de los años. Inicialmente, se centraba en la reducción de desperdicios en la producción. Sin embargo, con el tiempo, su enfoque ha cambiado hacia la maximización del valor para el cliente y la mejora continua en diversos contextos organizacionales. Este cambio de paradigma ha llevado

a una comprensión más amplia de Lean como un sistema de gestión que no solo busca eliminar desperdicios, sino optimizar recursos y mejorar el rendimiento operativo en un marco cultural específico (Valencia et al., 2024).

Esta evolución ha permitido que LM se convierta en una estrategia clave para las empresas que buscan competitividad en un entorno dinámico y globalizado. La digitalización de procesos, el uso de análisis de datos en tiempo real y la automatización han reforzado su capacidad para optimizar la producción y minimizar costos. Además, la integración de principios sostenibles dentro de Lean ha impulsado prácticas más responsables con el medioambiente, reduciendo el consumo de recursos y promoviendo una producción más eficiente.

2.2. Principios fundamentales de Lean Manufacturing

En el dinámico entorno de las industrias alimentarias, la implementación de LM ha emergido como una metodología esencial para optimizar procesos, reducir desperdicios y garantizar productos de alta calidad. Este enfoque, basado en principios fundamentales como la mejora continua (Kaizen), la eliminación de actividades que no generan valor y la priorización de la satisfacción del cliente ofrece herramientas clave para transformar los sistemas de producción tradicionales en operaciones ágiles y eficientes.

La aplicación de LM en este sector mejora la eficiencia operativa y fortalece el cumplimiento de normativas de seguridad alimentaria y sostenibilidad. La reducción de desperdicios y el uso eficiente de los recursos minimizan el impacto ambiental, mientras que la optimización de procesos garantiza productos más frescos y de mayor calidad para el consumidor. Asimismo, al fomentar una cultura de mejora continua y

colaboración entre los empleados, las industrias alimentarias pueden adaptarse con mayor rapidez a las tendencias del mercado y las exigencias de los clientes, asegurando su competitividad a largo plazo.

Comprender y aplicar estos principios no solo permite a las empresas adaptarse a las demandas cambiantes del mercado, sino que fomenta una cultura organizacional orientada a la excelencia y la sostenibilidad, aspectos vitales en una industria donde la precisión y la seguridad alimentaria son innegociables. Los principios fundamentales de LM, según Vargas et al. (2024) incluyen: Eliminación de Desperdicios, Mejora Continua, Enfoque en el Cliente, Flujo de Trabajo, Producción Justo a Tiempo (JIT) y Empoderamiento de los Empleados (figura 13).



Figura 12. Principios de LM

Eliminación de desperdicios

En las industrias alimentarias, la eliminación de desperdicios no solo representa un objetivo operativo, sino un compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia. Bajo el enfoque de LM, este principio se convierte en un pilar estratégico para mejorar los procesos, maximizar la utilización de recursos y reducir costos sin comprometer la calidad ni la seguridad alimentaria.

Vargas y Camero (2021) mencionan que la eliminación de desperdicios se aborda a través de la metodología LM, definida como un modelo de gestión de excelencia y mejora continua y centrada en la eliminación de actividades que no agregan valor al producto, lo que se traduce en una mejora de la economía y el ahorro de recursos (ver figura 14).



Análisis de Actividades

Evaluar actividades para determinar su valor



Eliminación de Desperdicios

Eliminar actividades que no agregan valor al producto



Gestión de excelencia

Mejora la economía y el ahorro de recursos

Figura 14. Eliminación de desperdicios en LM

Es importante señalar que la implementación de LM contribuye a la optimización de procesos y al fomento de una cultura organizacional orientada a la eficiencia. Este

enfoque permite a las empresas identificar y priorizar áreas críticas para la reducción de desperdicios, promoviendo una mayor sostenibilidad en el uso de materiales, tiempo y energía.

La eliminación de desperdicios en LM se aborda mediante la identificación y minimización de actividades que no agregan valor al proceso productivo. LM permite a las empresas mejorar sus procesos productivos y eliminar desperdicios o defectos de producción a través de una organización sistemática de los procesos. Esto se traduce en un trabajo más eficiente, que requiere menos recursos y personal, y que resulta en una reducción significativa de desperdicios en comparación con métodos tradicionales (Malpartida & Tarmeño, 2020).

Además, la implementación de LM fomenta una cultura de mejora continua dentro de la organización, donde cada trabajador participa activamente en la identificación de oportunidades para optimizar el flujo de trabajo. Al reducir el tiempo de producción y minimizar el uso innecesario de materiales, las empresas no solo aumentan su competitividad, sino que logran una mayor sostenibilidad en sus operaciones, alineándose con prácticas de producción.

El proceso de eliminación de desperdicios se aplica desde la iniciación hasta el cierre de la producción, y se busca maximizar la eficiencia en las etapas del proceso, centrándose en la reducción de costos y minimización de desperdicios y materiales en la cadena de suministro. Para lograr esto, se utilizan herramientas específicas como 5S y Kaizen, que optimizan procesos y mejoran la productividad mediante la reducción de tiempos muertos (Vargas & Camero, 2021).

Estas herramientas no solo impulsan la eficiencia en la gestión de materiales, sino que promueven una cultura organizacional orientada a la mejora constante y la participación

de todos los miembros del equipo. La implementación de 5S, que se centra en la organización y limpieza del espacio de trabajo, y el enfoque Kaizen, que fomenta pequeñas mejoras continuas, contribuyen a un ambiente más ordenado y productivo. Al integrar estos principios, las empresas logran reducir desperdicios, aumentar la calidad de los productos y una mayor satisfacción del cliente.

Mejora continua (Kaizen)

La mejora continua (Kaizen) se concibe como un enfoque esencial dentro del sistema LM, que promueve la optimización constante de los procesos mediante ajustes pequeños y continuos. En las industrias alimentarias, donde la eficiencia, la calidad y la reducción de desperdicio son factores clave para la competitividad, la metodología Kaizen se convierte en una herramienta poderosa. Este concepto no solo involucra a la alta dirección, sino que busca el compromiso de todos los niveles de la organización, con el objetivo de crear un ambiente de trabajo más eficiente y adaptable.

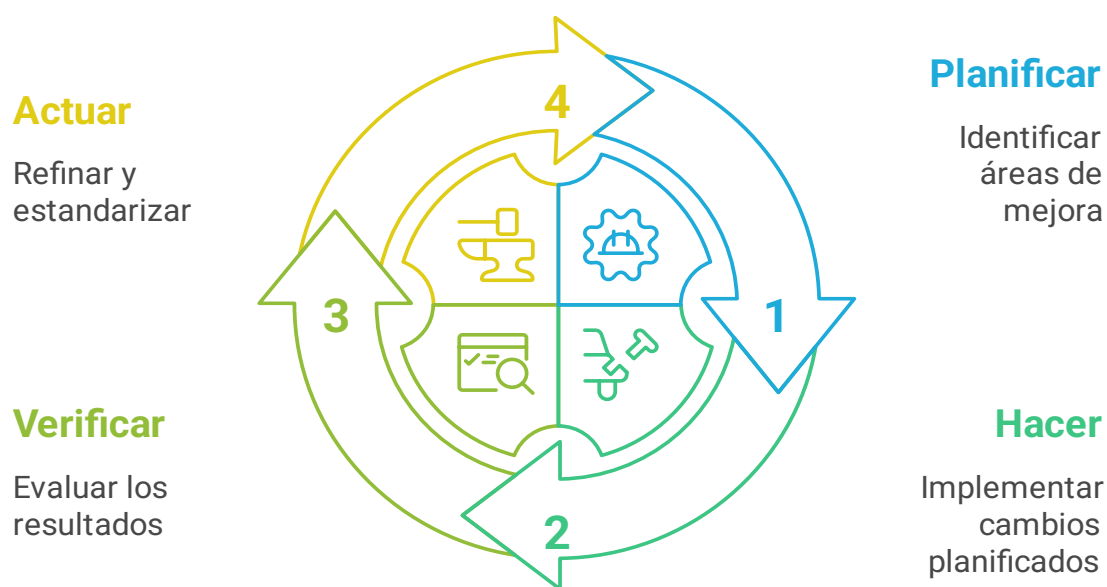


Figura 15. Ciclo de mejora continua Kaizen

La mejora continua se define como un proceso que implica la evaluación de actividades que aportan valor y satisfacción a los requerimientos de los clientes. Esta práctica busca resultados de largo plazo, apoyándose en normativas como ISO y utilizando el ciclo de mejora continua PDCA (Plan-Do-Check-Act) para llevar a cabo su implementación. Además, el enfoque Kaizen implica la colaboración de todos los niveles de la organización, promoviendo un entorno donde se valoran las sugerencias de mejora presentadas por los trabajadores (Ramírez & Pumisacho, 2017).

Este enfoque optimiza los procesos internos y fortalece la cultura organizacional al fomentar la colaboración y el compromiso de los empleados. La constante implementación de pequeñas mejoras incrementales contribuye a la eficiencia operativa y a la reducción de desperdicios, alineándose con estrategias de calidad y productividad. De esta manera, las empresas que adoptan la mejora continua bajo los principios del Kaizen logran una mayor adaptabilidad ante cambios del mercado y una ventaja competitiva.

Montijo-Valenzuela et al. (2020) sostienen que la mejora continua implica la eliminación de problemas como el desorden y la falta de planificación en el mantenimiento, lo que mejora la eficiencia y la imagen de la empresa. Este proceso se fundamenta en la educación y capacitación de los empleados, promoviendo habilidades que motivan su intervención y fomentan una cultura de resolución de problemas. Implementar herramientas de mejora, como la toma de fotografías y la actualización de diagramas operativos, contribuye a un monitoreo constante de los avances.

Además, la aplicación de estos métodos estandariza procedimientos y detecta áreas de oportunidad en tiempo real, facilitando la toma de decisiones basada en datos concretos. La retroalimentación constante entre los equipos de trabajo refuerza la

comunicación interna y garantiza que las mejoras implementadas sean sostenibles a largo plazo. Como resultado, las empresas no solo incrementan su productividad, sino que fortalecen su capacidad de adaptación a los cambios del entorno.

Enfoque en el cliente

En el contexto de LM, el enfoque en el cliente es un principio fundamental que impulsa todas las decisiones y acciones dentro de una organización. En las industrias alimentarias, donde la satisfacción del cliente es importante para el éxito a largo plazo, comprender sus necesidades y expectativas se convierte en una prioridad. Este apartado se centra en cómo las prácticas de Lean, al eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia, permiten a las empresas alimentar una relación más estrecha con sus clientes, ofreciendo productos de alta calidad a un costo competitivo y con tiempos de entrega más rápidos.

Para lograr este enfoque centrado en el cliente, Lean Manufacturing promueve una cultura organizacional donde todas las áreas, desde la producción hasta la distribución, están alineadas con la generación de valor desde la perspectiva del consumidor. Esto significa identificar qué aspectos del producto o servicio son verdaderamente valorados por el cliente y eliminar todas aquellas actividades que no contribuyen directamente a ese valor. Herramientas como la Voz del Cliente (VoC) y el mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping) permiten a las organizaciones entender con mayor profundidad las preferencias del mercado y rediseñar sus procesos internos para responder de manera más ágil y precisa a esas demandas.

La atención al cliente, dentro del enfoque de LM en el proceso productivo se define como un componente crítico para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes. Esto implica que la atención al cliente está directamente relacionada con la

calidad de los productos y la eficacia del servicio, y cualquier mejora en los procesos productivos debe orientarse a optimizar su experiencia, asegurando que los compromisos de entrega y calidad se alineen con las expectativas del mercado (Iscala et al., 2024).

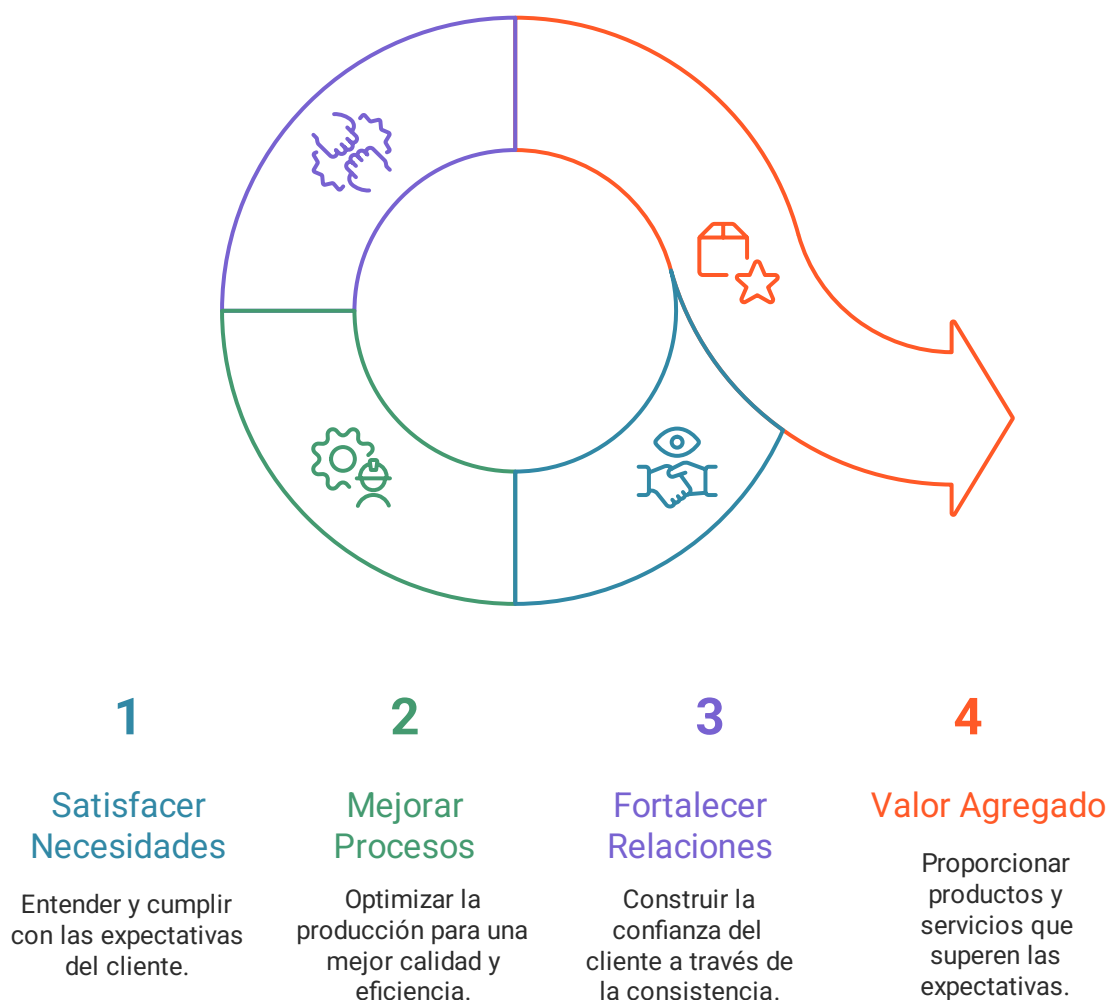


Figura 16. Enfoque en el cliente

En este sentido, la implementación de LM no solo busca eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia operativa, sino fortalecer la relación con el cliente a través de un enfoque centrado en la calidad y la puntualidad. Al reducir variaciones en los procesos y optimizar el uso de recursos, las empresas garantizan productos consistentes y

tiempos de entrega confiables. De esta manera, la mejora continua en la producción impacta internamente en la organización y genera un valor agregado para la satisfacción del usuario.

Para Hernández y Sifuentes (2022) la atención al cliente impacta directamente en la satisfacción y lealtad de los consumidores. La implementación de la metodología LM resalta la importancia de ver el valor desde la perspectiva del cliente, lo que implica optimizar procesos y eliminar desperdicios para cumplir con sus expectativas. Además, al enfocarse en la mejora continua, las empresas pueden ofrecer productos y servicios de alta calidad, fortaleciendo así las relaciones a largo plazo con los clientes y garantizando su competitividad en el mercado.

Asimismo, la retroalimentación constante de los clientes juega un rol medular en la mejora de los procesos dentro del enfoque LM. Al analizar sus necesidades y expectativas, las empresas señalan áreas de oportunidad y adaptan sus estrategias para perfeccionar tanto la eficiencia operativa como la experiencia del cliente. Este enfoque proactivo no solo incrementa la satisfacción del consumidor, sino que contribuye a la fidelización y a la construcción de una reputación positiva en el mercado.

Flujo de trabajo

El flujo de trabajo es un componente esencial en la implementación de LM, ya que se enfoca en la optimización de los procesos para garantizar una producción eficiente y sin interrupciones. En las industrias alimentarias, donde la agilidad, la consistencia y la calidad son factores críticos, lograr un flujo de trabajo continuo y sin desperdicios se traduce en una mejora significativa en los tiempos de producción y en la reducción de costos.

El flujo de trabajo se refiere a la secuencia de procesos y actividades que un equipo realiza desde el inicio de una tarea hasta su finalización. Esto incluye medir el tiempo de ciclo de cada proceso para un seguimiento adecuado y presentar acciones necesarias si se detecta un aumento en dicho tiempo. El objetivo es optimizar este flujo de trabajo para aumentar la productividad y eficiencia, reduciendo los tiempos de ciclo en un 40 % en el futuro, lo que permitirá una calibración más rápida y eficiente de los equipos (Manzano & Ramos, 2023).

Para lograr esta optimización, deben identificarse y eliminarse cuellos de botella que ralenticen el proceso, así como estandarizar procedimientos para garantizar una ejecución fluida y predecible de las tareas. La integración de herramientas tecnológicas y metodologías como LM facilita la automatización y mejora del flujo de trabajo, permitiendo una mayor visibilidad en la gestión de tiempos y recursos. Como resultado, las empresas pueden no solo reducir desperdicios y costos operativos, sino mejorar la calidad y la capacidad de respuesta ante cambios.

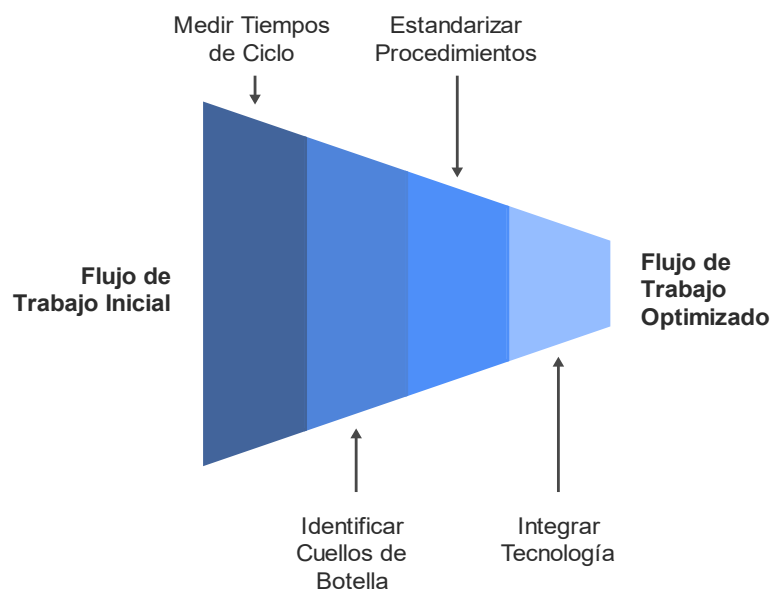


Figura 17. Flujo de trabajo

Chumico et al. (2024) define el flujo de trabajo como el proceso a través del cual los materiales y tareas se desplazan desde la recepción de materia prima hasta la entrega final del servicio en el sector de catering. Para optimizar este flujo, se implementaron herramientas de LM como Kanban, que controlan y aseguran la producción oportuna de pedidos, además de utilizar el diagrama de VSM (Value Stream Mapping) para identificar y eliminar desperdicios en los procesos.

La aplicación de estas herramientas mejora la eficiencia operativa y permite una mejor coordinación entre los diferentes eslabones de la cadena productiva. Al reducir tiempos de espera y optimizar el uso de recursos, las empresas responden de manera más ágil a las demandas de los clientes, garantizando un servicio de mayor calidad. Además, la integración de LM fomenta una cultura de trabajo más organizada y colaborativa, en la que cada miembro del equipo comprende su rol dentro del proceso y contribuye activamente a la mejora continua.

Producción Justo a Tiempo (JIT)

La producción justo a tiempo (JIT, por sus siglas en inglés) es una de las estrategias más destacadas dentro del enfoque LM, su objetivo es producir únicamente lo necesario en el momento preciso, eliminando inventarios excesivos y reduciendo costos asociados al almacenamiento. En las industrias alimentarias, donde la frescura, la rotación de productos y la demanda fluctuante son factores clave, JIT ofrece una solución eficaz para mantener la eficiencia operativa sin comprometer la calidad (figura 18).

Por ello, la implementación del modelo JIT requiere de una planificación estratégica que garantice un equilibrio entre la reducción de inventarios y la capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda. La integración de tecnologías como sistemas de

pronóstico de demanda y logística avanzada mitiga riesgos asociados a interrupciones en la cadena de suministro. Además, establecer relaciones sólidas con proveedores confiables y cercanos alienta la eficiencia operativa y reduce los tiempos de entrega, asegurando que la producción se mantenga alineada con los requerimientos del mercado sin compromiso.



Figura 18. Producción JIT

Guerrero & Pérez (2022) caracterizan a JIT como un enfoque que optima la eficiencia de la producción y minimiza el inventario al sincronizar la producción con la demanda. Este modelo se basa en la cercanía de las cadenas de suministro, lo que afecta el comportamiento y la flexibilidad de las operaciones. Sin embargo, se observa que, cuando estas cadenas operan bajo la misma lógica de interdependencia, pero en regiones más lejanas, se generan complejidades adicionales que afectan su funcionamiento.

Según Díaz et al. (2023) JIT ofrece múltiples beneficios que se alinean con la filosofía

de eliminación de desperdicios y mejora continua, al eliminar el exceso de inventario y los costos asociados con su almacenamiento; al mismo tiempo mejora la calidad del producto al enfocar la atención en la producción de lo necesario en el momento adecuado. Esta metodología facilita una respuesta más ágil a las demandas del mercado, reduce los costes operativos y maximiza la eficiencia al sincronizar la producción con la demanda.

La correcta implementación de JIT requiere una comunicación efectiva y una precisa coordinación entre todos los niveles de la organización y la cadena de suministro. Al minimizar los tiempos de espera y eliminar actividades innecesarias, las empresas aumentan su capacidad de respuesta ante cambios en la demanda sin comprometer la calidad del producto. Asimismo, la integración de tecnologías como sistemas de monitoreo en tiempo real y análisis de datos optimiza la toma de decisiones, asegurando una producción más flexible y alineada con las necesidades del mercado.

Empoderamiento de los empleados

El empoderamiento de los empleados resulta central dentro de la filosofía LM, ya que reconoce que los trabajadores son la fuerza impulsora detrás de la mejora continua y la innovación en los procesos productivos. En las industrias alimentarias, donde la calidad, la rapidez y la eficiencia son esenciales, empoderar a los empleados significa involucrarlos activamente en la identificación de problemas, la toma de decisiones y la implementación de soluciones.

Para Perugachi (2024) el empoderamiento de los empleados en el contexto del estudio se entiende como un proceso que involucra a todos los miembros de la organización en la implementación de la metodología Lean, específicamente a través de la práctica de

las 5S. Este enfoque no solo aumenta la motivación y el compromiso de los empleados, sino que les brinda la oportunidad de contribuir de manera activa al desarrollo continuo de la empresa. Como resultado, se traduce en una mayor satisfacción laboral, menor rotación de personal y en la creación de una cultura organizacional más sólida.

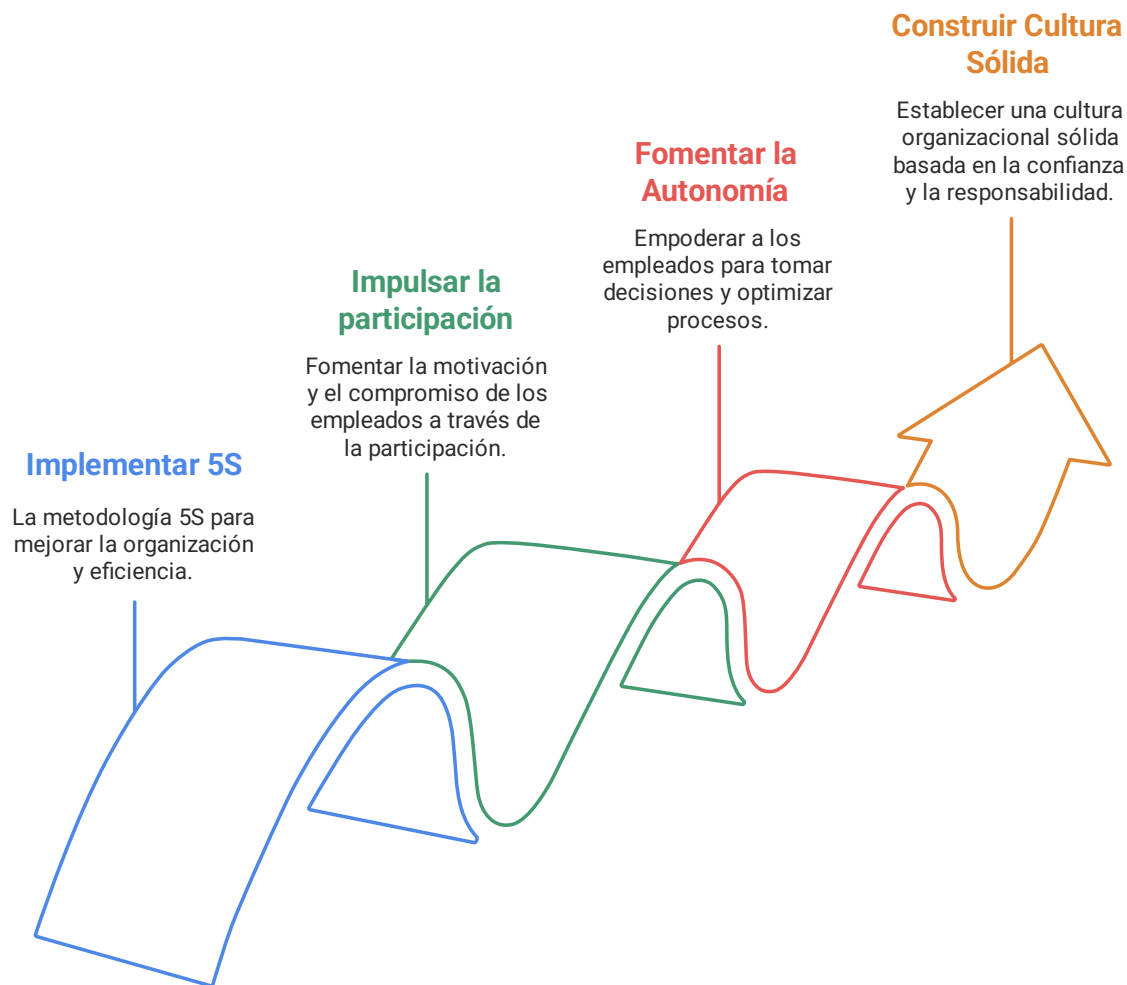


Figura 19. Proceso de empoderamiento de los empleados

En este mismo sentido, el empoderamiento no solo se limita a la adopción de herramientas específicas como las 5S, sino que se extiende a la toma de decisiones diarias dentro del entorno de trabajo. De acuerdo con Perugachi (2024), al ofrecer a los empleados la autonomía para identificar áreas de mejora y participar activamente en la

optimización de procesos, se fomenta un sentido de pertenencia y responsabilidad.

El empoderamiento de los empleados es fundamental para una implementación efectiva de Lean, ya que se requiere un sistema de gestión que fomente una cultura en la que los trabajadores tengan la autoridad y habilidades necesarias para resolver problemas e implementar mejoras continuas. Esta cultura se apoya en una comunicación eficaz y un compromiso genuino de los empleados, además de una visión compartida y colaboración en la organización (Fernández & Ruiz, 2023).

Este enfoque no solo beneficia a la empresa en términos de productividad y eficiencia, sino que fortalece la relación entre los empleados y la organización. Al otorgarles la capacidad de tomar decisiones informadas y participar activamente en la mejora de procesos, se crea un ambiente de confianza y respeto mutuo. La implementación de Lean requiere que los trabajadores sigan directrices y se trasformen en actores clave en la identificación de oportunidades de mejora.

La implementación exitosa de los principios de LM transforma los procesos internos de las empresas y establece una base sólida para la innovación y el crecimiento sostenible. Tal como lo indican Vargas et al. (2024), estos principios deben ser aplicados de manera integral y coherente para lograr una verdadera transformación organizacional y permitir a las empresas ser más ágiles, responder mejor a la demanda y ofrecer productos de calidad, mientras fomentan una cultura organizacional participativa que impulsa la innovación y mejora constante.

Veseli et al. (2024) también destacan otros principios fundamentales de LM: la identificación del valor para el cliente, que se enfoca en comprender lo que realmente valora; el mapeo de la cadena de valor, que examina los pasos de la producción con el objetivo de eliminar los desperdicios; la consecución de un flujo continuo, que garantiza

que los productos se desplacen sin interrupciones; la implementación de sistemas de producción “pull”, ajustados a la demanda real del cliente; y la aspiración a la perfección, que implica un compromiso con la mejora continua para eliminar desperdicios y optimizar los procesos.

En este sentido, la aplicación de estos principios se extiende más allá de la simple eficiencia operativa, al impactar directamente en la capacidad de las organizaciones para responder de manera efectiva a las expectativas del mercado. El enfoque en el cliente y la alineación de la producción con la demanda real permite una mayor flexibilidad, reduciendo costos y mejorando la satisfacción. La implementación de sistemas “pull” asegura que los recursos se utilicen de manera más eficiente, evitando la sobreproducción y minimizando el desperdicio.

Desde la perspectiva de Almasarweh (2020) la LM, también denominada manufactura esbelta, elimina el desperdicio y anima la eficiencia en los procesos de producción. Estos principios incluyen la eliminación de actividades que no agregan valor, la mejora continua en todos los niveles de la organización, y un enfoque centrado en las necesidades del cliente. Además, promueve un flujo continuo en la producción, la metodología JIT para producir solo lo necesario, y el empoderamiento de los empleados para que participen en la identificación de problemas y soluciones.

Estos principios optimizan los procesos internos de las empresas y generan un impacto positivo en la calidad del producto final y en la satisfacción del cliente. Al aplicar JIT y mejora continua, las organizaciones reducen tiempos de espera, minimizan inventarios y responden con mayor agilidad a las demandas del mercado. Asimismo, el empoderamiento de los empleados fomenta un ambiente colaborativo en el que todos los niveles de la organización contribuyen activamente al logro de los objetivos

estratégicos, creando una cultura de compromiso y responsabilidad compartida.

2.3. Beneficios generales en industrias alimentarias

En el contexto actual de las industrias alimentarias, la implementación de LM representa una de las estrategias más efectivas para optimizar los procesos productivos, mejorar la calidad del producto y reducir los costos operativos. Los beneficios generales de Lean en estas industrias son innumerables, ya que no solo impulsan la eficiencia en la cadena de suministro, sino que fomentan una cultura de mejora continua traducida en mayores niveles de satisfacción del cliente y competitividad en el mercado.



Figura 20. Beneficios de LM en industrias alimentarias

Además, la aplicación de LM en las industrias alimentarias consiente una mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios del mercado y a las demandas de los consumidores. Mediante la eliminación de desperdicios y la optimización de cada etapa

del proceso productivo, las empresas reducen sus costos y corrigen su capacidad para ofrecer productos de alta calidad en tiempos más cortos.

La LM ofrece beneficios significativos para las industrias alimentarias (Psomas & Deliou, 2024). Como metodología resulta valiosa para las empresas del sector alimentario que buscan mejorar su rendimiento y sostenibilidad e incluyen: reducción de desperdicios, ahorros de costos, mejora en la eficiencia operativa, adaptabilidad y transformación de negocios.

2.4. Diferencias entre Lean Manufacturing y otros modelos de gestión

En el ámbito de la gestión empresarial, LM se ha consolidado como un enfoque clave para mejorar la eficiencia y la reducción de desperdicios en los procesos productivos. Sin embargo, otros modelos de gestión como Six Sigma, Kaizen y la Teoría de las Restricciones también buscan optimizar el desempeño organizacional, aunque con metodologías y objetivos específicos. Mientras que Lean se enfoca en la eliminación de actividades que no agregan valor, Six Sigma prioriza la reducción de la variabilidad en los procesos, y Kaizen promueve la mejora continua mediante pequeños cambios progresivos.

LM se diferencia de otras metodologías de gestión principalmente por su enfoque en la eliminación del despilfarro y la mejora continua, priorizando la eficiencia en todos los procesos productivos. A diferencia de modelos más rígidos, Lean promueve la flexibilidad y adaptabilidad para atender mercados diversos, además de involucrar activamente a los recursos humanos en la optimización de la producción. También se

caracteriza por abrazar metodologías específicas para medir resultados, permitiendo una evaluación precisa según el tipo de industria o contexto geográfico (Alarcón & Fuentes, 2007).

Esta flexibilidad y enfoque en la eliminación de desperdicios hacen que LM sea una opción ideal para entornos dinámicos donde la demanda y las condiciones del mercado pueden cambiar rápidamente. A diferencia de Six Sigma, que se basa en la reducción de la variabilidad mediante análisis estadísticos, o la Teoría de las Restricciones, que identifica y optimiza los cuellos de botella en la producción, Lean persigue mejorar el flujo de trabajo eliminando cualquier actividad que no agregue valor al cliente.

De Oliveira et al. (2019) indican que uno de los modelos de gestión que se diferencia con LM es la Gestión por Objetivos (MBO) que establece metas específicas y medibles que los empleados deben alcanzar, promoviendo un enfoque en resultados cuantitativos y a menudo creando una cultura competitiva. En contraste, LM se enfoca en la mejora continua y la eliminación de desperdicios en los procesos, priorizando la optimización y el valor entregado al cliente a través de la colaboración y la participación de todos los niveles organizacionales.

Además, la MBO suele centrarse en el rendimiento individual, alineando los incentivos y evaluaciones con el cumplimiento de metas específicas, lo que genera presión competitiva entre los empleados. Por otro lado, LM fomenta un enfoque más colaborativo, donde el éxito no solo depende de los resultados individuales, sino de la eficiencia del equipo y la mejora continua del sistema en su conjunto. Esta diferencia fundamental hace que MBO sea más adecuado para entornos donde el desempeño individual es clave, mientras que LM resulta más efectivo en organizaciones que buscan optimizar procesos de satisfacción al cliente.

Por otra parte, Six Sigma y LM son metodologías de mejora de procesos con enfoques diferentes: Six Sigma se centra en la reducción de la variabilidad y eliminación de defectos a través del análisis de datos y herramientas estadísticas, persiguiendo un nivel de calidad que permita menos de 3.4 defectos por millón de oportunidades. En contraste, LM elimina desperdicios y robustece procesos para maximizar el valor entregado al cliente, mediante técnicas como el mapeo del flujo de valor (De Oliveira et al. ,2019).

La combinación de Six Sigma y LM, conocida como Lean Six Sigma, permite a las organizaciones aprovechar lo mejor de ambos enfoques para lograr mejoras significativas en la productividad y la calidad. Mientras Lean reduce los tiempos de ciclo y perfecciona el uso de los recursos eliminando actividades que no agregan valor, Six Sigma proporciona un marco estructurado basado en datos para minimizar defectos y variabilidad en los procesos. Al integrarse, estas metodologías crean un sistema robusto que mejora la eficiencia operativa y garantiza altos estándares de calidad.

De Oliveira et al. (2019) resaltan que la Teoría de las Restricciones (TOC) identifica y gestiona cuellos de botella dentro de un sistema de producción, buscando maximizar el rendimiento global al mejorar la capacidad de estas restricciones. Mientras la TOC utiliza un enfoque estructurado para mejorar el flujo en torno a las limitaciones, Lean emplea herramientas como el mapeo del flujo de valor y la mejora continua para agilidad y efectividad.

La integración de TOC y LM genera sinergias que potencien la eficiencia operativa. Mientras la primera permite comprobar el punto crítico que limita el rendimiento del sistema y enfocar los esfuerzos en su mejora, la segunda complementa este enfoque eliminando desperdicios en los procesos circundantes, asegurando un flujo continuo y eficiente. De esta manera, al combinar ambos métodos, las organizaciones pueden no

solo resolver sus restricciones más críticas, sino perfeccionar el uso de recursos y la entrega de valor al cliente, logrando un equilibrio entre la estabilidad del sistema y la agilidad operativa.

Finalmente, la metodología Agile y LM son enfoques de mejora de procesos que comparten el objetivo de aumentar la eficiencia y la satisfacción del cliente, pero difieren en su filosofía y aplicación. Lean se centra en la eliminación de desperdicios y la optimización de flujos de trabajo en entornos de producción, buscando maximizar el valor a través de la estandarización y la mejora continua. Por otro lado, Agile es más flexible y se utiliza comúnmente en el desarrollo de software, permitiendo adaptaciones rápidas a cambios en las necesidades del cliente mediante entregas incrementales y colaboración entre equipos multidisciplinarios (De Oliveira et al., 2019).

A pesar de sus diferencias, LM y Agile pueden complementarse en entornos donde la eficiencia y la adaptabilidad son esenciales. La combinación de ambos enfoques permite a las organizaciones no solo optimizar recursos y reducir desperdicios, sino responder rápidamente a cambios en las demandas del mercado. Por ejemplo, en la fabricación ágil se aplican principios Lean para mejorar los procesos productivos, mientras que la flexibilidad de Agile facilita la rápida iteración y personalización de productos.

En conjunto, MBO, Six Sigma, TOC y Agile presentan diferencias significativas respecto a LM en cuanto a sus enfoques y objetivos específicos. MBO se enfoca en la planificación y el establecimiento de objetivos claros, fomentando la alineación y el compromiso del personal dentro de la organización. En cambio, Six Sigma se especializa en la reducción de la variabilidad y la mejora de la calidad a través del uso de herramientas estadísticas, mientras que Lean se concentra principalmente en la eliminación de desperdicios y la optimización de procesos.

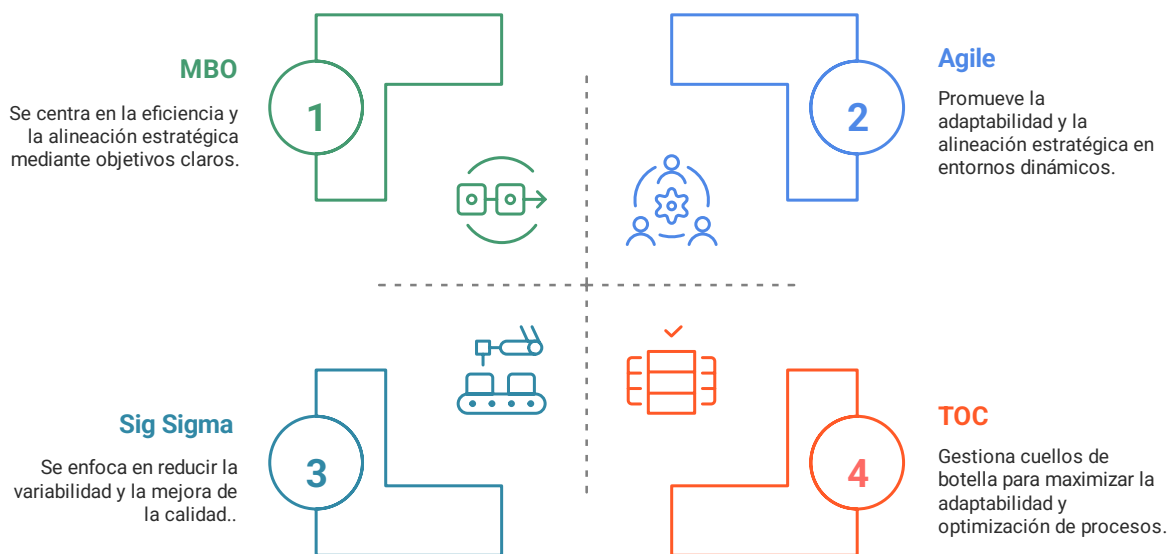


Figura 21. Metodologías complementarias a LM

Por otro lado, la TOC, como se señaló, señala y gestiona los cuellos de botella dentro de un sistema productivo para maximizar su rendimiento global, priorizando la optimización del recurso más limitante. En contraste, Agile se orienta hacia la flexibilidad y la adaptabilidad, promoviendo ciclos de trabajo iterativos y colaboración continua, lo que lo hace especialmente útil en entornos dinámicos y de alta incertidumbre. Aunque cada metodología tiene un enfoque particular, pueden complementarse entre sí, permitiendo a las organizaciones adoptar estrategias híbridas que combinen la eficiencia de Lean y la precisión de Six Sigma.

A pesar de sus diferencias, estas metodologías no son excluyentes, sino que pueden complementarse para potenciar la eficiencia y la competitividad de una organización. Por ejemplo, la combinación de Lean y Six Sigma apuesta por la calidad mientras se eliminan desperdicios, mientras que la integración de Agile en entornos de fabricación agiliza la toma de decisiones y la adaptación a cambios en la demanda. Asimismo, aplicar TOC dentro de un sistema Lean puede ayudar a priorizar mejoras en los puntos más críticos del proceso, maximizando el impacto de las iniciativas de optimización.

CAPÍTULO III

Contexto en el sector alimentario

3. Contexto en el sector alimenticio

3.1. Características de las industrias alimentarias

Las industrias alimentarias representan un pilar en la economía global, por su estrecha relación con la seguridad alimentaria, la innovación tecnológica y la sostenibilidad. Caracterizadas por la alta variabilidad en procesos y productos, enfrentan desafíos únicos debido a la naturaleza perecedera de sus materias primas, las estrictas normativas de calidad e higiene, y la creciente demanda por alimentos saludables y sostenibles.

Este sector, en constante evolución, integra tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la trazabilidad. Además, la presión para reducir el impacto ambiental impulsa a las empresas a adoptar prácticas innovadoras que fomenten la sostenibilidad en toda la cadena de valor.

Por otro lado, la dinámica de las industrias alimentarias exige una adaptación constante a los cambios en las preferencias del consumidor, las tendencias del mercado y los requisitos regulatorios. Su funcionamiento implica una estrecha coordinación entre múltiples eslabones de la cadena de suministro, desde la producción primaria hasta la distribución final. En este contexto, la gestión eficiente de los recursos, el aseguramiento

de la calidad y la capacidad de respuesta rápida ante fluctuaciones en la demanda se convierten en factores clave para mantener la competitividad.

Rendón et al. (2019) argumentan que la industria alimentaria tiene varias características clave que la distinguen de otras y que reflejan cómo responde a los avances tecnológicos y a las expectativas cambiantes de los consumidores, como la diversidad en métodos de producción, la adopción de digitalización, la hiperconectividad, la flexibilidad y eficiencia, la transparencia y personalización y la adaptación a cambios en el consumidor (figura 22).

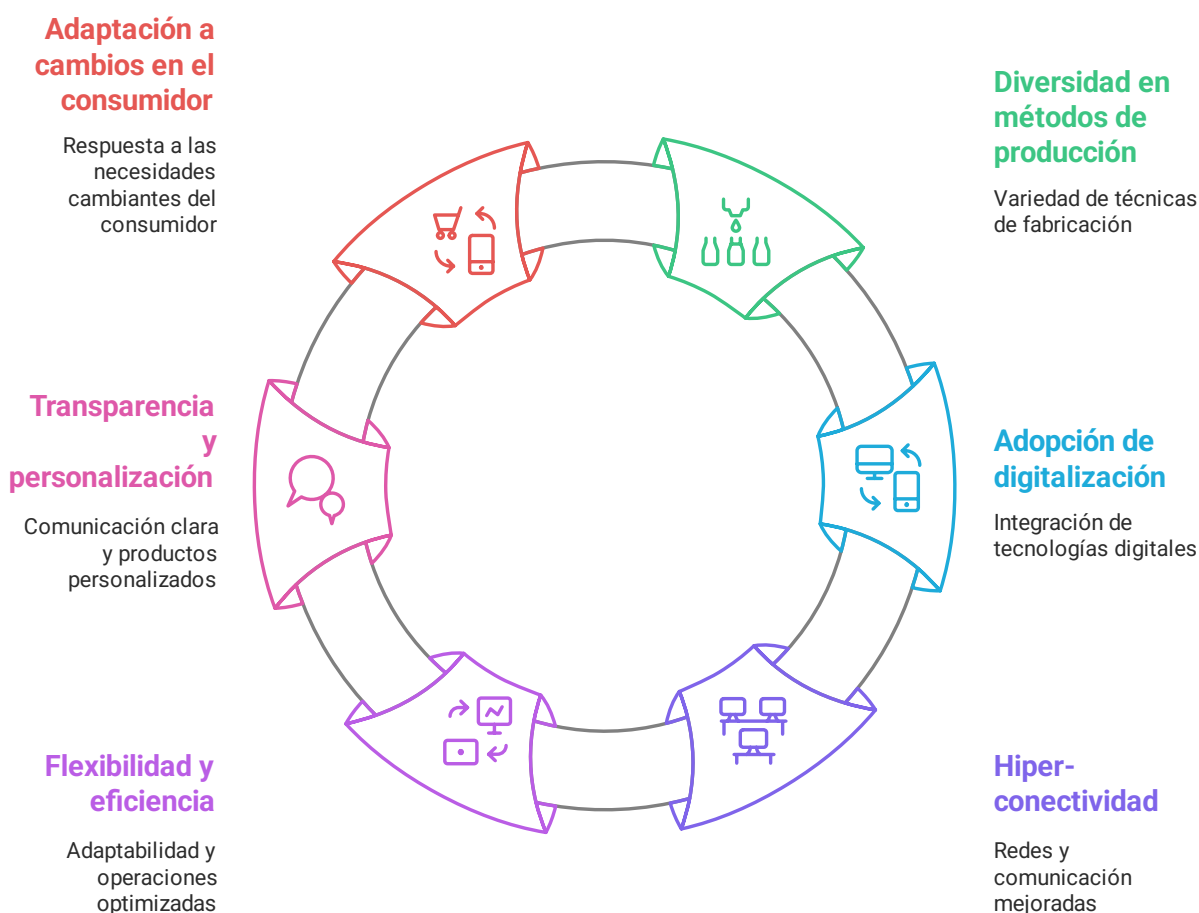


Figura 22. Características de las industrias alimentarias

Diversidad en métodos de producción

En la industria alimentaria, la diversidad en los métodos de producción garantiza la eficiencia, calidad y competitividad en un mercado en constante evolución. La aplicación de LM en este sector requiere de una adaptación flexible de sus principios a distintos enfoques de producción, desde procesos artesanales hasta líneas automatizadas de alta velocidad. La variabilidad en materias primas, regulaciones sanitarias estrictas y las expectativas del consumidor exigen estrategias de mejora continua que optimicen el uso de recursos y minimicen desperdicios sin comprometer la seguridad alimentaria.



Figura 23. Estrategias de producción en la industria alimentaria

Para Gaitán-Cremaschi et al. (2019) la diversidad en los métodos de producción en las industrias alimentarias implica una variedad de sistemas de producción agrícola y formas de comercialización, que oscilan entre prácticas convencionales y sistemas más sostenibles como la agricultura ecológica y la agroecología. Este enfoque caracteriza los tipos de cadenas de valor, que pueden variar en su organización y la manera en que los actores se interrelacionan, desde estructuras jerárquicas hasta relaciones más abiertas.

En este contexto, la elección de un método de producción no solo influye en la calidad y seguridad de los alimentos, sino en su impacto ambiental y socioeconómico. Sistemas

sostenibles como la agroecología fomentan el uso eficiente de los recursos naturales y la reducción de insumos sintéticos, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la resiliencia del ecosistema. Asimismo, estos modelos favorecen una distribución más equitativa de los beneficios dentro de la cadena de valor, fortaleciendo el papel de los pequeños productores y promoviendo una mayor participación de las comunidades.

Adopción de la digitalización

La digitalización integrada a los principios de LM mejora los procesos dentro de la industria alimentaria. La automatización, el análisis de datos en tiempo real y la implementación de sistemas inteligentes robustecen la eficiencia operativa, reducen los desperdicios y certifican altos estándares de calidad y seguridad alimentaria.

Annosi et al. (2021) consideran que la adopción de la digitalización en las industrias alimentarias implica implementar tecnologías digitales para optimizar las operaciones en la cadena de suministro, mejorando la transparencia de la información y la trazabilidad de los productos. Este proceso tiene como objetivos principales la reducción de residuos alimentarios y de emisiones de carbono, junto con el aumento de la eficiencia operativa y la sostenibilidad del negocio.

Dicha adopción promete aumentar la productividad y mejorar la eficiencia en el uso de recursos. Sin embargo, existen preocupaciones sobre la propiedad de los datos, la privacidad y la posible expansión de la brecha digital si los agricultores de pequeña escala no pueden acceder a estas tecnologías. La adopción ha sido impulsada en gran medida por la rentabilidad, resaltando la necesidad de políticas públicas que fomenten la inclusión económica, social y ambiental para asegurar que los beneficios de la digitalización sean equitativos y sostenibles (Bahn et al., 2021).

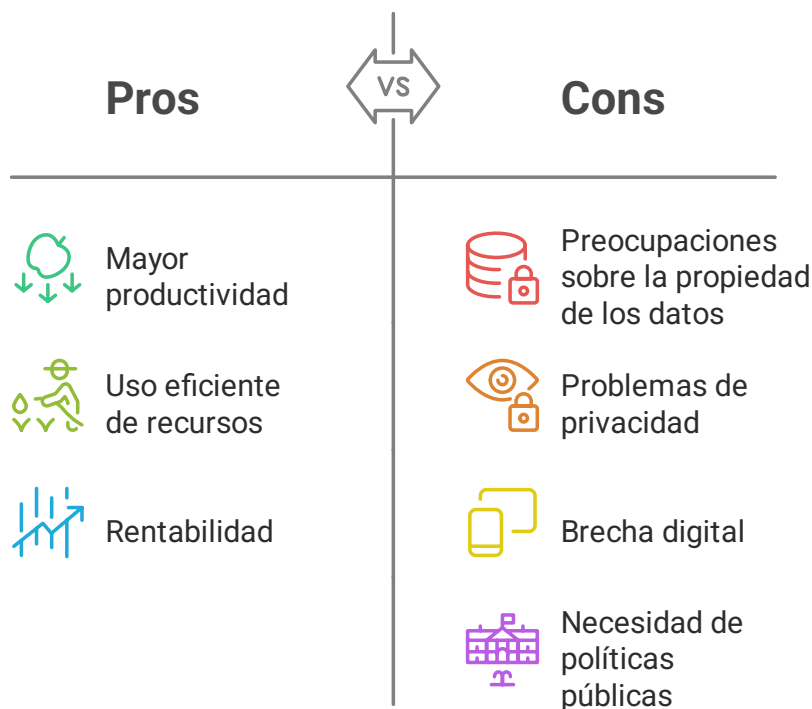


Figura 24. Digitalización agrícola

De esta manera, la implementación efectiva de la digitalización en la industria alimentaria requiere de un enfoque integral que combine innovación tecnológica con capacitación y acceso equitativo a infraestructuras digitales. Sin una adecuada alfabetización digital y sin incentivos que faciliten la transición tecnológica, muchas empresas, especialmente las de menor escala, podrían enfrentar dificultades para integrar estas herramientas en sus procesos productivos.

Hiper-conectividad

En un entorno industrial cada vez más digitalizado, la hiper-conectividad juega un papel clave en la integración y optimización de los procesos productivos dentro de las industrias alimentarias. La interconexión en tiempo real entre máquinas, sistemas de gestión y cadenas de suministro permite una toma de decisiones más ágil, basada en

datos precisos y actualizados.

Además, el uso de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la nube y la IA facilitan la trazabilidad de los productos, mejoran la eficiencia operativa y fortalecen la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.

Según Mercan et al. (2021) la hiper-conectividad en la industria alimentaria se aborda a través de la implementación del IoT, que permite la recopilación continua de datos mediante dispositivos conectados, facilitando así la personalización y mejora de la satisfacción del cliente. Este enfoque promueve la interconectividad entre personas, sistemas y productos, integrando el ámbito digital con la infraestructura física.

Además, la aplicación del IoT en la industria alimentaria no solo mejora la eficiencia operativa, sino que contribuye a la trazabilidad y seguridad alimentaria. Gracias a la recopilación y análisis de datos en tiempo real, es posible monitorear las condiciones de almacenamiento y transporte de los productos, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad. Esto fortalece la confianza del consumidor y permite a las empresas anticiparse a posibles problemas.

La hiper-conectividad ha transformado la industria alimentaria al permitir a los consumidores acceder fácilmente a una vasta cantidad de información sobre los productos que consumen, lo que les empodera para tomar decisiones más informadas sobre su dieta. Esta transparencia fortalece la confianza del consumidor y fomenta una mayor conciencia sobre hábitos alimentarios saludables y sostenibles. En conjunto, la hiper-conectividad reconfigura tanto la relación de los consumidores con los alimentos como el paisaje del mercado alimentario (Schneider-Kamp, 2020).

Flexibilidad y eficiencia

En un entorno altamente dinámico y competitivo, la capacidad de adaptación y la eficiencia operativa son factores clave para el éxito de las industrias alimentarias. La aplicación de LM permite optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la productividad sin comprometer la calidad del producto. La flexibilidad en la producción, impulsada por tecnologías avanzadas y estrategias ágiles, facilita a las empresas responder rápidamente a variaciones en la demanda, cambios en las regulaciones y necesidades específicas del mercado.



Figura 25. Estrategias para el éxito en la Industria Alimentaria

Režek et al. (2021) definen a la flexibilidad en las industrias alimentarias como la capacidad de adaptarse rápidamente a cambios en la demanda del mercado y condiciones de producción, lo que se potencia mediante el uso de tecnologías avanzadas que permiten decisiones en tiempo real. Por otra parte, la eficiencia se refiere a la optimización de recursos y la minimización de desperdicios, facilitada por la digitalización y la IA, que posibilitan la recopilación y análisis de datos para mejorar la efectividad en los procesos de manufactura y la cadena de suministro.

La integración de sistemas automatizados y el uso de metodologías como LM favorecen tanto la flexibilidad como la eficiencia, al reducir tiempos de producción y mejorar la calidad del producto final. Estas estrategias permiten a las industrias alimentarias responder con mayor agilidad a las fluctuaciones del mercado, garantizando la satisfacción del consumidor y el cumplimiento de normativas de seguridad y sostenibilidad.

Adicionalmente, la flexibilidad y la eficiencia en las industrias alimentarias implican la capacidad de estas industrias para ajustar su consumo de energía en función de las condiciones del mercado eléctrico y las demandas energéticas. Esto incluye la habilidad para programar y regular su consumo en respuesta a señales de precios dinámicos, así como realizar ajustes en tiempo real, lo que permite contribuir en mercados eléctricos y en la gestión de la demanda (Golmohamadi, 2022).

Transparencia y personalización

En la industria alimentaria moderna, la transparencia y la personalización han emergido como factores esenciales para fortalecer la confianza del consumidor y mejorar la competitividad de las empresas. No solo busca optimizar los procesos y reducir desperdicios, sino garantizar una comunicación clara sobre la trazabilidad de los productos, los estándares de calidad y las prácticas sostenibles adoptadas en la producción.

Lam et al. (2020) sustentan que la transparencia y personalización en la industria alimentaria se potencian a través de sistemas de trazabilidad y el uso de tecnologías que facilitan la difusión de información sobre los productos. Estos sistemas reducen la asimetría de información entre productores y consumidores al proporcionar datos

claros y confiables sobre la producción y distribución de alimentos, lo que incrementa la confianza del consumidor en la seguridad alimentaria.

En este contexto, la adopción de LM en la industria alimentaria representa un avance significativo, ya que garantiza la inmutabilidad y veracidad de los datos a lo largo de toda la cadena de suministro. Esta tecnología refuerza la confianza del consumidor al proporcionar un historial detallado del producto, y apoya la eficiencia operativa al facilitar la detección de irregularidades y optimizar la gestión logística. Así, la combinación de trazabilidad, digitalización y transparencia fortalece la relación entre productores y consumidores, promoviendo decisiones de compra más informadas y sostenibles.

Smetana et al. (2021) destacan que la transparencia en las industrias alimentarias implica el acceso a información clara sobre la producción y procesamiento de alimentos mediante sistemas de datos integrados, facilitada por métodos de aprendizaje automático. La personalización se refiere a la adaptación de soluciones alimentarias a las preferencias individuales de los consumidores, lograda a través de la integración de información nutricional y ambiental.

Adaptación a cambios en el consumidor

El comportamiento del consumidor en la industria alimentaria está en constante evolución, impulsado por factores como tendencias de salud, sostenibilidad, tecnología y cambios socioeconómicos. Para mantenerse competitivas, las empresas deben ser capaces de adaptarse ágilmente a estas transformaciones, ajustando sus procesos productivos sin afectar la eficiencia ni la calidad.



Figura 26. Factores que alteran el comportamiento del consumidor en la Industria Alimentaria

La adaptación a cambios en el consumidor se define como la capacidad de los sistemas alimentarios para ajustarse y responder a las nuevas demandas y preferencias que surgen debido a los impactos del cambio climático. Esto implica no solo ajustar la producción y disponibilidad de alimentos, sino garantizar que estos sean accesibles y utilizables de acuerdo con las expectativas cambiantes de los consumidores (Toromade et al., 2024).

Es posible desarrollar estrategias innovadoras que fomenten la sostenibilidad y la resiliencia en la industria alimentaria. Estas alianzas permiten la implementación de políticas que incentiven prácticas agrícolas sostenibles, el desarrollo de nuevos productos alineados con las tendencias de consumo y la promoción de campañas de concienciación sobre la importancia de una alimentación responsable. De este modo, la adaptación a los cambios en el consumidor responde a las exigencias del mercado y contribuye a la seguridad alimentaria y al bienestar social.

Babayev y Balajayeva (2023) sostienen que la adaptación a los cambios en el consumidor en la industria alimentaria implica un enfoque multifacético que incluye una investigación exhaustiva para comprender las preferencias y motivaciones de compra relacionadas con la salud, la sostenibilidad y la conveniencia. Las empresas deben invertir en innovación y desarrollo de productos para crear ofertas alineadas con las tendencias emergentes, manteniendo una agilidad que les permita reformular productos, lanzar novedades y ajustar mensajes de marketing según los valores contemporáneos.

Por otra parte, la industria alimentaria se distingue por su capacidad de adaptación y evolución en un entorno dinámico impulsado por avances tecnológicos y cambios en las expectativas de los consumidores. Integra métodos de producción diversos, que van desde técnicas tradicionales hasta tecnologías avanzadas, promoviendo flexibilidad y eficiencia en sus procesos. Además, la digitalización, enmarcada en las estrategias de Industria 4.0, está transformando rápidamente el sector, mientras que la hiperconectividad fomenta la colaboración en cadenas de valor más integradas.

Además, para Fuentes-Pérez (2020) estas industrias, fundamentales para la supervivencia y desarrollo de un país, satisfacen la necesidad básica de alimentación y resultan vitales como la salud. Estas industrias dependen de una logística eficiente que abarca desde la provisión de materias primas hasta la distribución de productos finales, y deben privilegiar su adaptación a nuevas realidades y preferencias de los consumidores.

Adicionalmente, las industrias alimentarias se caracterizan por tener una vida útil corta de los productos, lo que limita la planificación y producción. Además, enfrentan la heterogeneidad de las materias primas, que complica el proceso de producción, y la

estacionalidad, que genera fluctuaciones en la disponibilidad de insumos. La cadena de producción es compleja, afectando el almacenamiento, acondicionamiento, procesamiento, envasado y control de calidad (Malek & Zaduminska, 2019).

Para superar estos desafíos, las industrias alimentarias adoptan tecnologías avanzadas y metodologías de gestión innovadoras que les permiten fortalecer sus procesos y su capacidad de respuesta ante las variaciones del mercado. La integración de sistemas de automatización, herramientas de análisis predictivo y soluciones digitales como la trazabilidad en tiempo real ha demostrado ser efectiva para reducir la complejidad en la cadena de producción.

3.2. Retos en la industria alimentaria

Las industrias alimentarias operan en un entorno altamente dinámico, influenciado por factores como las fluctuaciones en la oferta y demanda, la presión por cumplir estándares regulatorios estrictos y la necesidad de mantener la calidad en productos perecederos. Además, la globalización ha intensificado la competencia, exigiendo adaptabilidad y eficiencia operativa.

En este contexto, la implementación de LM se ha convertido en una estrategia clave para estructurar los procesos productivos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia en la utilización de recursos. Al aplicar principios como la mejora continua, la estandarización de procesos y el enfoque en la eliminación de actividades que no agregan valor, las empresas incrementan su competitividad y responden con mayor agilidad a las exigencias del mercado. Las industrias alimentarias se enfrentan a numerosos desafíos que, según Salazar et al. (2020), demandan un enfoque sistemático y la aplicación de metodologías efectivas para garantizar su adecuada gestión y

sostenibilidad. Algunos de estos retos incluyen: cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad, mejora de la calidad de los procesos y productos, reducción de pérdidas y desperdicios, seguridad en el ambiente de trabajo y adaptación a la competitividad global (figura 27).



Figura 27. Retos en la industria alimentaria

Cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad

En la industria alimentaria, el cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad es un pilar para garantizar la seguridad del consumidor y la competitividad del sector. La aplicación de metodologías como LM permite optimizar procesos, minimizar desperdicios y asegurar el cumplimiento de normativas internacionales, como las

establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA).

Según El Bilali y Allahyari (2018) el cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad en los sistemas agroalimentarios se refiere a la implementación de medidas que aseguran que los productos agrícolas cumplen con los requisitos normativos y de consumo, promoviendo al mismo tiempo un manejo sostenible de los recursos. Este proceso es fundamental para aumentar la transparencia y la sostenibilidad de las cadenas de suministro alimentario.

Además, la integración de herramientas como el blockchain, el análisis de big data y los sistemas de trazabilidad digital permite un seguimiento en tiempo real de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro. Esto no solo optimiza la gestión de la calidad e inocuidad, sino que facilita la identificación y corrección de posibles fallos en el proceso productivo. Asimismo, la adopción de normativas internacionales, como las certificaciones HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) e ISO 22000, fortalece la competitividad de las empresas agroalimentarias en los mercados globales.

Mejora de la calidad de los procesos y productos

La mejora continua de la calidad en los procesos y productos es un objetivo clave en las industrias alimentarias, donde la eficiencia y la seguridad son fundamentales para satisfacer la demanda del mercado y cumplir con normativas estrictas. La aplicación de LM permite registrar y eliminar desperdicios, optimizar flujos de trabajo y garantizar un control riguroso en cada etapa de producción.

La mejora de la calidad de los procesos y productos se refiere a la optimización de las

prácticas de calidad e inocuidad en la empresa, que incluye lograr un mayor cumplimiento de las normativas de seguridad alimentaria. La mejora no solo impacta la calidad del producto final, sino que abarca aspectos como la capacitación del personal, el control de documentación y registros, y la satisfacción del cliente, evidenciada por la disminución de quejas y el aumento en la confianza del consumidor (González-Enríque & García-Pérez, 2022).

Además, la implementación de sistemas de gestión de calidad, como las normas ISO 9001 y HACCP, permite estandarizar procesos y reducir la variabilidad en la producción, asegurando la coherencia y seguridad de los productos. La automatización y digitalización de los controles de calidad facilitan la trazabilidad y el monitoreo en tiempo real, lo que ayuda a señalar y corregir desviaciones de manera oportuna. Asimismo, la adopción de una cultura de mejora continua dentro de la organización fomenta la innovación y el compromiso del personal.

Reducción de pérdidas y desperdicios

En la industria alimentaria, la reducción de pérdidas y desperdicios es un desafío clave tanto desde el punto de vista económico como ambiental. La implementación de LM permite perfeccionar los procesos productivos al identificar y eliminar actividades que no agregan valor, minimizando el uso ineficiente de materias primas, energía y recursos.

La reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) en las industrias alimentarias implica una optimización integral de todas las etapas del proceso, desde la producción hasta la distribución, garantizando un manejo y almacenamiento adecuados para evitar deterioros. Se destaca la necesidad de planificación para evitar la producción

excesiva que termine en desechos, así como la adopción de prácticas sostenibles, como la compra local de insumos y la donación de alimentos no vendidos (Alzate-Yepes & Orozco-Soto, 2021).

Además, la implementación de tecnologías para el monitoreo de inventarios y el control de calidad minimiza mermas y uso de los recursos. Estas acciones no solo favorecen la eficiencia operativa, sino que generan un valor agregado al posicionar a las industrias como actores comprometidos con la sostenibilidad y la seguridad alimentaria.

Manobanda (2023) también postula que en la reducción de desperdicios en la industria alimentaria se aborda a través de diversas estrategias que integran tecnología, conciencia social y políticas gubernamentales. Se destacan el uso de tecnologías avanzadas de conservación y procesamiento, junto con sistemas de trazabilidad mediante Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que permiten un monitoreo en tiempo real de los alimentos.

Seguridad en el ambiente de trabajo

La seguridad en el ambiente de trabajo es un factor crítico en las industrias alimentarias, donde la manipulación de insumos, el uso de maquinaria y la aplicación de procesos específicos generan riesgos laborales. La filosofía LM, a través de herramientas como las 5S, el Kaizen y el mantenimiento productivo total (TPM), crea entornos de trabajo más organizados, limpios y seguros, reduciendo la probabilidad de accidentes y mejorando el bienestar del personal

Castillo y Valencia (2021) delimitan a la seguridad en el ambiente de trabajo como la gestión de riesgos y la implementación de medidas preventivas para garantizar que los

trabajadores puedan realizar sus tareas de manera segura, minimizando la probabilidad de accidentes y enfermedades laborales. Esto incluye el monitoreo de las condiciones de trabajo, la provisión de Equipos de Protección Personal (EPP), la capacitación sobre normativas de seguridad y la creación de un entorno laboral que fomente el bienestar físico, mental y social de los empleados.

En este sentido, una cultura organizacional basada en la prevención y el cumplimiento de normativas no solo reduce incidentes, sino que mejora la productividad y el compromiso del personal. La participación de los trabajadores en la identificación de riesgos y en la adopción de prácticas seguras fortalece la conciencia sobre la importancia de la seguridad laboral. Asimismo, el uso de tecnologías para la supervisión de condiciones de trabajo y la automatización de procesos disminuye la exposición a factores de riesgo.

Adaptación a la competitividad global

En un mercado cada vez más dinámico y exigente, la adaptación a la competitividad global es un desafío fundamental para las industrias alimentarias. La implementación de LM proporciona un enfoque estratégico para mejorar la eficiencia, reducir costos y elevar los estándares de calidad, permitiendo a las empresas responder con mayor agilidad a las demandas del mercado internacional.

En las industrias alimentarias, la adaptación a la competitividad global es esencial y se centra en la capacidad de las empresas para identificar y responder a cambios en el entorno, ya sean económicos, sociales o ambientales. Esto implica el desarrollo de capacidades dinámicas que permitan gestionar eficientemente los recursos y reconfigurar las estrategias para captar nuevas oportunidades de mercado. La

innovación y una cultura organizacional resiliente son importantes para enfrentar riesgos y desafíos, como las crisis geopolíticas y el cambio climático, a la vez que se busca asegurar la sostenibilidad y la seguridad alimentaria (Cruz et al., 2022).

Además, la digitalización y la adopción de tecnologías avanzadas juegan un rol esencial en la optimización de los procesos productivos, mejorando la trazabilidad, la eficiencia y el control de calidad en toda la cadena de suministro. La integración de sistemas de inteligencia de negocios y análisis de datos permite a las empresas anticiparse a las tendencias del mercado y tomar decisiones estratégicas basadas en información precisa. Asimismo, la colaboración con proveedores y consumidores fortalece la competitividad.

Para Blanco et al. (2020) la adaptación a la competitividad global en la industria alimentaria enfatiza la necesidad de que las organizaciones ajusten sus estructuras y estrategias en respuesta a los cambios del entorno. Los autores destacan que un diseño organizacional flexible y adecuado fortalece el rendimiento competitivo, facilitando una mejor respuesta a las transformaciones del mercado. Además, subrayan la importancia de la innovación y el aprendizaje continuo para desarrollar capacidades distintivas.

Para enfrentar estos desafíos, las industrias alimentarias deben garantizar el cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad, implementar mejoras continuas en procesos y productos, reducir pérdidas mediante metodologías como LM y fomentar un ambiente de trabajo seguro para aumentar la eficiencia y la moral. Asimismo, deben adaptarse rápidamente a las demandas del mercado global, innovando en productos y logística para mantener su competitividad en un entorno dinámico.

Insfran y Redondo (2020) enfatizan en los retos de inocuidad del alimento, los que han cobrado mayor relevancia debido a escándalos alimentarios y a la creciente

demanda de los consumidores por productos seguros y de calidad. Además, la competencia en el mercado global obliga a estas industrias a mejorar continuamente sus procesos para mantenerse relevantes. A pesar de la importancia de garantizar la seguridad alimentaria, también deben equilibrar este enfoque con la necesidad de optimizar sus procesos de producción, reduciendo defectos y desperdicios.

Metodologías como LM se han convertido en herramientas clave para las industrias alimentarias, ya que permiten optimizar procesos, eliminar actividades que no generan valor y reducir costos sin comprometer la calidad ni la seguridad de los productos. Estas estrategias no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que ayudan a las empresas a responder de manera más ágil a las exigencias del mercado, garantizando un equilibrio entre la productividad y el cumplimiento de estándares internacionales de inocuidad alimentaria.

Además, Huarcaya-Melendez y Platero-Mamani (2023) sustentan que la industria alimentaria enfrenta retos significativos que incluyen un bajo nivel de producción, altos costos laborales, y una mala gestión de las instalaciones, lo que contribuye a la ineficiencia en los procesos. El uso de herramientas en mal estado o mal ubicadas, la obsolescencia tecnológica y un ambiente de trabajo inadecuado limitan la capacidad de las empresas para operar de manera efectiva.

En este contexto, la implementación de LM se presenta como una solución estratégica para abordar estos desafíos. Esta filosofía de gestión examina y elimina desperdicios en los procesos, mejora el flujo de trabajo y optimiza el uso de los recursos disponibles. Al adoptar estas prácticas, las empresas reducen costos, aumentan su productividad y fomentan un entorno laboral más organizado y eficiente, lo que a su vez impacta positivamente en la motivación y el desempeño de los procesos.

3.3. Oportunidades en la industria alimentaria

La industria alimentaria se encuentra en un momento de transformación acelerada, impulsada por la innovación tecnológica, los cambios en las preferencias del consumidor y la creciente presión por adoptar prácticas sostenibles. En este contexto, LM emerge como una herramienta estratégica que no solo optimiza los procesos productivos, sino que identifica y aprovecha oportunidades que marcan la diferencia competitiva.

Una de las principales ventajas de aplicar Lean Manufacturing en este sector radica en su capacidad para alinear los objetivos estratégicos de las empresas con las exigencias del mercado actual. Esto se traduce en una producción más eficiente, flexible y centrada en el cliente, permitiendo a las organizaciones responder con mayor agilidad a las fluctuaciones de la demanda y a las nuevas tendencias alimentarias, como los productos orgánicos, veganos o libres de alérgenos. Además, el enfoque en la mejora continua propicia la detección de áreas críticas dentro del proceso productivo, facilitando la toma de decisiones basadas en datos y la implementación de soluciones innovadoras que generen valor a lo largo de toda la cadena de suministro.

Según Zocca et al. (2019) la industria alimentaria presenta diversas oportunidades, especialmente en el contexto de la implementación de nuevas tecnologías y metodologías de mejora continua. Algunas de las oportunidades incluyen la adopción de TIC, la mejora de la productividad, el enfoque en la inocuidad y sostenibilidad, el acceso a mercados internacionales y capacitación y el desarrollo de personal (figura 28).



Figura 28. Oportunidades en la industria alimentaria

Adopción de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)

Las TIC se han convertido en un elemento esencial para la transformación de las industrias alimentarias en la era digital. La integración de herramientas tecnológicas avanzadas, como sistemas de gestión empresarial (ERP), plataformas de análisis de

datos y soluciones de automatización, permite optimizar los procesos productivos, la trazabilidad y la eficiencia operativa.

Al-Ammary y Ghanem (2024) destacan que la adopción de TIC en las industrias alimentarias como sensores de suelo, teledetección e IA, persigue el progreso de la producción agrícola y la gestión de los cultivos; así como permitir a los agricultores tomar decisiones más informadas.

La implementación de TIC en la industria alimentaria beneficia la producción agrícola y vigoriza la trazabilidad, el control de calidad y la seguridad alimentaria a lo largo de la cadena de suministro. El uso de software de gestión, blockchain y automatización de procesos permite un monitoreo en tiempo real, reduciendo desperdicios y garantizando el cumplimiento de normativas internacionales.

Aumento de la productividad

El incremento de la productividad es uno de los objetivos fundamentales dentro de las industrias alimentarias que adoptan el enfoque de LM. A través de la identificación y eliminación de desperdicios, la optimización de los flujos de trabajo y la estandarización de procesos, las empresas pueden alcanzar niveles más altos de eficiencia, reduciendo costos y reparando la calidad del producto.

Para Cuggia-Jiménez et al. (2020) la mejora de la productividad en la industria alimentaria se refiere a la capacidad de aumentar la eficiencia de los procesos productivos, lo que se traduce en impactos positivos en varios indicadores. Esto incluye la eliminación de residuos, reducción de tiempos de ciclo, aumento de rendimientos, continuidad en la producción, reducción de costos, fortalecimiento de la calidad, alargamiento de la vida útil de la maquinaria y disminución de la capacidad ociosa,

horas hombre y horas máquina.

Para lograr estos objetivos, deben implementarse metodologías de mejora continua como LM y Six Sigma, que fortifican los flujos de trabajo y minimizan los desperdicios. Asimismo, la capacitación del personal y la adopción de tecnologías avanzadas, como la automatización y el monitoreo en tiempo real, contribuyen a una mayor eficiencia operativa. La digitalización de los procesos productivos no solo acrecienta el control de calidad, sino que facilita la toma de decisiones estratégicas basadas en datos precisos.

Enfoque en la inocuidad y sostenibilidad

En la industria alimentaria, la inocuidad y la sostenibilidad son aspectos fundamentales para garantizar la calidad y la seguridad de los productos, así como para cumplir con las crecientes expectativas de los consumidores y las regulaciones ambientales. El enfoque de LM ofrece un marco eficaz para perfeccionar tanto la seguridad alimentaria como las prácticas sostenibles, eliminando desperdicios, reduciendo el uso de recursos y promoviendo una producción más responsable y eficiente.

Vågsholm et al. (2020) definen a la inocuidad y sostenibilidad como un sistema que alinea los objetivos de inocuidad y seguridad alimentarias con la sostenibilidad, de manera que se logren manejar cuidadosamente las compensaciones entre estos tres objetivos. Este enfoque aboga por la necesidad de soluciones novedosas que integren consideraciones de inocuidad desde el inicio, promoviendo prácticas que minimicen las pérdidas y desperdicios de alimentos.

En la industria alimentaria, la sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro debe ser adoptada en todas sus actividades. A pesar de las múltiples definiciones, no

existe un consenso claro sobre lo que significa ser sostenible, lo que resalta la diversidad en su conceptualización. La complejidad de la cadena de suministro requiere estrategias que integren dimensiones sociales y ambientales, fomentando la colaboración entre todos los actores (Rodríguez-Guevara, 2018).

Para ello, las empresas deben adoptar modelos de economía circular que reduzcan el uso de recursos, así como los desperdicios y promuevan el reciclaje en todas las etapas de producción y distribución. La digitalización y el uso de tecnologías avanzadas como el blockchain y la inteligencia artificial permiten apoyar la trazabilidad de los productos, garantizando procesos más eficientes y seguros. Además, la cooperación con proveedores y consumidores fortalece la sostenibilidad del sector, impulsando la adopción de prácticas más éticas y resilientes frente a los desafíos del mercado global.

Desarrollo de nuevos productos

El desarrollo de nuevos productos es una de las áreas clave donde LM genera un impacto significativo en la industria alimentaria. Este enfoque permite a las empresas afinar sus procesos de innovación, asegurando que el lanzamiento de nuevos productos sea más ágil, eficiente y alineado con las necesidades del consumidor. A través de la reducción de desperdicios las empresas aceleran el tiempo de llegada al mercado, al tiempo que mantienen altos estándares de calidad y sostenibilidad.

Como apuntan Granato et al. (2020) el desarrollo de nuevos productos en la industria alimentaria implica un enfoque integral que abarca desde el diseño y búsqueda de formulaciones hasta la aplicación de técnicas de procesamiento innovadoras, como presión hidrostática alta y ultrasonidos, que facilitan la preservación de nutrientes. Se prioriza generar productos funcionales que utilicen compuestos bioactivos, aplicando

sistemas de administración adecuados para potenciar su entrega mientras se garantiza su biodisponibilidad y estabilidad.

La incorporación de ingredientes naturales y el uso de tecnologías limpias responden a la creciente demanda de los consumidores por alimentos más saludables y sostenibles. La investigación y el desarrollo (I+D) desempeñan un papel clave en la formulación de productos que no solo satisfacen las exigencias nutricionales, sino que cumplen con normativas de seguridad y etiquetado transparente. Asimismo, la digitalización en el control de calidad y el análisis sensorial mediante IA pulen las características organolépticas y la aceptación en el mercado.

Según Shafiq et al. (2020) también implica la investigación y creación de alimentos innovadores que satisfacen las demandas cambiantes de los consumidores. Este proceso incluye la formulación de productos nuevos o la regeneración de los existentes para fortalecer su calidad nutricional, sabor y textura. Además, facilita el uso de empaques inteligentes que monitorean la frescura y seguridad de los alimentos. En conjunto, estas innovaciones buscan ofrecer una mejor experiencia al consumidor y elevar la calidad de los productos.

Acceso a mercados internacionales

El acceso a mercados internacionales representa una oportunidad importante para las industrias alimentarias, pero también un desafío en términos de competitividad, calidad y eficiencia operativa. El enfoque de LM permite a las empresas rediseñar sus procesos y reducir costos, lo que les otorga la capacidad de competir eficazmente en mercados globales. Mediante la eliminación de desperdicios, la mejora continua de la calidad y la capacidad de respuesta rápida ante las demandas del mercado, las empresas se adaptan

a las exigencias internacionales y cumplen con normativas y estándares globales.

Además de la optimización interna, el acceso a mercados internacionales exige una comprensión profunda de las dinámicas globales. Las industrias alimentarias deben no solo cumplir con las regulaciones y estándares de calidad de cada país, sino también adaptarse a las preferencias y necesidades específicas de los consumidores locales.

La implementación de principios de Lean Manufacturing facilita esta adaptación al permitir una producción más flexible y personalizada, reduciendo los tiempos de entrega y mejorando la capacidad de respuesta ante los cambios en la demanda. En este contexto, la colaboración con socios estratégicos y la inversión en tecnología se vuelven fundamentales para superar las barreras de entrada y aprovechar al máximo las oportunidades que ofrecen los mercados internacionales.

Carvajal-García et al. (2019) indican que el acceso a los mercados internacionales en la industria alimentaria requiere cumplir con diversas condiciones de admisibilidad que incluyen barreras arancelarias y no arancelarias, como aranceles, normativas de etiquetado y permisos de comercialización. Es importante realizar un análisis sectorial que abarque la competencia y los productos sustitutos, así como seleccionar cuidadosamente los mercados potenciales, priorizando países con ventajas comparativas y un PIB favorable.

Asimismo, la certificación en estándares de calidad e inocuidad alimentaria, como HACCP, ISO 22000 y Global GAP, certifica el cumplimiento de los requisitos exigidos por los mercados de destino. La digitalización de los procesos logísticos y el uso de herramientas de trazabilidad, como blockchain, permiten fortalecer la confianza de los consumidores y facilitar el acceso a nuevas oportunidades comerciales. Además, establecer alianzas estratégicas con distribuidores y participar en ferias internacionales

incrementan la visibilidad de los productos y la posición de la marca en mercados altamente competitivos.

Por otra parte, Alquicira y Mondragón (2018) definen el acceso a mercados internacionales como la capacidad de una empresa o país para vender sus productos y servicios en mercados fuera de sus fronteras nacionales. Esto resulta fundamental para el crecimiento de las empresas, ya que les permite diversificar sus mercados, aumentar sus ingresos y expandir su base de clientes. También implica la necesidad de comprender las normativas y regulaciones del país objetivo, adaptar productos a las preferencias locales y competir con empresas locales y extranjeras.

Capacitación y desarrollo de personal

El éxito de la implementación de LM en las industrias alimentarias depende en gran medida del factor humano. La capacitación y el desarrollo del personal fomentan una cultura de mejora continua, optimización de procesos y reducción de desperdicios. A través de programas de formación estructurados, metodologías de aprendizaje práctico y el fomento de habilidades clave, las empresas establecen que sus equipos comprendan y apliquen eficazmente los principios Lean.

La capacitación y desarrollo del personal deben verse como un proceso integral, sistemático y continuo alineado con las estrategias organizacionales y con las competencias, estableciendo perfiles que aseguren un desempeño exitoso en cada puesto. Se concibe como una inversión en el capital humano, esencial para el crecimiento y la mejora continua de la organización (Guerra, 2021). Además, es importante evaluar el impacto de la capacitación, identificando y analizando las transformaciones que genera en los empleados y en la productividad organizacional, utilizando indicadores

que permitan medir efectivamente su retorno sobre la inversión y su contribución a los resultados de la entidad.

La capacitación en la industria alimentaria avala el cumplimiento de normativas de seguridad y calidad, así como el desempeño laboral. Esto incluye formación en higiene, manipulación de alimentos y procesos de producción. La capacitación continua permite a los empleados mantenerse actualizados sobre nuevas tecnologías y prácticas, fomentando también el trabajo en equipo y el desarrollo de competencias específicas como el control de calidad y la gestión de inventarios (Honores et al., 2020).

La inversión en capacitación fortalece el cumplimiento normativo e impulsa la competitividad de la industria alimentaria. Los empleados mejor preparados pueden identificar y prevenir riesgos, perfeccionar procesos y responder de manera eficaz a los cambios en la demanda del mercado. Asimismo, la capacitación fomenta una cultura de mejora continua, donde la innovación y la adopción de nuevas tecnologías juegan un papel clave en la eficiencia operativa (Guerra, 2021).

La industria alimentaria, al aprovechar estas oportunidades, no solo fortalece su competitividad, sino que contribuye a resolver desafíos clave en un entorno global dinámico. Por ejemplo, la adopción de TIC fortifica procesos internos y fomenta la transparencia en la cadena de suministro, un aspecto cada vez más valorado por los consumidores.

Asimismo, la implementación de metodologías de mejora continua, que no se limita a la productividad; también impulsa una cultura organizacional orientada al cambio y la innovación, esencial para adaptarse a las exigencias del mercado.

Ahmad et al. (2017) sustentan que las industrias alimentarias tienen diversas

oportunidades al implementar la fabricación esbelta, especialmente a través del mapeo de la cadena de valor. Esta metodología permite identificar y eliminar actividades que no agregan valor, lo que resulta en una significativa reducción de los tiempos de operación y realce de la productividad.

La fabricación esbelta se centra en la eliminación de desperdicios y en la promoción de una cultura de mejora continua dentro de las organizaciones. Esto se logra mediante la adopción de herramientas y metodologías que involucran a todos los niveles de la empresa, desde la alta dirección hasta los operarios. Este enfoque integral aumenta la productividad y posibilita a las industrias adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes del mercado y responder de manera eficiente a las necesidades de los consumidores.

3.4. Estrategias para reducir desperdicios en cada etapa del proceso productivo

En la industria alimentaria, la eficiencia y la reducción de desperdicios reestructuran positivamente la productividad, mantienen la calidad del producto y fortalecen la sostenibilidad del negocio. El enfoque de LM ofrece un conjunto de estrategias que defienden cada etapa del proceso productivo, minimizando pérdidas de materia prima, tiempo y recursos, lo que se traduce en una operación más rentable y competitiva.

Desde la visión de Putri y Dona (2019) las estrategias más utilizadas para reducir desperdicios en su estudio efectuado en Indonesia en una industria de alimentos son: estudio de tiempos de movimiento, reorganización del área de trabajo, desarrollo de procedimientos operativos estándar (SOP), minimización de movimientos y transporte

excesivo y eliminación de tiempos de espera (figura 29).

Por lo tanto, la implementación de estrategias Lean Manufacturing en cada etapa del proceso productivo de la industria alimentaria permite identificar y eliminar eficientemente las fuentes de desperdicio, optimizando así el uso de recursos y mejorando la rentabilidad. Estas acciones no solo contribuyen a reducir costos operativos, sino que también fortalecen la calidad del producto final y la capacidad de respuesta de la empresa ante las demandas del mercado, posicionando a las organizaciones como actores clave en un entorno industrial cada vez más competitivo y orientado al valor.

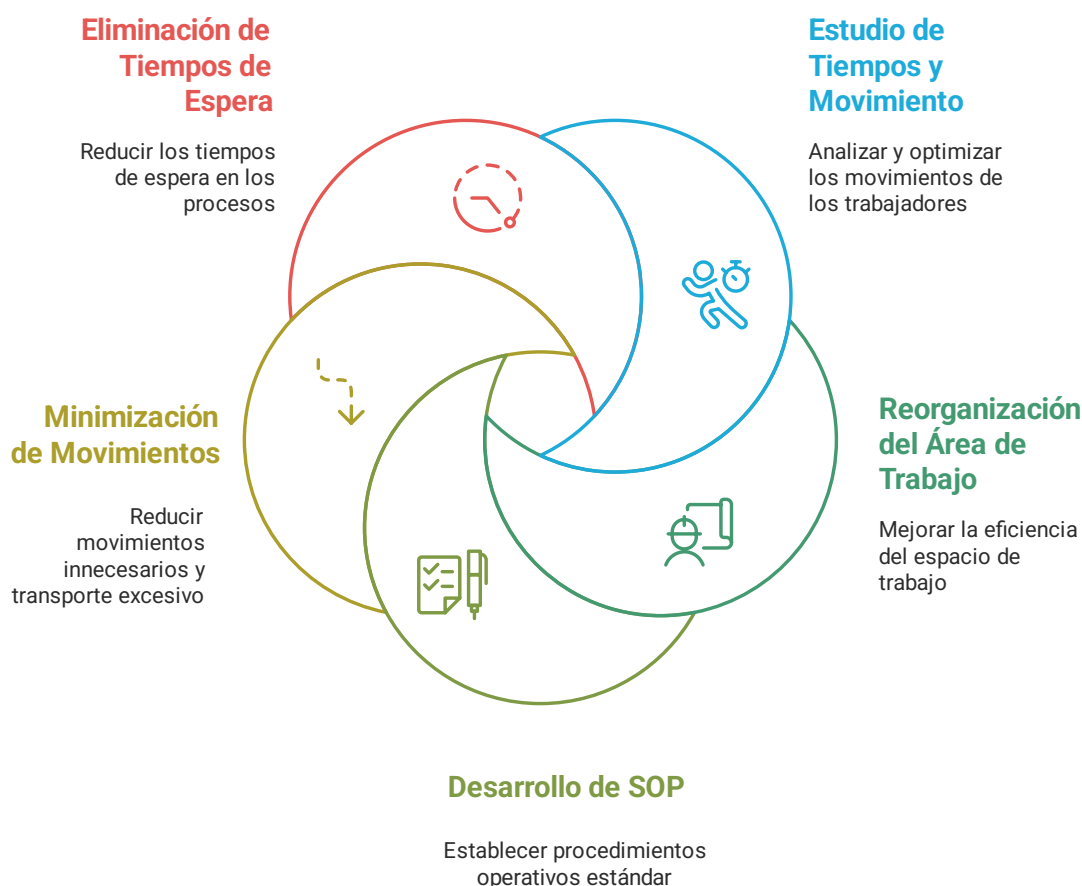


Figura 29. Estrategias para reducir desperdicios en cada etapa del proceso productivo

Estudio de tiempos de movimiento

El estudio de tiempos y movimientos en LM certifica la eficiencia en los procesos de producción. Esta metodología permite comprobar actividades que no agregan valor, reducir tiempos improductivos y fiscalizar el flujo de trabajo en cada etapa del proceso. Al eliminar desperdicios relacionados con movimientos innecesarios, esperas prolongadas y sobreprocesos, LM incrementa la productividad y favorece la sostenibilidad del sector, contribuyendo a la creación de sistemas más ágiles y responsables.

Esta metodología alerta sobre actividades que no aportan valor, como movimientos excesivos o innecesarios, con el objetivo de reducirlos o eliminarlos. Al comprender la distribución de estos tiempos, se pueden realizar ajustes en el layout de la planta, acercando estaciones de trabajo interrelacionadas para minimizar desplazamientos y optimizar el flujo de producción. De esta manera, el estudio de tiempos de movimiento se convierte en una herramienta clave para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la productividad en la industria alimentaria (Putri & Dona, 2019).

Además, la eliminación de tiempos de espera se basa en la identificación de puntos de ineficiencia en el proceso productivo, como esperas entre operaciones o retrasos en el suministro de materiales. Al abordar estos tiempos de inactividad, se puede incrementar la sincronización entre las diferentes etapas del proceso y garantizar que cada tarea se realice sin interrupciones innecesarias.

La implementación de estrategias como la mejora en la gestión de inventarios, la programación eficiente de recursos y el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real, permite reducir significativamente los tiempos de espera.

Reorganización del área de trabajo

La organización eficiente del área de trabajo posibilita desarrollar la productividad y reducir el desperdicio en la industria alimentaria. En el contexto de LM, la reorganización del espacio de producción reduce tiempos de espera, movimientos innecesarios y almacenamiento ineficiente. Esta estrategia mejora el flujo de trabajo y permite un mejor aprovechamiento de los recursos, impulsando la eficiencia y la rentabilidad en los procesos productivos.

La reorganización del área de trabajo en industrias alimentarias mediante LM implica rediseñar el layout de la planta para optimizar el flujo de producción y reducir desperdicios. Esto se logra a través del análisis de movimientos y tiempos de trabajo, utilizando herramientas como blocplan para situar estaciones de trabajo interrelacionadas más cerca unas de otras, minimizando desplazamientos innecesarios y tiempos de espera (Putri & Dona, 2019).

Este enfoque también permite mejorar la ergonomía del espacio de trabajo, lo que no solo reduce la fatiga y los riesgos laborales, sino que incrementa la eficiencia operativa. Al agrupar las áreas de trabajo según la secuencia de producción y las necesidades de interacción, se optimizan los recursos y se facilita una gestión más fluida de los materiales y productos. Además, la reorganización basada en LM fomenta una cultura de mejora continua, donde los trabajadores participan activamente en la identificación de áreas de mejora, contribuyendo a un entorno de trabajo más eficiente y menos propenso a desperdicio.

En resumen, la reorganización del área de trabajo bajo los principios de Lean Manufacturing se presenta como una estrategia clave para incrementar la eficiencia

operativa en la industria alimentaria. Al rediseñar el espacio productivo considerando el flujo óptimo de materiales, la interacción entre estaciones de trabajo y la ergonomía laboral, se logra una significativa reducción de desperdicios y tiempos improductivos. Esta mejora no solo impacta en la rentabilidad y productividad de la planta, sino que también favorece el bienestar del personal y la cultura organizacional orientada a la mejora continua. Así, una distribución estratégica del entorno de trabajo se convierte en un factor determinante para alcanzar los estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad exigidos por el sector alimentario actual.

Desarrollo de Procedimientos Operativos Estándar (SOP)

La implementación de Procedimientos Operativos Estándar (SOP) fortalece la eficiencia y la reducción del desperdicio dentro de la industria alimentaria, especialmente en el marco de LM. Estos procedimientos estandarizan las tareas, minimizan las variaciones en la producción y eliminan actividades que no aportan valor, contribuyendo a un proceso de fabricación más eficiente y orientado a la optimización de recursos.

Más allá de la eficiencia, los SOP son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria y el cumplimiento normativo. Al detallar paso a paso cada proceso, desde la recepción de materias primas hasta el empaquetado y distribución del producto final, los SOP aseguran la trazabilidad y la consistencia en la calidad. Además, facilitan la capacitación del personal, reduciendo errores y mejorando la comunicación interna. En el contexto de Lean Manufacturing, los SOP se convierten en una herramienta clave para la mejora continua, ya que permiten identificar áreas de oportunidad y optimizar los procesos de manera sistemática y documentada.

El desarrollo de SOP en las industrias alimentarias bajo el enfoque de LM implica la creación de directrices detalladas que establecen la forma correcta de realizar cada tarea en el proceso de producción. Estos SOP estandarizan operaciones, rediseñan flujos de trabajo y minimizan variaciones que pueden resultar en desperdicios y problemas de calidad. Al ofrecer a los trabajadores instrucciones claras sobre sus responsabilidades y los pasos a seguir, se reducen errores y se edifica la seguridad en el trabajo (Putri & Dona, 2019).

Además, los SOP facilitan la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, lo que contribuye a la reducción de desperdicios en cada etapa del proceso. La implementación de estos procedimientos estandarizados permite una mayor consistencia en los resultados, asegurando que cada operación se realice de manera eficiente y dentro de los parámetros establecidos. Asimismo, al ser una herramienta de comunicación efectiva, los SOP proporcionan la capacitación del personal y una rápida adaptación a cambios en los procesos productivos.

Minimización de movimientos y transporte excesivo

En la industria alimentaria, la eficiencia operativa asegura la competitividad y sostenibilidad del proceso productivo. La aplicación de principios de LM, como la minimización de movimientos innecesarios y el transporte excesivo de materiales, reduce desperdicios, optima tiempos y el flujo de trabajo en cada etapa de producción.

La minimización de movimientos y el transporte excesivo en las industrias alimentarias bajo el enfoque de LM elimina cualquier desplazamiento innecesario de materiales, productos o trabajadores durante el proceso de producción. Esto se logra reorganizando el diseño de la planta para acercar las estaciones de trabajo y equipos, lo

que facilita una transferencia más fluida de materias primas y productos terminados (Putri & Dona, 2019).

Este rediseño contribuye a la eficiencia operativa y a una mayor seguridad al reducir los riesgos asociados al transporte innecesario. Además, al optimizar el flujo de materiales y la ubicación de las estaciones de trabajo, se disminuyen los tiempos de espera y se acelera la producción, lo que resulta en una mayor productividad. La eliminación de movimientos innecesarios también permite un mejor aprovechamiento de los recursos, como el personal y los equipos, garantizando que cada tarea se realice en el momento adecuado y con el menor esfuerzo posible.

Eliminación de tiempos de espera

En la industria alimentaria, los tiempos de espera constituyen una de las principales fuentes de desperdicio, impactando directamente en la eficiencia y productividad del proceso productivo. En el marco de LM, la eliminación de estos tiempos improductivos facilita el flujo de trabajo, aminora costos operativos y recursos, lo que permite un proceso más ágil y eficiente.

Además, se utilizan herramientas como el JIT para garantizar que los materiales y productos lleguen a la estación de trabajo justo en el momento en que se necesitan, evitando tanto el exceso de inventario como los tiempos de espera innecesarios. La implementación de estas prácticas permite que cada etapa del proceso productivo esté sincronizada de manera eficiente, reduciendo los retrasos y mejorando la velocidad de producción.

CAPÍTULO IV

Lean Manufacturing en la industria alimentaria

4. Lean Manufacturing en la industria alimentaria

4.1. Importancia de la Lean Manufacturing en industrias alimentarias

La implementación de LM en las industrias alimentarias responde a la necesidad de nutrir los procesos productivos, disminuir desperdicios y posibilitar la eficiencia operativa en un sector altamente regulado y competitivo. Debido a la naturaleza perecedera de los productos, la gestión eficiente del tiempo, los recursos y la calidad aseguran la sostenibilidad y rentabilidad del negocio.

La reducción de defectos y la mejora en la trazabilidad permiten no solo cumplir con normativas de seguridad alimentaria, sino fortalecer la confianza del consumidor. Asimismo, la optimización del flujo de trabajo y el uso eficiente de los recursos contribuyen a una producción más sostenible, alineada con las exigencias del mercado y las tendencias de consumo responsable.

También promueve la flexibilidad en la adaptación a variaciones en la demanda y, al minimizar costos operativos, contribuye a una mayor rentabilidad. En conjunto, la

integración de LM potencia tanto la calidad del producto final como la posición de las empresas en el mercado (Meza & García, 2023).

Además, la optimización de los procesos mediante LM permite una mejor gestión de los recursos, asegurando que cada etapa de producción agregue valor y elimine ineficiencias. Esto se traduce en una reducción del consumo de energía, agua y otros insumos, lo que no solo disminuye costos operativos, sino que refuerza el compromiso de la empresa con la responsabilidad social y ambiental. De esta manera, las industrias alimentarias pueden aumentar su reputación en el mercado y cumplir con regulaciones cada vez más exigentes en materia de sostenibilidad y seguridad alimentaria.

Esta metodología permite circunscribir y excluir actividades que no agregan valor, mejorando así la calidad del producto y asegurando el cumplimiento de expectativas de clientes y regulaciones. Al abordar los cuellos de botella, las empresas incrementan su capacidad productiva mediante mejoras estratégicas, como la inversión en nueva maquinaria o el reacomodamiento de operaciones. Además, en un mercado altamente competitivo, LM facilita a las empresas adaptarse rápidamente y mantener la flexibilidad necesaria para sobresalir (Balerio et al., 2022).

Del mismo modo, LM favorece una cultura organizacional basada en la mejora continua, donde los colaboradores participan activamente en la identificación de oportunidades para optimizar los procesos. Esto no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que motiva al personal al involucrarlo en la toma de decisiones y en la solución de problemas, generando un entorno de trabajo más productivo y alineado con los objetivos estratégicos de la empresa.

Como se ha mencionado anteriormente, la aplicación de LM en industrias alimentarias se justifica por varias razones clave según Garcia-Garcia et al. (2022):

reducción de residuos, optimización de operaciones, mejora de la calidad, eficiencia económica y sostenibilidad (figura 30).

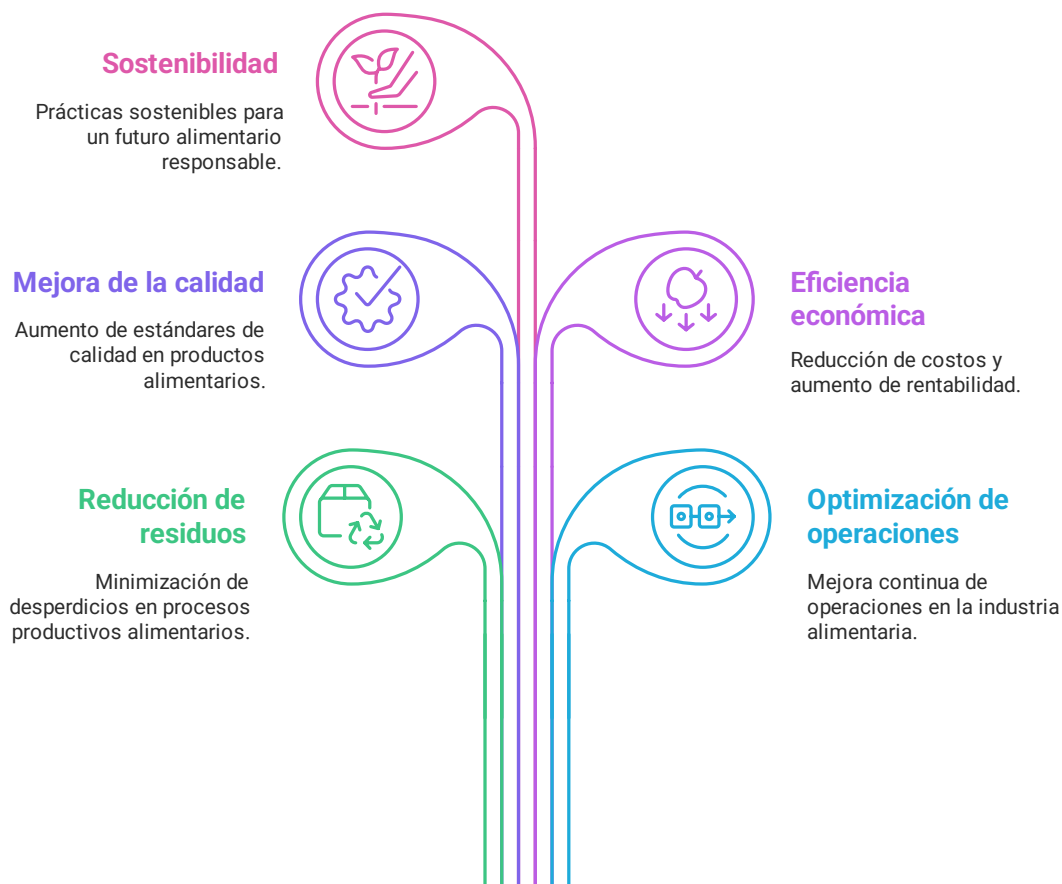


Figura 30. Importancia de LM en industrias alimentarias

Reducción de residuos

La reducción de residuos en las industrias alimentarias promueve la sostenibilidad en un sector clave de la economía global. La creciente preocupación por los impactos ambientales y económicos del desperdicio de alimentos ha impulsado a las empresas a adoptar prácticas más responsables y eficientes en sus procesos de producción, distribución y consumo. Esta reducción contribuye a la conservación de recursos naturales y ofrece beneficios económicos.

La reducción de residuos se define como la parte integral de esta filosofía, que se enfoca en minimizar cualquier forma de desperdicio en los procesos de producción para mejorar la eficiencia operativa. Esto incluye la eliminación de desechos en varias áreas como el tiempo, los materiales y la mano de obra. Al aplicar técnicas como el mapeo de la cadena de valor y la gestión de inventarios JIT, las empresas buscan optimizar los procesos productivos, lo que resulta en una reducción significativa de residuos y, por ende, una mejora en la eficiencia general de las operaciones (Rahman et al., 2024).

Además, la LM complementa estos esfuerzos al integrar herramientas de análisis y control de calidad que permiten identificar y eliminar variabilidad en los procesos. Esta sinergia no solo contribuye a la reducción de residuos, sino que fortalece la cultura de mejora continua dentro de la organización. A través de la capacitación constante del personal y la adopción de prácticas estandarizadas, las empresas pueden mantener un enfoque sostenible y competitivo en el mercado global.

Para Nirmal et al. (2023) la reducción de residuos en las industrias alimentarias incluye la valorización de los residuos de frutas, proponiendo su transformación en recursos valiosos gracias a la extracción de compuestos bioactivos como fibras dietéticas y antioxidantes. Esta práctica contribuye a disminuir la huella de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible, y ofrece oportunidades para el desarrollo de productos nutracéuticos y alimentos funcionales.

Ahorros de costos

Los ahorros de costos son una de las principales ventajas que las industrias alimentarias pueden obtener al implementar LM. Esta metodología, centrada en la

optimización de procesos y la eliminación de desperdicios, reduce significativamente los costos operativos sin comprometer la calidad del producto. En un sector altamente competitivo como el alimentario, donde los márgenes de ganancia son frecuentemente estrechos, la capacidad de generar ahorros a través de la mejora continua y la eficiencia se traduce en una ventaja estratégica.

Díaz-Reza et al. (2022) postulan que los ahorros de costos en la implementación de LM se logran principalmente a través de la eliminación de desperdicios, que incluye la sobreproducción, tiempos de espera y excesos de procesamiento, lo que mejora la eficiencia operativa. La integración de herramientas como el Total Preventive Maintenance (TPM) y el Overall Equipment Effectiveness (OEE) optimiza el uso de los recursos y reduce los tiempos de inactividad. Esto no solo disminuye los costos por unidad y mejora la competitividad, sino que eleva la calidad del producto al reducir retrabajos y quejas de los clientes.

Aripin et al. (2023) advierten el costo de mala calidad que incluye gastos por rework y scrap, lo cual resalta la importancia de mejorar la calidad interna del producto para disminuir costos. En este sentido, se sugiere que las empresas desarrollen un enfoque estratégico y sostenible para la adopción de LM, asegurando beneficios a largo plazo en la reducción de costos y un cambio hacia una cultura organizacional más eficiente y orientada a la calidad.

Adaptabilidad

La adaptabilidad es una característica clave para el éxito a largo plazo de las industrias alimentarias en un entorno de constantes cambios y demandas del mercado. LM, con su enfoque flexible y centrado en la mejora continua, ofrece herramientas

valiosas para ayudar a las empresas a adaptarse rápidamente a nuevas situaciones, como variaciones en la demanda, cambios tecnológicos o condiciones del mercado.

La adaptabilidad se refiere a la capacidad de integrar características culturales nacionales en la creación de una cultura laboral local, esencial en entornos multiculturales. Esta integración es importante para superar la resistencia local y las barreras de comunicación que impactan negativamente en la eficiencia operativa. La adaptación implica medir aspectos culturales, analizar la alineación de los valores organizacionales con los locales, y seleccionar herramientas adecuadas que faciliten esta integración (Alba-Baena & Salcido-Delgado, 2021).

La adaptabilidad en el entorno laboral permite una integración efectiva de las características culturales nacionales en la cultura organizacional, favoreciendo la cohesión y el compromiso de los empleados en entornos multiculturales. Al superar la resistencia local y reducir las barreras de comunicación, se fortalece la eficiencia operativa y se facilita la implementación de metodologías de mejora continua. Para lograrlo, es fundamental evaluar los factores culturales, alinear los valores organizacionales con los locales y emplear herramientas adecuadas que faciliten esta transición.

Para Saad et al. (2021) la adaptabilidad se refiere a la capacidad de las empresas para responder eficazmente a las cambiantes demandas del mercado, la variabilidad de productos y la personalización. Aunque la manufactura ágil ha mejorado el rendimiento operativo, su naturaleza de secuencia de producción fija y lenta respuesta limita su efectividad en la era digital. Por otro lado, las tecnologías de la Industria 4.0, modulares y flexibles, permiten la producción masiva de productos personalizables.

La capacidad de adaptación empresarial responde a las dinámicas cambiantes del

mercado, especialmente en cuanto a la variabilidad de productos y la personalización. Si bien la fabricación ágil ha contribuido a mejorar el rendimiento operativo, su rigidez en la secuencia de producción y su limitada capacidad de respuesta reducen su eficacia en un entorno digitalizado. En contraste, las tecnologías de la Industria 4.0 ofrecen soluciones modulares y flexibles que posibilitan la producción masiva de bienes altamente personalizables, permitiendo a las empresas mejorar su competitividad.

Transformación de negocios

La transformación de negocios es un proceso fundamental para las industrias alimentarias que buscan no solo mejorar sus operaciones, sino reinventar su modelo de gestión y producción para adaptarse a las exigencias del mercado moderno. LM, centrada en la eliminación de desperdicios y la optimización de procesos, impulsa una transformación profunda que impacta todos los niveles de la organización, desde la producción hasta la toma de decisiones estratégicas. Esto implica, por un lado, la adopción de la digitalización para aumentar la eficiencia y satisfacer necesidades no atendidas de los consumidores, al mismo tiempo que se implementan prácticas de manufactura lean y mejoras continuas (Liao & Wang, 2021).

Además, la transformación de negocios no solo abarca cambios tecnológicos y operativos, sino una evolución en la cultura organizacional y en la gestión del talento humano. La capacitación constante, el fomento de la innovación y la adopción de metodologías ágiles permiten a las empresas responder con mayor rapidez a los desafíos del entorno competitivo. Asimismo, la integración de criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones estratégicas fortalece la resiliencia empresarial y mejora la percepción de la marca en un mercado cada vez más exigente y consciente.

Alexey (2024) considera que la transformación de negocios implica un compromiso continuo para adaptarse a las necesidades cambiantes de los clientes y a las dinámicas de la industria, reconociendo que no es un evento único sino un proceso constante. Este proceso conlleva un cambio significativo en la forma de crear valor, donde las empresas deben reimaginar sus productos y servicios mediante la integración de nuevas tecnologías. A su vez, esta transformación exige un cambio cultural dentro de las organizaciones, fomentando una mentalidad flexible y abierta a la innovación.

En este sentido, la transformación de negocios también exige una reconfiguración de los modelos de liderazgo, priorizando la capacidad de adaptación y la visión estratégica a largo plazo. Los líderes deben promover una cultura de colaboración, aprendizaje continuo y experimentación, aspectos medulares para mantener la competitividad en un entorno de constante evolución. Además, la interacción con los clientes se redefine a través de canales digitales, permitiendo una mayor personalización y una mejor comprensión de sus necesidades.

LM ofrece múltiples beneficios a las industrias alimentarias al centrarse en la optimización de recursos y la eliminación de desperdicios. Este enfoque permite a las empresas mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la calidad de los productos, lo que se traduce en una mayor satisfacción del cliente. En el contexto de la industria alimentaria, estas prácticas no solo ayudan a cumplir con las normativas de seguridad y calidad, sino que promueven la sostenibilidad al minimizar el uso de recursos (Madhavan et al., 2024).

Flores y Gualberto (2022) mencionan que LM ofrece diversos beneficios significativos para las empresas, entre los cuales se destacan la reducción de desperdicios y el aumento de la productividad mediante la optimización de procesos, como se logra con la

implementación de herramientas como las 5S. Además, esta metodología mejora la calidad del producto final y fomenta una cultura de mejora continua, lo que impulsa la innovación dentro de la organización.

Por otro lado, LM también ofrece un impacto positivo en la rentabilidad de las empresas al reducir costos operativos y optimizar el uso de los recursos. La eficiencia en la gestión del tiempo y el espacio, junto con la eliminación de actividades que no agregan valor, permite que las organizaciones sean más ágiles y competitivas. Además, la implementación de esta metodología fomenta una mayor satisfacción del cliente, ya que se incrementa la capacidad para entregar productos de alta calidad en menores tiempos.

Al centrarse en la mejora continua y la eliminación de desperdicios, LM ayuda a las empresas a adaptarse rápidamente a las demandas del mercado, ofreciendo soluciones más personalizadas y eficientes. Esto no solo mejora la percepción de la marca, sino que fortalece la lealtad del cliente, ya que se logra una mayor consistencia en la entrega de productos y servicios adicional involucra a empleados dicho proceso.

Optimización de operaciones

La optimización de operaciones en las industrias alimentarias fortalece la eficiencia, disminuye costos e incrementa la competitividad en un mercado global. Con el avance de la tecnología y la innovación, las empresas tienen la oportunidad de perfeccionar sus procesos productivos, desde la selección de materias primas hasta la distribución de productos finales. Implementar prácticas de optimización no solo facilita una mayor productividad, sino que favorece la calidad y seguridad de los alimentos, al mismo tiempo que contribuye a la sostenibilidad y reducción del desperdicio.

Dossou et al. (2022) caracterizan a la optimización de operaciones como un enfoque que busca eliminar actividades que no añaden valor al proceso productivo. Se centra en la mejora continua mediante la identificación y eliminación de desperdicios (muda) a lo largo de la cadena de producción. Esta metodología busca mejorar la eficiencia operativa a través de la coordinación de flujos, la integración de proveedores en el desarrollo de productos, la capacitación y empoderamiento de los operadores, así como la consideración de las necesidades del cliente.

De esta manera, la optimización de operaciones no solo permite reducir costos y tiempos de producción, sino que mejora la calidad del producto final y la satisfacción del cliente. La implementación de herramientas como el Kaizen, el JIT y el mantenimiento productivo total (TPM) facilita la detección temprana de problemas y la adopción de soluciones ágiles. Además, al fomentar una cultura de trabajo basada en la eficiencia y la colaboración, las empresas pueden adaptarse mejor a los cambios del mercado y fortalecer su competitividad a largo plazo.

Mejora de la calidad

La mejora de la calidad en las industrias alimentarias es un proceso esencial para garantizar la seguridad y satisfacción del consumidor, así como para fortalecer la competitividad y la sostenibilidad del sector. A medida que las expectativas de los consumidores evolucionan, las empresas deben adaptarse implementando sistemas de control de calidad más rigurosos y adoptando nuevas tecnologías que aseguren productos consistentes y seguros. La mejora continua de la calidad no solo responde a las normativas y estándares internacionales, sino que refleja un compromiso con la innovación y la excelencia operativa.

La mejora en la eficiencia operativa se refiere a la optimización de procesos para utilizar los recursos de manera más efectiva, lo que resulta en una reducción de costos y tiempos de producción. Estrategias como el equilibrio de la carga de trabajo, o heijunka, junto con prácticas de producción en lotes pequeños y cambio rápido, contribuyen significativamente a esta mejora. Además, la implementación de sistemas JIT elimina desperdicios y optimiza el flujo de trabajo en la producción (Habib et al., 2023).

La mejora continua tiene como objetivo principal la reducción de desperdicios mediante la optimización del flujo de procesos, lo que implica identificar y eliminar actividades que no agregan valor al producto final. Este enfoque no solo busca la eficiencia operativa, sino que también se centra en mejorar la calidad del producto, minimizando la variación y los defectos en el proceso. La implementación de metodologías como Kaizen fomenta la participación de todos los empleados en la demarcación de áreas de mejora (Clancy et al., 2023).

Como resultado, se promueve una cultura organizacional basada en la innovación y el compromiso con la excelencia, donde cada trabajador contribuye al perfeccionamiento continuo de los procesos. Además, el uso de herramientas como el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) permite una evaluación sistemática de las mejoras implementadas, asegurando su efectividad y sostenibilidad a largo plazo. De este modo, la mejora continua no solo optimiza la producción, sino que también fortalece la competitividad de la empresa en un mercado en constante evolución.

Eficiencia económica

La eficiencia económica en las industrias alimentarias maximiza la rentabilidad, optimiza el uso de recursos y mejora la competitividad en un mercado globalizado. En

un sector donde los márgenes de ganancia suelen ser estrechos debido a los costos elevados de materias primas, energía y distribución, la adopción de prácticas eficientes garantiza la sostenibilidad financiera a largo plazo. Esto implica no solo la reducción de desperdicios y costos operativos, sino el desarrollo en la gestión de la cadena de suministro, la innovación en procesos productivos y la implementación de tecnologías avanzadas.

La eficiencia económica se define como la capacidad de maximizar la utilización de recursos mientras se minimiza el desperdicio. Esto implica reducir costos de producción, ofreciendo al mismo tiempo productos de alta calidad que satisfacen las necesidades del cliente. En este contexto se busca lograr estos objetivos a través de técnicas específicas que eliminan desperdicios en cada etapa del proceso productivo, desde el diseño hasta la fabricación, contribuyendo así a una mejora continua en la productividad y una reducción de costos generales (Kumar et al., 2022).

Para alcanzar este nivel de eficiencia, las empresas implementan estrategias como la automatización de procesos, la optimización de la cadena de suministro y la aplicación de metodologías como LM y Six Sigma. Estas prácticas no solo permiten un uso más racional de los recursos, sino que incrementan la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda del mercado. Además, al reducir desperdicios y mejorar la calidad, las organizaciones pueden fortalecer su competitividad y generar mayor valor tanto para los clientes como para los stakeholders.

Sostenibilidad

La sostenibilidad en las industrias alimentarias posibilita un futuro viable tanto para el sector como para el planeta. A medida que crece la demanda de productos

responsables y respetuosos con el medio ambiente, las empresas del sector deben adaptarse a prácticas que optimicen sus procesos productivos y minimicen su impacto ambiental. Esto implica adoptar estrategias que reduzcan el desperdicio de recursos, fomenten el uso de energías renovables, promuevan la economía circular y garanticen la producción de alimentos saludables y accesibles para todos.

García-Alcaraz et al. (2021) conceptualizan a la sostenibilidad como aquella relación entre la eficiencia operativa y los beneficios financieros resultantes de la aplicación de las herramientas lean, contribuyendo así a un rendimiento económico durable y mejorado en el tiempo, acompañado de un enfoque en la reducción de costos y mejora de la productividad. Además, la sostenibilidad en LM implica beneficios económicos y un impacto positivo en el medioambiente y en la sociedad.

La reducción del desperdicio de materiales, el uso eficiente de la energía y la optimización de los procesos productivos permiten disminuir la huella ecológica de las operaciones industriales. Al mismo tiempo, la mejora en las condiciones laborales y el fomento de una cultura de trabajo basada en la eficiencia y la innovación refuerzan la responsabilidad social empresarial, creando un equilibrio entre rentabilidad, bienestar social y cuidado del entorno.

4.2. Desafíos operativos en la industria alimentaria

La industria alimentaria enfrenta una serie de desafíos operativos que impactan su eficiencia, calidad y sostenibilidad. Factores como el cumplimiento de normativas sanitarias, la gestión de la cadena de suministro, la optimización de costos y la adaptación a las nuevas tecnologías exigen estrategias innovadoras para garantizar la competitividad en un mercado en constante evolución. Además, la creciente demanda

de productos más saludables y sostenibles impulsa a las empresas a mejorar sus procesos productivos sin comprometer la rentabilidad.

La industria alimentaria según De Niz y Nájera (2023) enfrenta varios desafíos operativos en la implementación de prácticas sostenibles. Entre estos se incluyen las limitaciones de tiempo, que dificultan la dedicación necesaria para aplicar eficazmente medidas sustentables, así como la falta de recursos financieros y materiales, que impide la inversión en iniciativas ecológicas. Además, la capacidad humana es un factor crítico, ya que la escasez de personal o la falta de capacitación adecuada limitan la efectividad de estas prácticas.

Otro desafío relevante es la complejidad de la cadena de suministro, donde la obtención de materias primas sostenibles y la reducción del desperdicio requieren una coordinación eficiente entre proveedores, productores y distribuidores. La adopción de tecnologías ecológicas también representa una barrera, ya que muchas empresas enfrentan dificultades para modernizar sus procesos sin afectar la productividad. En este contexto, es fundamental que la industria alimentaria desarrolle estrategias integrales que equilibren la sostenibilidad con la viabilidad económica.

Satpathy et al. (2024) argumentan que uno de los principales obstáculos es la inversión inicial necesaria para adoptar tecnologías y procesos ambientalmente amigables, lo que puede desincentivar a algunas empresas. Además, existe una resistencia al cambio, ya que los costos a corto plazo a menudo se ven como prohibitivos en comparación con los beneficios a largo plazo. La complejidad de las cadenas de suministro globales también representa un reto, dada la necesidad de coordinar esfuerzos a través de diversas culturas y regulaciones.

Para superar estos desafíos, las empresas deben adoptar un enfoque estratégico que

incluya incentivos financieros, alianzas con organismos reguladores y programas de capacitación para el personal. La implementación gradual de tecnologías sostenibles, acompañada de políticas de apoyo gubernamental y acceso a financiamiento, facilita la transición sin comprometer la estabilidad operativa. Asimismo, la concienciación sobre los beneficios a largo plazo, como la reducción de costos operativos y el fortalecimiento de la reputación corporativa.

Ineficiencias en el procesamiento

El procesamiento en las industrias alimentarias garantiza la calidad, seguridad y competitividad de los productos, pero a menudo se ve afectado por diversas ineficiencias. Estas pueden derivarse de fallas en la gestión de recursos, uso inadecuado de tecnologías, desperdicio de materias primas o deficiencias en la capacitación del personal. Además, factores como la falta de automatización, problemas en la cadena de suministro y normativas exigentes generan retrasos y aumentan los costos operativos.



Figura 31. Principales ineficiencias en el procesamiento

La ineptitud en el procesamiento dentro de las industrias alimentarias se define como el uso excesivo o ineficaz de energía durante la conversión de materias primas en productos alimenticios finales. Esto se manifiesta en los altos niveles de consumo energético asociados con varios procesos de tratamiento de alimentos, que a menudo son ineficientes, especialmente en países en desarrollo, donde una gran parte de la energía consumida se destina a actividades como la cocción y preparación de alimentos (Clairand et al., 2020).

La falta de mantenimiento adecuado en equipos y maquinaria contribuye a un mayor desperdicio energético, ya que los sistemas obsoletos o en mal estado requieren más recursos para operar eficientemente. La ausencia de tecnologías avanzadas y la poca inversión en innovación agravan este problema, dificultando la optimización del consumo energético. Implementar estrategias como la modernización de equipos, el uso de fuentes de energía renovable y la capacitación del personal en prácticas eficientes puede reducir significativamente estas ineficiencias, mejorando la sostenibilidad y rentabilidad de las industrias alimentarias.

Para Clairand et al (2020) la ineficiencia se origina en diversas áreas, incluyendo el tratamiento térmico, el uso obsoleto de tecnologías, y la falta de integración en los sistemas de eficiencia energética, que comprometen tanto la calidad del producto final como los costos operativos y que pueden ser abordadas mediante la implementación de tecnologías más avanzadas y la adopción de estrategias de eficiencia energética que permitan una producción más efectiva con un menor consumo de energía.

Además, la automatización de procesos y el monitoreo en tiempo real del consumo energético desempeñan un papel clave en la reducción de desperdicios y optimización de recursos. La capacitación del personal en el uso eficiente de equipos y la adopción de

fuentes de energía renovable también minimizan el impacto ambiental y desarrollan la rentabilidad.

Desperdicio de alimentos

El desperdicio de alimentos en las industrias alimentarias es un problema significativo que impacta tanto en la economía como en el medioambiente. Grandes volúmenes de productos se pierden a lo largo de la cadena de producción debido a ineficiencias en el almacenamiento, procesamiento y distribución. Factores como el sobrestock, el deterioro por manejo inadecuado y el rechazo de productos por no cumplir con estándares estéticos contribuyen a este desperdicio.

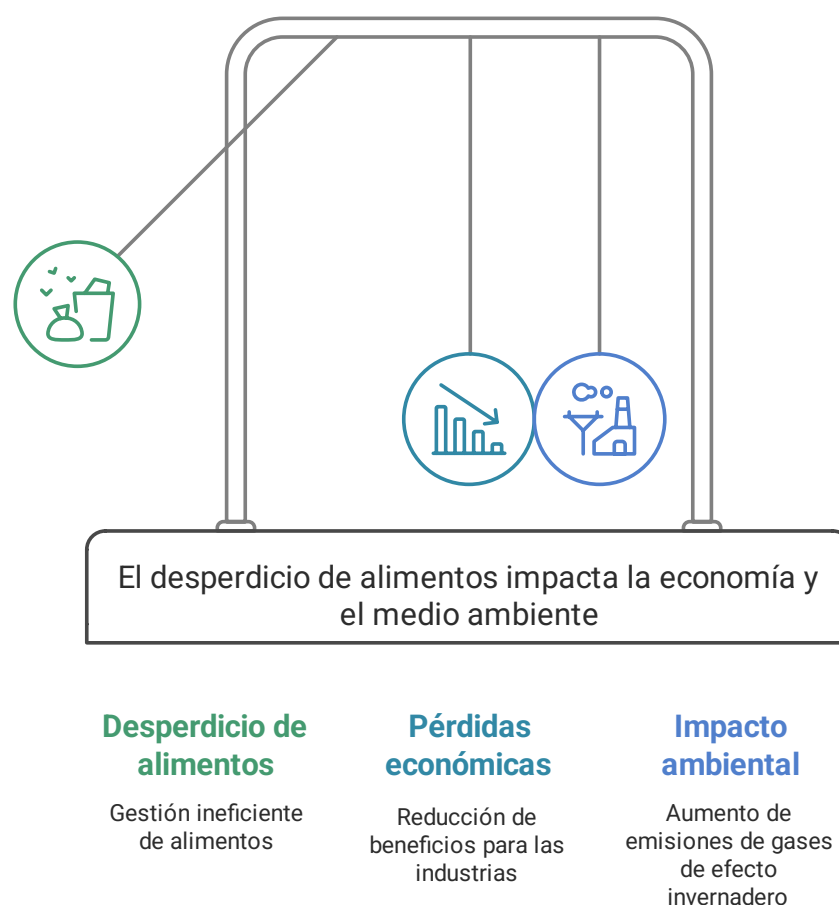


Figura 32. Impacto del desperdicio de alimentos

Papaioannou et al. (2022) definen el desperdicio de alimentos en las industrias alimentarias como la cantidad significativa de residuos generados a lo largo de toda la cadena de suministro de alimentos, que incluye tanto el nivel de producción agrícola ("on farm") como durante el procesamiento y la fabricación de productos alimentarios. Se estima que más de 1.3–1.6 millones de toneladas de alimentos son desechados anualmente a nivel mundial, lo cual equivale aproximadamente a un tercio de la producción global de alimentos para consumo humano y más de una cuarta parte de la producción agrícola mundial.

Este desperdicio no solo tiene un impacto negativo en la seguridad alimentaria global, sino que representa una gran pérdida de recursos valiosos, como agua, energía y tierra, empleados durante las etapas de cultivo, transporte y procesamiento de alimentos. Además, la descomposición de estos residuos en los vertederos genera emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático. Por lo tanto, abordar el desperdicio de alimentos es esencial no solo para mejorar la eficiencia en la producción y distribución de alimentos, sino para mitigar los impactos ambientales y económicos asociados a estas prácticas insostenibles.

El desperdicio de alimentos en las industrias alimentarias expone la gran cantidad de residuos generados y la ineficiencia de las prácticas de gestión actuales, como la alimentación de animales y el compostaje, que carecen de un valor económico y ambiental significativo.

Se propone la valorización de residuos como una solución clave, aprovechando los compuestos útiles presentes en los desperdicios. Se busca identificar flujos de residuos y evaluar prácticas de gestión en diversas empresas, promoviendo así la integración de la valorización en la cadena de suministro alimentaria para mejorar la sostenibilidad y

el valor económico de estos residuos (Garcia-Garcia et al., 2019).

La implementación de técnicas innovadoras de valorización de residuos permite transformar lo que tradicionalmente se considera desperdicio en recursos valiosos, como bioenergía, compost para la agricultura o ingredientes para otros productos. Esta práctica no solo contribuye a reducir la cantidad de desechos que terminan en vertederos, sino que también favorece la economía circular dentro de la industria alimentaria. Además, al incorporar estas soluciones sostenibles en los procesos productivos, las empresas pueden mejorar su competitividad al generar nuevos productos de valor agregado, optimizando el uso de recursos y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

Asimismo, la valorización de residuos impulsa la innovación en los modelos de negocio de la industria alimentaria, fomentando colaboraciones entre empresas, centros de investigación y startups especializadas en tecnologías limpias. Esta sinergia facilita el desarrollo de soluciones tecnológicas más eficientes para el reaprovechamiento de subproductos, como enzimas, colorantes naturales o compuestos bioactivos, que pueden ser utilizados en sectores como la cosmética, la farmacéutica y la alimentación funcional.

Control de calidad

El control de calidad en las industrias alimentarias facilita la seguridad, inocuidad y cumplimiento de estándares en la producción de alimentos. Abarca desde la selección de materias primas hasta la distribución del producto final, asegurando que cada etapa cumpla con normativas nacionales e internacionales. Factores como la higiene, la trazabilidad, el correcto manejo de insumos y el cumplimiento de parámetros

fisicoquímicos y microbiológicos son esenciales para evitar riesgos para la salud del consumidor.

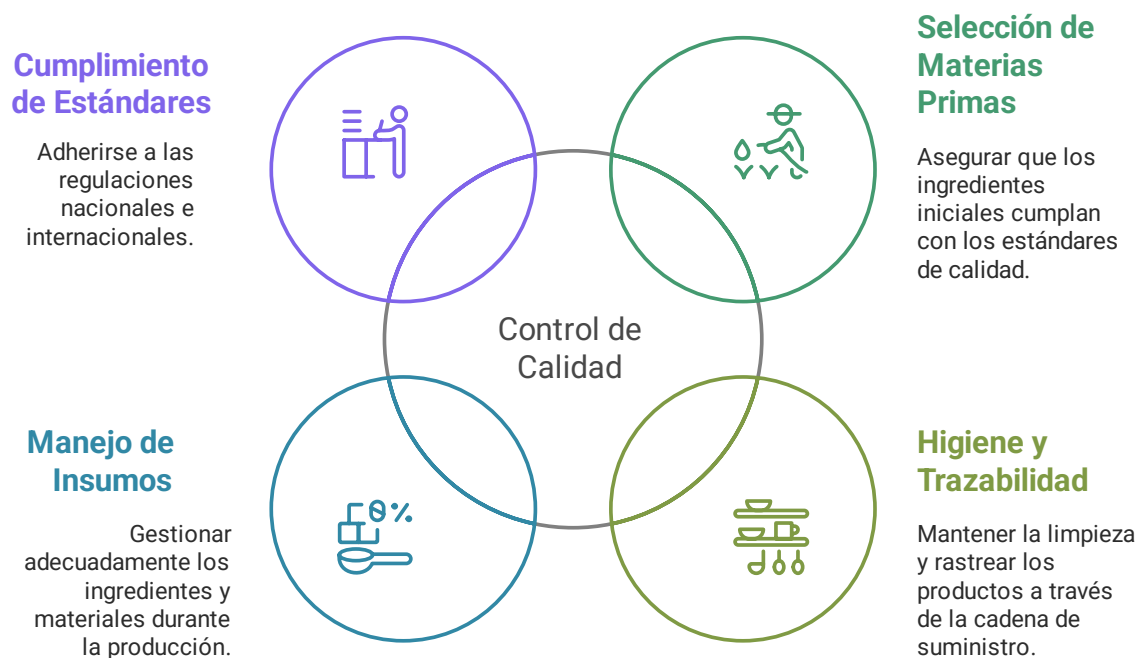


Figura 33. Importancia de LM en industrias alimentarias

Para Hassoun et al. (2023) el control de calidad en las industrias alimentarias se refiere a la evaluación y aseguramiento de la calidad de los productos alimenticios mediante la implementación de métodos y tecnologías analíticas. Los investigadores destacan la necesidad de innovaciones en los métodos analíticos tradicionales, que suelen ser destructivos y consumen tiempo, así como la urgencia de desarrollar técnicas novedosas y más eficientes. Esta evolución tecnológica en el control de calidad no solo mejora la eficiencia operativa, sino contribuye a la trazabilidad y transparencia en la cadena de suministro, lo que a su vez fortalece la confianza del consumidor en los productos alimenticios.

Además, la implementación de tecnologías avanzadas en el control de calidad

permite a las industrias alimentarias detectar de manera más precisa y temprana posibles contaminantes o defectos en los productos, reduciendo el riesgo de incidentes de seguridad alimentaria. Al integrar sistemas automatizados y análisis en tiempo real, las empresas monitorizan constantemente las condiciones de producción, lo que les permite hacer ajustes inmediatos y mejorar la consistencia de los productos finales.

4.3. Herramientas Lean aplicadas a la industria alimentaria

Las herramientas Lean se enfocan en la optimización de procesos, la reducción de desperdicios y la mejora continua, con el objetivo de maximizar la eficiencia operativa y la calidad del producto final. En la industria alimentaria, teniendo en cuenta la competitividad, los costos y las exigencias de calidad, la implementación de estrategias Lean resulta primordial para lograr procesos más ágiles y rentables, manteniendo altos estándares de seguridad alimentaria y satisfacción del consumidor. Este enfoque no solo impulsa la productividad, sino que fomenta un ambiente de innovación y adaptación constante.

Las herramientas Lean, centradas en la mejora continua y la eliminación de desperdicios, han revolucionado diversas industrias, incluida la alimentaria, donde la eficiencia y la calidad son esenciales para el éxito. Insfrán y Redondo (2020) mencionan algunas de las herramientas Lean aplicadas en la industria alimentaria, entre las cuales se destacan: 5S, Kaizen, Mapa de flujo de valor (VSM), SMED y Kanban y Heijunka (figura 34).

La integración de estas herramientas no solo mejora el rendimiento operativo, sino que también fortalece la trazabilidad, facilita auditorías y eleva el nivel de cumplimiento normativo, posicionando a las empresas como actores confiables dentro de una

industria altamente competitiva. En conjunto, estas herramientas representan pilares esenciales para lograr una industria alimentaria más ágil, segura y sostenible.

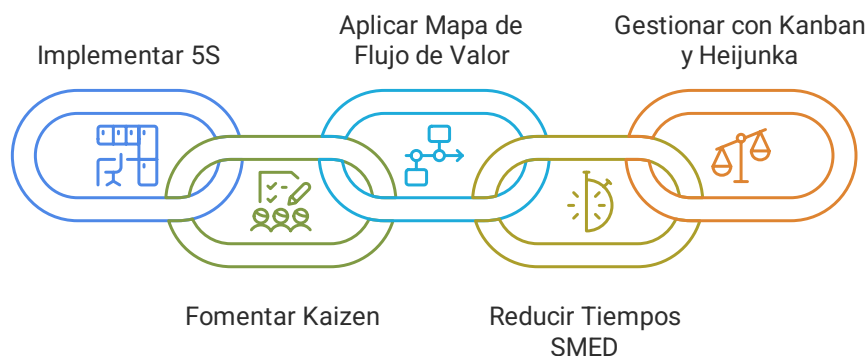


Figura 34. Herramientas Lean en industrias alimentarias

5S: organización y estandarización en plantas de producción

La metodología 5S es un enfoque de gestión que se aplica en las plantas de producción para mejorar la organización y estandarización del espacio de trabajo, promoviendo la eficiencia operativa y la calidad. Consiste en cinco pasos japoneses: Seiri (Clasificación), que implica eliminar elementos innecesarios; Seiton (Orden), que organiza herramientas y materiales; Seiso (Limpieza), que mantiene un ambiente de trabajo limpio; Seiketsu (Estandarización), que establece normas y procedimientos claros; y Shitsuke (Sostenibilidad), que fomenta la disciplina y el compromiso del personal con las prácticas establecidas (Insfran & Redondo, 2020).

La implementación de la metodología 5S no solo contribuye a la mejora del orden y la limpieza en el entorno de trabajo, sino que refuerza la cultura organizacional, promoviendo un ambiente de trabajo más seguro y eficiente. Al aplicar esta metodología, las empresas alimentarias logran reducir los tiempos de búsqueda y

errores, aumentar la motivación del personal y prometer un proceso productivo más ágil. De este modo, la adopción de las 5S resulta clave para optimizar los recursos, mejorar la calidad y elevar los estándares de seguridad alimentaria dentro de la industria.

Kaizen: cultura de mejora continua en la industria de alimentos

Insfran y Redondo (2020) mencionan que esta metodología se basa en la participación de todos los empleados en la identificación de áreas de mejora y en la implementación de soluciones prácticas para optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la calidad de los productos.

La cultura Kaizen fomenta un ambiente en el que se valora el feedback constante y se prioriza la atención a la seguridad del producto, especialmente en respuesta a los crecientes estándares de inocuidad alimentaria y la demanda de los consumidores por productos seguros y de alta calidad.

La cultura Kaizen, al ser un enfoque de mejora continua, impulsa la innovación constante y la resolución de problemas de manera colaborativa. Esta metodología promueve la idea de que incluso las pequeñas mejoras realizadas de forma constante pueden tener un impacto significativo en la eficiencia operativa.

En la industria alimentaria, su aplicación ayuda a optimizar cada eslabón de la cadena de producción, desde la recepción de materias primas hasta la distribución del producto final. Además, al involucrar a todos los niveles de la organización en el proceso de mejora, se fortalece el sentido de pertenencia y el compromiso con los objetivos de calidad y seguridad.

Mapa de flujo de valor (VSM): optimización de procesos

El Mapa de Flujo de Valor (VSM) se desarrolla en la industria alimentaria como una herramienta esencial para la optimización de procesos al permitir la visualización de todas las etapas y flujos de información y materiales en la producción de alimentos. Esta metodología ayuda a identificar desperdicios y áreas de mejora, facilitando la transición del estado actual al estado futuro deseado de los procesos (Insfran & Redondo, 2020).

Al aplicar el VSM, las empresas alimentarias detectan cuellos de botella, reducen tiempos de espera y eliminan actividades que no agregan valor, lo que contribuye a una producción más eficiente y competitiva. Además, esta herramienta permite una mejor coordinación entre los distintos departamentos, asegurando que los recursos se utilicen de manera óptima y que los procesos sean más ágiles.

SMED (Single Minute Exchange of Die): reducción de tiempos de cambio

Para Insfran y Redondo (2020) el SMED (Single Minute Exchange of Die) en la industria alimentaria se centra en la reducción de los tiempos de cambio entre diferentes lotes o productos, lo cual insta a lograr la eficiencia de la producción. Esta técnica consiste en desglosar las actividades de cambio en dos categorías: aquellas que se pueden realizar mientras la máquina está en funcionamiento (actividades externas) y las que requieren que la máquina esté parada (actividades internas).

Al aplicar SMED, las empresas alimentarias disminuyen los tiempos de inactividad, lo que les permite aumentar la flexibilidad en la producción y adaptarse con mayor rapidez a la demanda del mercado. La estandarización de los procedimientos de cambio, el uso de herramientas y equipos adecuados, y la capacitación del personal son factores

clave para el éxito de esta metodología. Además, al reducir los tiempos de ajuste entre lotes, se disminuye el desperdicio de materias primas y se optimiza el uso de los recursos, contribuyendo a una producción más sostenible y rentable.

Kanban y Heijunka: sistemas de producción y gestión de inventarios

En la industria alimentaria, Kanban y Heijunka son herramientas clave en la implementación de metodologías Lean y Lean Six Sigma, al facilitar la gestión de la producción y del inventario. Kanban actúa como un sistema de señalización que optimiza el flujo de materiales y controla la producción según la demanda real, lo que ayuda a minimizar el exceso de inventario y reducir tiempos de espera. Por otro lado, Heijunka se centra en la nivelación de la producción, distribuyendo uniformemente la carga de trabajo para evitar picos que puedan desestabilizar la operatividad y garantizar la calidad del producto (Insfran & Redondo, 2020).

La combinación de Kanban y Heijunka permite a las empresas alimentarias alcanzar una producción más eficiente y equilibrada, evitando tanto la sobreproducción como la escasez de productos. Kanban facilita una respuesta ágil a la demanda del mercado, asegurando que los insumos y productos fluyan de manera sincronizada en la cadena de suministro. Mientras tanto, Heijunka contribuye a una mejor planificación de la producción, reduciendo el estrés en los procesos y optimizando el uso de los recursos.

4.4. Casos de éxito en la industria alimentaria

La implementación de LM en la industria alimentaria ha demostrado ser un factor esencial para mejorar la eficiencia operativa, reducir el desperdicio y optimizar la calidad de los productos. Diversas empresas en este sector han adoptado las prácticas

Lean para transformar sus procesos productivos, no solo mejorando la rentabilidad, sino también adaptándose a las demandas del mercado y cumpliendo con los estrictos estándares de seguridad alimentaria. A través de casos de éxito en los que se ha logrado la optimización de recursos, la reducción de tiempos de producción y el aumento de la satisfacción del cliente, LM ha consolidado su posición como una metodología fundamental para la mejora continua en la industria alimentaria.

Garcia-Garcia et al. (2022) sostienen que, en el sur de Yorkshire, Reino Unido, una fábrica de comidas listas para consumir, especializada en la producción de alimentos refrigerados, contaba con una amplia variedad de productos. Para optimizar el proceso de cambio de producto y reducir tanto el tiempo como los costos asociados, la empresa implementó la metodología LM, la cual distingue entre actividades de cambio internas y externas para mejorar la eficiencia. Se logró reducir el tiempo de cambio en casi un 30 %, aumentar la efectividad general del equipo (OEE) a más del 70 % y disminuir los costos laborales en un 10 %.

La implementación de LM no solo optimizó los tiempos de producción, sino que mejoró la calidad y seguridad de los productos al minimizar errores y variabilidad en los procesos. La estandarización de tareas y el uso de herramientas como el mapeo de flujo de valor permitieron identificar cuellos de botella y eliminar actividades que no aportaban valor. Asimismo, el enfoque en la mejora continua fomentó una cultura de eficiencia y colaboración entre los trabajadores, lo que contribuyó a un entorno de trabajo más organizado y productivo.

Por otro lado, Ferrer-Blas et al. (2024) mencionan que, en la industria de panificación de Medellín, Colombia, la implementación de prácticas como Poka Yoke, Kaizen y fábricas visuales ha generado mejoras significativas en la productividad y calidad de los

productos en micro y pequeñas empresas del sector. No obstante, destacan que, para que esta industria alcance un nivel de clase mundial, es fundamental fortalecer otras estrategias, como el VSM y una gestión más eficiente de los recursos.

Asimismo, la adopción de estas metodologías ha permitido estandarizar procesos, reducir desperdicios y minimizar errores en la producción, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y una mejora en la satisfacción del cliente. Sin embargo, para lograr una transformación más profunda, es esencial impulsar la digitalización y el uso de herramientas tecnológicas que faciliten el monitoreo en tiempo real de la producción. La combinación de estrategias Lean con innovaciones tecnológicas puede potenciar la competitividad del sector, permitiendo a las micro y pequeñas empresas adaptarse mejor a las exigencias del mercado y fortalecer su posición en la industria panificadora.

Un estudio realizado en el Reino Unido, centrado en cuatro empresas del sector alimentario: un proveedor de frutas, una cervecería, un proveedor de patatas y un productor de guisantes, revela que la implementación de LM en estas industrias permite identificar valiosas oportunidades para la valorización de desechos alimentarios. A través de la metodología Waste Flow Modeling (WFM), se logra categorizar y cuantificar los residuos generados, facilitando su transformación en recursos aprovechables. Este enfoque no solo genera beneficios económicos y ambientales para las empresas involucradas (García -García et al., 2019).

La adopción de LM en estas industrias fomenta una cultura de mejora continua, optimizando procesos productivos y reduciendo el desperdicio en todas las etapas de la cadena de valor. La implementación de estrategias como el JIT y la estandarización de procesos minimiza la generación de residuos desde el origen, mejorando la eficiencia operativa. Como resultado, las empresas no solo logran un impacto positivo en sus

costos y rentabilidad, sino que también fortalecen su compromiso con la economía circular, promoviendo un modelo de producción más sostenible y responsable con el medioambiente.

Por otro lado, la investigación llevada a cabo en la General Company for Food Products en Bagdad menciona que la implementación de lean manufacturing impacta positivamente en el desempeño sostenible de la empresa. Logrando una reducción de actividades innecesarias a través de la adopción de una cultura lean, lo que resulta en mejoras en las dimensiones económica, social y ambiental del desempeño empresarial. La velocidad de preparación y configuración emergió como la práctica más influyente, mientras que el mantenimiento productivo total mostró la menor influencia (Musa & Alwan, 2024)

Estos hallazgos refuerzan la importancia de adoptar estrategias Lean en la industria alimentaria para optimizar la eficiencia operativa y fomentar la sostenibilidad. La reducción de actividades innecesarias no solo mejora la rentabilidad, sino que también minimiza el impacto ambiental al reducir el desperdicio de recursos y energía. Además, la implementación de Lean contribuye al bienestar de los trabajadores al generar un entorno más organizado y seguro. Si bien la velocidad de preparación y configuración se destacó como un factor clave en la mejora del desempeño, el mantenimiento productivo total, aunque con menor influencia.

Además, Malek & Zaduminska (2019) en su investigación realizada en una empresa del sector de procesamiento de alimentos, conocida como "Company A", a través de herramientas como el VSM y el SMED, la empresa logró reducir el tiempo de cambio en un 34 % y aumentar la capacidad de producción de su línea principal en un 11 %. Estas mejoras permitieron extender la jornada laboral de un turno durante los picos de

demanda, evitando la necesidad de contratar trabajadores temporales y reduciendo costos. Además, la optimización de los tiempos de configuración ayudó a prevenir el aumento del tamaño de los lotes de procesamiento, lo que contribuyó a disminuir el ciclo de producción y mejorar la calidad, resaltando así que el enfoque en herramientas específicas de lean manufacturing puede generar resultados significativos en la eficiencia operacional dentro del sector alimentario.

Estos resultados evidencian cómo la aplicación estratégica de LM no solo impacta en la eficiencia operativa, sino que también genera beneficios económicos y logísticos a largo plazo. La reducción del tiempo de cambio mediante SMED permitió a "Company A" optimizar su capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda sin incurrir en costos adicionales de contratación, lo que mejora su competitividad en el mercado. Asimismo, la implementación de VSM facilitó la identificación de cuellos de botella y oportunidades de mejora en el flujo de producción, permitiendo una asignación más eficiente de recursos.

Asimismo, Valencia et al. (2024) realizan un análisis en una empresa peruana especializada en aderezos y molidos, y los resultados de la adopción del LM en industrias alimentarias fueron bastante positivos. Se logró una reducción significativa en la generación de productos defectuosos, que pasó del 7.5 % al 0.08 % por producción, y se observaron menores tiempos en las tareas de la línea de envasado. Además, la implementación de herramientas Lean condujo a una optimización general de los procesos, mejorando así la calidad, confiabilidad, flexibilidad e innovación, al tiempo que se redujeron los costos.

La integración de LM con Six Sigma y Agile no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también impulsará una cultura organizacional más ágil y orientada a la mejora

continua. La digitalización del VSM permitirá una visibilidad en tiempo real de los procesos, facilitando la identificación de desperdicios y la toma de decisiones basadas en datos. Asimismo, el concepto de Manufactura como Servicio (MaaS) redefinirá la producción en la industria alimentaria, promoviendo modelos más flexibles y personalizados que respondan de manera eficiente a la demanda del mercado.

Costa et al. (2018) estudian una empresa de lácteos en Noruega. Los resultados indican que la aplicación de Lean Six Sigma en la industria alimentaria contribuye de manera significativa a mejorar la sostenibilidad ambiental. Específicamente, se destaca la capacidad de Lean Six Sigma para identificar y eliminar desechos y actividades que no añaden valor, así como mejorar el rendimiento de los procesos y la utilización de recursos, lo que a su vez contribuye a una mayor sostenibilidad ambiental dentro de las cadenas de suministro de alimentos frescos.

Los hallazgos refuerzan la importancia de adoptar enfoques metodológicos que combinen eficiencia operativa con sostenibilidad. En el caso de la empresa de lácteos en Noruega, la aplicación de Lean Six Sigma no solo permitió reducir el desperdicio y optimizar el uso de recursos, sino que también ayudó a minimizar el impacto ambiental al mejorar la gestión de insumos y energía. Este tipo de estrategias es especialmente relevante en la industria de alimentos frescos, donde la reducción de desperdicios y la eficiencia en la cadena de suministro pueden marcar una diferencia significativa en términos de rentabilidad y responsabilidad ambiental.

El estudio realizado en una empresa del sector de alimentos dedicada al envasado y distribución de productos cárnicos demostró que la implementación de la metodología 5S, parte de las técnicas de LM, produjo mejoras significativas en la eficiencia y organización del trabajo. Se lograron altas calificaciones en los cinco principios de las

5S: Seiri (clasificación) y Seiton (orden) alcanzaron un 84 % cada uno, Seiso (limpieza) llegó al 89 %, Seiketsu (estandarización) a un 87 %, y Shitsuke (disciplina) a un 84 %. Estas mejoras no solo optimizaron el manejo de insumos y herramientas, sino que también fomentaron una cultura laboral más comprometida y segura, reduciendo desperdicios y mejorando el ambiente de trabajo (Castillo-Abad et al., 2023).

Se evidencia un impacto positivo de la metodología 5S en la optimización de los procesos dentro de la industria alimentaria, estableciendo una base sólida para la implementación de otras estrategias de LM. La mejora en la organización y estandarización no solo permite una mayor eficiencia operativa, sino que también sienta las bases para la integración de tecnologías avanzadas, como la automatización y el monitoreo en tiempo real, que facilitan la toma de decisiones basada en datos. Además, la reducción de desperdicios y la optimización del espacio de trabajo contribuyen directamente a la sostenibilidad del proceso productivo, alineándose con las tendencias actuales del sector.

De este modo, la aplicación de los principios Lean no solo mejora la productividad y la seguridad laboral, sino que también fortalece la capacidad de las empresas para adaptarse a las exigencias del mercado y los crecientes estándares de calidad y sostenibilidad en la industria alimentaria. Al optimizar los procesos y reducir desperdicios, las empresas pueden responder con mayor agilidad a la demanda de productos más frescos, saludables y con menor impacto ambiental. Asimismo, la estandarización y mejora continua fomentadas por LM facilitan la implementación de certificaciones de calidad y seguridad alimentaria fortaleciendo la confianza del consumidor y ampliando el acceso a mercados internacionales.

CAPÍTULO V

Investigaciones futuras de Lean Manufacturing en industrias alimentarias

5. Investigaciones futuras de Lean Manufacturing en industrias alimentarias

5.1. Tendencias futuras de investigación

LM ha sido una estrategia clave para mejorar la eficiencia y la competitividad en la industria alimentaria, optimizando procesos, reduciendo el desperdicio y garantizando la calidad del producto final. A medida que el sector enfrenta nuevos desafíos, como la demanda de sostenibilidad, la digitalización y la personalización de productos, las tendencias futuras de LM se centrarán en la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el IoT y la automatización inteligente.

Además, la adopción de enfoques más ágiles y flexibles permitirá a las empresas responder de manera eficiente a los cambios en las preferencias del consumidor y las regulaciones cada vez más estrictas en materia de seguridad alimentaria y sostenibilidad. La creciente exigencia por alimentos más saludables, producidos con prácticas responsables y con trazabilidad garantizada, obliga a la industria a innovar en sus procesos de fabricación. En este sentido, metodologías como Lean Agile y la personalización masiva jugarán un papel clave, permitiendo a las empresas adaptar sus líneas de producción en tiempo real y minimizar el desperdicio sin comprometer la

En este contexto, también se observa una estrecha vinculación con la mejora continua, otro principio fundamental dentro de LM. Herramientas como Kaizen y los ciclos de retroalimentación constante juegan un papel importante, permitiendo que las empresas no solo optimicen sus procesos, sino que cultiven una cultura organizacional orientada hacia la innovación y la eficiencia. Esta filosofía de mejora continua promueve un enfoque proactivo en la resolución de problemas y fomenta el compromiso de todos los niveles de la organización en la empresa.

La productividad y la eficiencia en empresas del sector agroalimentario (food Companies, agri-food sector) también son temas destacados, lo que sugiere que la implementación de Lean es clave en la mejora de estos procesos. En la zona azul, se observa un enfoque fuerte en Lean Six Sigma y su relación con la mejora de la calidad dentro de la industria alimentaria. Este concepto está conectado con términos como Six Sigma, Mejora Continua y el ciclo DMAMC, centrado en la medición y optimización de procesos.

En este sentido, la integración de Lean Six Sigma en el sector agroalimentario no solo impulsa la eficiencia operativa, sino que también mejora la calidad de los productos finales, lo cual es esencial en un mercado tan competitivo. La combinación de la reducción de variabilidad (Six Sigma) con la optimización de procesos (Lean) permite a las empresas mejorar tanto su rendimiento como la satisfacción del cliente, minimizando desperdicios y asegurando un control más preciso sobre los estándares de calidad. Este enfoque holístico promueve una gestión más efectiva de los recursos, lo que resulta en una mayor rentabilidad y sostenibilidad.

La estrecha relación con "Food Industry" indica que las técnicas de Lean Six Sigma están siendo ampliamente utilizadas para minimizar la variabilidad en la producción y

mejorar los estándares de calidad en la fabricación de alimentos. Otro grupo temático importante es el de la gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management), resaltado en verde. Aquí se exploran términos como Lean Production, Food Supply Chain y Quality, lo que refleja un interés en la aplicación de Lean para optimizar la logística y mejorar la eficiencia en el abastecimiento de productos alimentarios.

La gestión eficiente de la cadena de suministro en la industria alimentaria garantiza la disponibilidad oportuna de productos de alta calidad, y la implementación de Lean ayuda a reducir los tiempos de espera, mejorar la coordinación entre proveedores y optimizar el inventario.

Además, la aplicación de Lean en la cadena de suministro permite identificar y eliminar cuellos de botella, reduciendo costos y asegurando un flujo continuo de materiales. Al integrar estos principios en la logística, las empresas no solo mejoran su competitividad, sino que también se aseguran de cumplir con las expectativas del cliente en cuanto a la calidad y puntualidad de las entregas.

También se incluyen referencias a contextos específicos, como el Reino Unido y la agricultura, lo que sugiere estudios aplicados a sectores agrícolas en ciertas regiones. Finalmente, la agrupación morada aborda enfoques más específicos, como las Prácticas de Manufactura Islámica y su aplicación en la industria alimentaria de Malasia. También se destaca la relación con sistemas de gestión ambiental (Environmental Management System) y estrategias de calidad total (Total Quality Management).

Este enfoque multidimensional refleja cómo las metodologías de Lean y otras estrategias de gestión se adaptan a diversas realidades regionales y culturales, incorporando prácticas específicas según las necesidades del contexto. Por ejemplo, la integración de sistemas de gestión ambiental en el sector agroalimentario permite a las

empresas no solo cumplir con normativas ecológicas, sino también reducir su huella ambiental mediante la optimización de recursos.

Al mismo tiempo, las estrategias de calidad total, aplicadas a sectores como el de la alimentación en Malasia, garantizan que se mantiene un alto nivel de calidad en todos los aspectos de la producción, desde el origen de las materias primas hasta el producto final, alineándose con los estándares internacionales.

Esta sección sugiere que LM se está aplicando en industrias con normativas específicas, lo que amplía su alcance hacia enfoques sostenibles y adaptados a distintas regulaciones. En resumen, el análisis bibliométrico indica que LM en la industria alimentaria se centra en la mejora de procesos, la calidad, la gestión de la cadena de suministro y la sostenibilidad. Se observa una fuerte interconexión entre metodologías como Lean Six Sigma, VSM y Total Quality Management, lo que refuerza su importancia en la optimización de la producción alimentaria.

Además, la aplicación de LM en sectores con normativas específicas también implica un enfoque más riguroso hacia la trazabilidad y la transparencia en los procesos productivos. Las regulaciones en áreas como la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental requieren que las empresas implementen sistemas de control más estrictos, que Lean ayuda a optimizar mediante la reducción de desperdicios y la mejora continua. Este enfoque integrado no solo cumple con las exigencias regulatorias, sino que también contribuye a una producción más eficiente y respetuosa con el medio ambiente, asegurando productos de calidad mientras se minimizan los impactos negativos en los recursos naturales y el entorno.

La evolución de LM en la industria alimentaria ha demostrado ser un factor clave para mejorar la eficiencia, reducir el desperdicio y garantizar altos estándares de calidad

en la producción. A medida que el sector enfrenta nuevos desafíos, como la digitalización, la sostenibilidad y la necesidad de una mayor trazabilidad, la integración de metodologías avanzadas como Lean Six Sigma y herramientas digitales ha permitido optimizar procesos y fortalecer la competitividad de las empresas. El análisis bibliométrico evidencia que la aplicación de Lean no solo se centra en la mejora de la producción, sino que también abarca la gestión de la cadena de suministro, la seguridad alimentaria y la adaptación a regulaciones específicas en distintos contextos regionales.

La relación entre LM y estrategias de calidad total, gestión ambiental y automatización sugiere que el futuro del sector dependerá de la capacidad de las empresas para adoptar un enfoque ágil y flexible, alineado con las tendencias globales de eficiencia y sustentabilidad. En definitiva, la implementación de LM en la industria alimentaria no solo impulsa la productividad y la rentabilidad, sino que también promueve un modelo de producción más innovador, sostenible y orientado a la mejora continua.

A continuación, se presenta las principales perspectivas en industrias alimentarias permitiendo identificar patrones clave en la evolución y aplicación de LM en este sector. En la tabla 7 se presentan los principales hallazgos, identificando el clúster, las palabras clave recurrentes y los documentos seminales correspondientes.

Tabla 7. Principales perspectivas Lean manufacturing

Clúster	Palabras clave recurrentes	Documentos seminales
Lean manufacturing	lean manufacturing	Salleh et al. (2021)
	5s	Salleh et al. (2020)
	Waste	Valencia et al. (2014)
	Efficiency	Castillo-Abad et al. (2023)

total quality management	Barbieri-Silva et al. (2022)
tpm	Kuzaiman et al. (2018)
environmental management system	Scott et al. (2009)
productivity	

Para el primer cluster “lean manufacturing” se menciona que es una metodología centrada en la eliminación de desperdicios y la mejora continua para optimizar procesos productivos, inicialmente desarrollada en el Toyota Production System (TPS). Su aplicación se ha expandido a sectores como la agroexportación y la industria alimentaria, donde se integra con sistemas de gestión como TQM y EMS para mejorar la eficiencia, calidad y sostenibilidad. Herramientas clave como 5S, Just-In-Time, TPM y Kaizen reducen costos, incrementan la productividad y mejoran la satisfacción del cliente. Sin embargo, se enfrenta desafíos como la resistencia al cambio y la necesidad de compromiso organizacional.

A pesar de estos desafíos, la implementación exitosa de LM en sectores como la agroexportación y la industria alimentaria depende de un liderazgo comprometido que impulse la cultura de mejora continua y promueva la colaboración entre todos los niveles de la organización. La capacitación constante y el involucramiento de los empleados en el proceso de cambio son fundamentales para superar la resistencia. Además, el uso adecuado de herramientas como 5S y Just-In-Time no solo optimiza los procesos, sino que también crea un entorno de trabajo más organizado y eficiente, lo que contribuye a una mayor flexibilidad en la producción y una mejor capacidad de respuesta ante las demandas del mercado.

Las tendencias futuras en LM apuntan hacia la digitalización, la sostenibilidad y la flexibilidad operativa. La incorporación de tecnologías como la automatización, el IoT y

la IA permitirán optimizar la toma de decisiones y reducir los tiempos de producción. Además, la integración con estrategias de sostenibilidad busca minimizar el impacto ambiental mediante la reducción del desperdicio y el uso eficiente de los recursos. Por otro lado, la combinación de Lean con metodologías como Six Sigma y Agile está generando enfoques híbridos que brindan mayor capacidad de adaptación en entornos cambiantes, consolidando a LM como un pilar en la evolución de la producción industrial.

En la figura 36 se muestra la nube de palabras que proporciona una representación visual de los términos más frecuentemente asociados con Lean Manufacturing en el contexto de la industria alimentaria. Las palabras “manufacturing”, “lean” y “management” destacan como las más prominentes, lo que refleja el enfoque central del modelo en la gestión eficiente de los procesos productivos.



Figura 36. Nube de palabras Lean manufacturing

Para el segundo clúster, "Value Stream Mapping" se evidencia un papel significativo dentro de la filosofía LM, permitiendo a las organizaciones visualizar y optimizar el

flujo de materiales e información en sus procesos productivos. Su enfoque principal es la identificación y eliminación de desperdicios que no generan valor, como la sobreproducción, el tiempo de espera y el movimiento innecesario, promoviendo así la eficiencia y la mejora continua. La implementación del VSM comienza con la recopilación de datos y la observación del flujo de trabajo, seguida por la creación de un mapa del estado actual y el diseño de un estado futuro optimizado.

Tabla 8. Principales perspectivas Value Stream Mapping

Clúster	Palabras clave recurrentes	Documentos seminales
Value stream mapping	value stream mapping	Garcia-Garcia et al. (2022)
	sustainability	Bonome et al. (2020)
	food waste	Malek & Zaduminska (2019)
	case study	Garg & Purohit (2022)
	food processing industry	Shah et al. (2017)
	environmental sustainability	Powell et al. (2017)
	food loss	Dora & Gellynck, (2015)
	food loss and waste	Besseris (2014)
		Costa et al. (2018)

El uso de VSM facilita la identificación de áreas de mejora en los procesos y fomenta la colaboración entre los diferentes departamentos de la organización, al proporcionar una visión integral de cómo los flujos de trabajo se interconectan. Este enfoque colaborativo es esencial para implementar cambios sostenibles y mejorar la comunicación interna. A través de un análisis detallado del estado actual, las empresas pueden priorizar acciones correctivas que reduzcan los tiempos de ciclo y aumenten la productividad, contribuyendo directamente a la competitividad del negocio ya su capacidad para responder de manera ágil a las demandas del mercado.



Figura 37. Nube de palabras Value Stream Mapping

Las tendencias futuras en la aplicación del VSM apuntan hacia su digitalización y la integración con metodologías avanzadas como Lean Six Sigma y Agile, lo que permitirá un análisis más preciso y en tiempo real del flujo de valor. Además, su uso se está expandiendo hacia la sostenibilidad, contribuyendo a la reducción del desperdicio de materiales y el impacto ambiental en industrias como la agroalimentaria.

A pesar de sus beneficios, su implementación enfrenta desafíos como la resistencia al cambio y la necesidad de capacitación en herramientas de análisis de procesos. Sin embargo, su flexibilidad y capacidad de adaptación a diferentes sectores productivos lo posicionan como una herramienta estratégica para la optimización de la cadena.

Por otro lado, el tercer cluster “Food industry” menciona que la industria alimentaria abarca desde la producción y procesamiento de alimentos hasta su distribución y venta, enfrentando desafíos como la eficiencia operativa, la reducción de desperdicios y el cumplimiento de estrictas regulaciones de seguridad alimentaria.

La adopción de metodologías como LM y Lean Six Sigma ha sido clave para optimizar procesos, minimizar defectos y mejorar la sostenibilidad en la producción. Además, la integración de tecnologías como la minería de procesos y la automatización permite identificar y eliminar actividades sin valor agregado, aumentando la capacidad de respuesta ante fluctuaciones en la demanda del mercado.

Tabla 9. Principales perspectivas Food industry

Clústeres	Palabras clave recurrentes	Documentos seminales
Food industry	food industry	Laghouag et al. (2024)
	lean six sigma	Malek & Zaduminska (2019)
	six sigma	Bučko et al. (2024)
	lean	Ferrer-Blas et al. (2024)
	continuous improvement	Valencia et al. (2024)
	waste reduction	Besseris (2014)
	critical success factors	Costa et al. (2018)
	process improvement	

La implementación de LM y Lean Six Sigma en la industria alimentaria no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también promueve la cultura de la mejora continua, lo cual es esencial para mantenerse competitivo en un sector tan dinámico. Al integrar tecnologías avanzadas, como la minería de procesos, las empresas pueden obtener datos más precisos sobre sus operaciones, lo que les permite tomar decisiones más informadas y ágiles.

Esto se traduce en una mayor capacidad para ajustarse a los cambios en la demanda, garantizar la calidad constante de los productos y cumplir con los estándares regulatorios sin comprometer la eficiencia. Además, la combinación de LM y Lean Six Sigma con herramientas digitales permite identificar patrones ocultos, cuellos de botella y oportunidades de optimización que anteriormente podrían pasar desapercibidos.

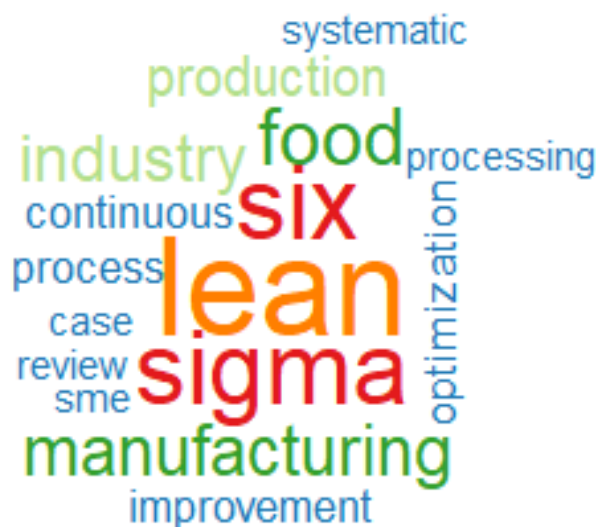


Figura 38. Nube de palabra Food industry

Las tendencias futuras en la industria alimentaria apuntan a la digitalización, sostenibilidad e innovación en la producción. El uso de IA y el análisis de datos facilitará la toma de decisiones en tiempo real y la optimización de la cadena de suministro. La automatización y la robótica serán esenciales para mejorar la seguridad alimentaria y reducir el impacto ambiental.

Asimismo, la demanda por alimentos sostenibles y orgánicos impulsará cambios en los métodos de producción, mientras que la personalización y la nutrición de precisión ganarán relevancia, adaptando los productos a las necesidades específicas del consumidor.

Además, el cuarto cluster “Lean production” también llamado LM ha evolucionado desde su origen en el sistema de producción de Toyota en los años 50 hasta convertirse en una metodología clave en la fabricación moderna. Su enfoque en la eliminación de residuos y la mejora de la eficiencia ha llevado a una transformación significativa en diversas industrias, incluyendo la alimentaria y la fabricación avanzada. Con el paso del

tiempo, Lean ha integrado nuevas estrategias como el análisis de datos, la automatización y la fabricación sostenible, adaptándose a los desafíos contemporáneos y reforzando su relevancia en la gestión de procesos.

Tabla 10. Principales perspectivas Lean production

Clústeres	Palabras clave recurrentes	Documentos seminales
Lean production	lean production	Laghouag et al. (2024)
	smes	Malek & Zaduminska (2019)
	action research	Bučko et al. (2024)
	quality	Dora & Gellynck (2015)
	supply chain management	Powell et al. (2017)
	agriculture	Besseris (2014)
	determining factors	Costa et al. (2018)

La evolución de LM, con su enfoque en la eliminación de desperdicios y la mejora continua, ha permitido que las empresas no solo optimicen sus recursos, sino que también desarrollen una cultura de eficiencia que se extiende a todos los niveles de la organización. Este enfoque ha transformado la manera en que las organizaciones gestionan sus procesos, promoviendo la participación de todos los colaboradores en la identificación de problemas y en la implementación de soluciones.

La integración de tecnologías avanzadas, como la automatización y el análisis de datos en tiempo real, ha permitido una mayor precisión en la toma de decisiones y una respuesta más ágil a las demandas del mercado. Además, la incorporación de principios de fabricación sostenible ha asegurado que la metodología Lean no solo impulsa la productividad, sino que también minimiza el impacto ambiental, alineándose con las tendencias globales hacia la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa.



Figura 39. Nube de palabras Lean production

Las tendencias futuras de Lean Production apuntan a la digitalización, la sostenibilidad y la personalización de procesos. La adopción de la Industria 4.0 permitirá la integración de sensores, inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la eficiencia en tiempo real. La fabricación sostenible será un pilar clave, incorporando principios de economía circular para reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia energética. Además, la hiperpersonalización de la producción mediante tecnologías como la impresión 3D y la fabricación flexible permitirá a las empresas adaptarse rápidamente a las necesidades del mercado sin compromiso.

Finalmente, el quinto clúster “Industry 4.0” revela que la Industria 4.0 representa un cambio de paradigma en la fabricación, impulsado por la digitalización, la automatización y la interconectividad de sistemas. A medida que las empresas integran tecnologías como el IoT, la IA, la robótica avanzada y el análisis de Big Data, se generan procesos más eficientes y adaptables. Esta transformación permite optimizar la producción, reducir desperdicios y mejorar la toma de decisiones en tiempo real. Sin embargo, también implica desafíos como la ciberseguridad, la inversión en infraestructura digital y la capacitación del talento humano para operar en entornos

altamente automatizados.

La adopción de la Industria 4.0 no solo facilita la automatización de procesos, sino que también fomenta una mayor flexibilidad y personalización en la producción, permitiendo a las empresas responder de manera más eficiente a las demandas cambiantes del mercado. La interconectividad de los sistemas y la utilización del Big Data ofrecen una visibilidad en tiempo real que mejora la toma de decisiones, optimizando tanto la calidad como la velocidad de los procesos productivos. No obstante, como bien se señala, los desafíos asociados, como la protección de datos y la necesidad de una infraestructura tecnológica robusta, requieren inversiones significativas.

Tabla 11. Principales perspectivas Industry 4.0

Clústeres	Palabras clave recurrentes	Documentos seminales
Industry 4.0		Malek & Zaduminska (2019)
	industry 4.0	Yadav et al (2022)
	food supply chain	Utama & Abirfatin (2023)
	automation	Besseris (2014)
	optimization	Maalouf & Zaduminska (2019)
		Costa et al. (2018)

Las tendencias futuras en la Industria 4.0 apuntan hacia una mayor personalización de la producción a través de la fabricación flexible y la fabricación aditiva (impresión 3D). Estas herramientas permitirán a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes de los consumidores, reduciendo los tiempos de desarrollo y producción, y facilitando la creación de productos únicos a menor costo. En paralelo, la sostenibilidad cobrará mayor relevancia, con fábricas inteligentes diseñadas para optimizar el uso de energía y reducir emisiones. El uso de la inteligencia artificial para

la predicción y optimización de procesos productivos comenzarán expandiéndose, permitiendo a las empresas una mayor agilidad en la toma de decisiones. Asimismo, el concepto de “Manufactura como Servicio” (MaaS) permitirá a las compañías ofrecer basadas en plataformas digitales, reduciendo la necesidad de grandes inventarios y mejorando la eficiencia en la cadena de suministro.



Figura 40. Nube de palabras Industry 0.4

En conjunto, las tendencias futuras en LM en industrias alimentarias apuntan a la digitalización, sostenibilidad y flexibilidad operativa como pilares para la evolución del sector. La integración de tecnologías como IoT, IA, automatización y minería de procesos permitirá optimizar en tiempo real la producción, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia.

A su vez, la economía circular cobrará mayor relevancia, impulsando el aprovechamiento eficiente de los recursos y la reducción del impacto ambiental. La fabricación flexible y la impresión 3D facilitarán la personalización de productos, adaptándose a la creciente demanda de alimentos sostenibles y personalizados según las necesidades del consumidor.

En este contexto, las empresas que adopten estas innovaciones no solo mejorarán su competitividad, sino que también fortalecerán su capacidad de adaptación a los cambios del mercado y las nuevas regulaciones ambientales. La digitalización y el uso de datos en tiempo real permitirán una toma de decisiones más precisa, optimizando la gestión de inventarios y reduciendo el desperdicio en cada etapa de la cadena de producción.

Además, la sostenibilidad no solo será un requisito normativo, sino también un factor diferenciador clave para captar consumidores cada vez más conscientes del impacto ambiental de sus elecciones. La combinación de LM con tecnologías avanzadas y principios de economía circular marcará el futuro de la industria alimentaria, garantizando operaciones más eficientes, responsables y alineadas con las tendencias globales de consumo.

La combinación de LM con Six Sigma y Agile fortalecerá la capacidad de adaptación de las empresas en entornos cambiantes, permitiendo una mejora continua en calidad y eficiencia. La digitalización del VSM y el concepto de Manufactura como Servicio (MaaS) optimizarán la cadena de suministro, facilitando la producción bajo demanda y reduciendo la necesidad de grandes inventarios. En este contexto, LM no solo evolucionará como un modelo de eficiencia productiva, sino como una estrategia medular para la sostenibilidad y la innovación en la industria alimentaria.

Referencias

- Abdinova, M., Lambekova, A., & Myrzhykbayeva, A. (2024). FinTech Development: A Bibliometric Analysis of the Scopus Database (2014-2024). *Procedia Computer Science*, 251, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.11.083>
- Ahmad, A., Lee, T., Ramlan, R., Ahmad, M., Husin, N., & Rahim, M. (2017). Value stream mapping to improve workplace to support lean environment. En *MATEC Web of Conferences* (p. 00032). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713500032>
- Akintunde, T, Chen, S., Musa, T., Amoo, F., Adedeji, A., Ibrahim, E., Tassang, A. E., Musa, I. H., & Musa, H. H. (2021). Tracking the progress in COVID-19 and vaccine safety research – a comprehensive bibliometric analysis of publications indexed in Scopus database. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 17(11), 3887-3897. <https://doi.org/10.1080/21645515.2021.1969851>
- Al-Ammary, J., & Ghanem, M. (2024). Tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura: concienciación, preparación y adopción en el Reino de Bahréin. *Revista de Investigación Científica del Golfo Árabe*, 42(1), 182-197. <https://n9.cl/haiaac>
- Alarcón, M., & Fuentes, J. (2007). Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 13(2), 179-202. <https://n9.cl/29xht>
- Alba-Baena, N., & Salcido-Delgado, A. (2021). Adaptability of the Lean-Sigma Methodology for Operations in a Multicultural Workplace. En *Trends in Industrial Engineering Applications to Manufacturing Process* (pp. 365-387). Springer. <https://n9.cl/ol947q>
- Alexey, T. (2024). Enterprise management in the context of digital

- transformation. *International Journal of Management Trends: Key Concepts and Research*, 3(1), 67-76. <https://doi.org/10.58898/ijmt.v3i1.67-76>
- Almasarweh, M. (2020). The applicability of lean manufacturing methods and its impact on the performance of the Jordanian industrial companies listed in ASE. *Management Science Letters*, 10(13), 3023-3032. <https://n9.cl/07j8un>
- Alquicira, A., Trejo, A., & Mondragón, I. (2018). La industria agroalimentaria y las grandes empresas. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 12, 390-407. <https://n9.cl/cnehb>
- Alzate-Yepes, T., & Orozco-Soto, D. (2021). Pérdida y desperdicio de alimentos. Problema que urge solución. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 23(2), 133-139. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v23n2a01>
- Annosi, M., Brunetta, F., Bimbo, F., & Kostoula, M. (2021). Digitalización en las cadenas de suministro de alimentos para prevenir el desperdicio de alimentos. Factores impulsores, barreras y prácticas de colaboración. *Gestión de Marketing Industrial*, 93, 208-220. <https://edepot.wur.nl/541484>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Aripin, N., Nawanir, G., & Hussain, S. (2023). Save it for a rainy day! Lean strategies for cost saving: The role of Lean maturity. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(1), 115-130. <https://doi.org/10.3926/jiem.4567>
- Babayev, F., & Balajayeva, T. (2023). Formas de aumentar la competitividad de las empresas de la industria alimentaria. *Revista Internacional de Tecnologías Innovadoras en Economía*, 4(44), 1-10. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30122023/8069
- Bahn, R. A., Yehya, A. K., & Zurayk, R. (2021). Digitalization for sustainable agri-food

- systems: potential, status, and risks for the MENA region. *Sustainability*, 13(6), 3223. <https://n9.cl/vcypd>
- Balerio, A., Tapia, M., Hernández, M., & Luna, A. (2022). Detección y reducción de cuellos de botella usando técnicas de Lean Manufacturing en un proceso productivo de alimentos. *Pistas Educativas*, 44(143). <https://n9.cl/j7rtcj>
- Barbieri-Silva, S., Flores-Pérez, A., & Álvarez, J. C. (5 al 7 de octubre de 2022). *Modelo TPM, SMED y 5S para aumentar la eficiencia en una línea de producción automatizada para una empresa del sector alimentario*. 2022 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI). IEEE, Bogotá, Colombia. <https://n9.cl/94vci>
- Besseris, G. (2014). Multi-factorial lean six sigma product optimization for quality, leanness and safety: A case study in food product improvement. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 253-278. <https://n9.cl/z8wdh>
- Blanco, A., Vázquez, A., García, R. G., & Melamed-Varela, E. (2020). Estructura organizacional y competitividad en industrias de alimentos: análisis relacional. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(91), 829-845. <https://n9.cl/5ddea>
- Bonome, L., Godinho, M., Fredendall, L., & Ganga, G. (2020). The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics. *Food Control*, 112, 107110. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107110>
- Broadus, R. (1987). Toward a definition of “bibliometrics”. *Scientometrics*, 12(5), 373-379. <https://doi.org/10.1007/BF02016680>
- Bučko, M., Krejčí, L., Hlavatý, I., & Lorenčík, J. (2024). Diseño y optimización del layout de línea de producción utilizando flujos de materiales. *Máquinas*, 12(3), 189. <https://n9.cl/rxb316>
- Budianto, B., Surachman, S., Hadiwidjojo, D., & Rofiaty, R. (2021). El efecto de las

- competencias de agilidad de fabricación en la fabricación eficiente para aumentar el rendimiento operativo. *Uncertain Supply Chain Management*, 9(1), 195-204.
<https://doi.org/10.5267/j.uscm.2020.10.001>
- Buer, S., Semini, M., Strandhagen, J., & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976-1992.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>
- Carvajal-García, M., Zuluaga-Arango, P., Ocampo-López, O. L., & Duque-Gómez, D. (2019). Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia. *Apuntes del CENES*, 38(68), 113-148.
<https://doi.org/10.19053/01203053.v38.n68.2019.8383>
- Castillo, R. N., & Valencia, F. J. (2021). Seguridad ocupacional para mejorar el bienestar de los trabajadores en industrias alimentarias. *Ciencia Latina*, 5(5), 9423-9440.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.994
- Castillo-Abad, N., Velasquez-Costa, J., & Vilchez-Baca, H. (2023). Lean continuous improvement in a meat products company. *LACCEI*, 1(8). <https://n9.cl/af3ai>
- Chadegani, A, Salehi, H., Yunus, M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. (2013). A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18.
<https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Chang, C. Y., Gau, M. L., Tang, K. Y., & Hwang, G. J. (2021). Directions of the 100 most cited nursing student education research: A bibliometric and co-citation network analysis. *Nurse Education Today*, 96, 104645.
<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104645>
- Chumico, C., Jauregui, J., & Miñan, M. (2024). Propuesta de Lean Manufacturing para la

- reducción de tiempos de entrega en una MYPE del sector de servicios de catering, Trujillo-2023. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (69), 379-391. <https://n9.cl/5givq>
- Clairand, J., Briceno-Leon, M., Escrive-Escrive, G., & Pantaleo, A. M. (2020). Review of energy efficiency technologies in the food industry: Trends, barriers, and opportunities. *IEEE Access*, 8, 48015-48029. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9026886>
- Clancy, R., O'Sullivan, D., & Bruton, K. (2023). Enfoque de mejora de la calidad basado en datos para reducir el desperdicio en la fabricación. *The TQM Journal*, 35(1), 51-72. <https://n9.cl/94fnwy>
- Cobo, M., López-Herrera, A., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382-1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Correa, F. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Raices*, 1(2), 85-112. <https://n9.cl/ypepi>
- Costa, L., Godinho, M., Fredendall, L. D., & Gómez, F. J. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 122-133. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.002>
- Cruz, M., Chevez, V. C., & Luna, M. X. (2022). Mejores prácticas: la adaptación del sector agroalimentario ante la crisis alimentaria. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 16, 34-53. <https://n9.cl/uxpuo>
- Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información Tecnológica*, 31(5), 163-172. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>

- De Diego, A., Sierra, N., & García, S. J. (2009). "Las claves del éxito de Toyota". LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas. *Cuadernos de Gestión*, 9(2), 113-122. <https://n9.cl/3k3z7>
- De Niz, Á., & Nájera, A. (2023). La sustentabilidad en la industria de restaurantes: prácticas, desafíos y oportunidades. *Suma de Negocios*, 14(31), 164-173. <https://doi.org/10.14349/sumneg/2023.v14.n31.a8>
- De Oliveira, R., Sousa, S., & De Campos, F. (2019). Implementación de manufactura esbelta: análisis bibliométrico 2007-2018. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 101, 979-988. <https://n9.cl/5nnqo>
- De Steur, H., Wesana, J., Dora, M., Pearce, D., & Gellynck, X. (2016). Applying Value Stream Mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. *Waste Management*, 58, 359-368. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.025>
- Della Corte, V., Del Gaudio, G., Sepe, F., & Sciarelli, F. (2019). Sustainable Tourism in the Open Innovation Realm: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/su11216114>
- Díaz, J., García, J., & Márquez, L. (2023). Beneficios de gestión visual sobre justo a tiempo en la industria maquiladora. *Cultura Científica y Tecnológica*, 20(2), 1. <https://n9.cl/0vclj>
- Díaz-Reza, J., García-Alcaraz, J., Figueroa, L., Vidal, R., & Muro, J. (2022). Relationship between lean manufacturing tools and their sustainable economic benefits. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 123(3), 1269-1284. <https://n9.cl/isc2yy>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*,

133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

Dora, M., & Gellynck, X. (2015). Lean Six Sigma implementation in a food processing SME: a case study. *Quality and Reliability Engineering International*, 31(7), 1151-1159. <https://doi.org/10.1002/qre.1852>

Dora, M., Goubergen, D. V., Kumar, M., Molnar, A., & Gellynck, X. (2014). Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. *British Food Journal*, 116(1), 125-141. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2012-0107>

Dora, M., Kumar, M., & Gellynck, X. (2016). Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs-a multiple case analysis. *Production Planning & Control*, 27(1), 1-23. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1050477>

Dossou, P., Torregrossa, P., & Martínez, T. (2022). Conceptos de Industria 4.0 e implementación de lean manufacturing para optimizar los flujos logísticos de una empresa. *Procedia Computer Science*, 200, 358-367. <https://n9.cl/qj02d>

El Bilali, H., & Allahyari, M. (2018). Transición hacia la sostenibilidad en los sistemas agrícolas y alimentarios: papel de las tecnologías de la información y la comunicación. *Procesamiento de la Información en la Agricultura*, 5(4), 456-464. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.06.006>

Fernández, S., & Ruiz, H. (2023). Facilitadores y barreras para la implementación de Lean Manufacturing. *Revista Adenag*, 1(13). <https://n9.cl/gh0cr>

Ferrer-Blas, R., Galarcep-Barba, I., & Solano-Gaviño, J. (2024). Lean Manufacturing en la producción de alimentos: revisión sistemática, análisis bibliométrico y propuesta de aplicación. *Scientia Agropecuaria*, 15(4), 569-579. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.042>

Flores, F., & Gualberto, G. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. *E-Idea 4.0 Revista Multidisciplinar*, 4(11), 18-30.

<https://n9.cl/8mb4d2>

Fuentes-Pérez, E. (2020). La industria alimentaria frente a la nueva normalidad post COVID-19. *CienciAmérica*, 9(2), 45-50. <https://n9.cl/gfin3>

Gaitán-Cremaschi, D., Klerkx, L., Duncan, J., Trienekens, J. H., Huenchuleo, C., Dogliotti, S., Contesse, M., & Rossing, W. (2019). Characterizing diversity of food systems in view of sustainability transitions. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 1-22. <https://n9.cl/ujgzi>

García-Alcaraz, J., Diaz, J., Sanchez, C., Limon, J., Jimenez, E., Lardies, C. J., & Rodriguez, M. A. (2021). Lean manufacturing tools applied to material flow and their impact on economic sustainability. *Sustainability*, 13(19), 10599. <https://n9.cl/ox1slg>

Garcia-Garcia, G., Singh, Y., & Jagtap, S. (2022). Optimising changeover through lean-manufacturing principles: a case study in a food factory. *Sustainability*, 14(14), 8279. <https://goo.su/2DQNB>

Garcia-Garcia, G., Stone, J., & Rahimifard, S. (2019). Oportunidades para la valorización de residuos en la industria alimentaria: un estudio de caso con cuatro fabricantes de alimentos del Reino Unido. *Journal of Cleaner Production*, 211, 1339-1356. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.269>

Garg, H., & Purohit, S. (2022). Sustainable value stream mapping in the food industry. En *Smart and Sustainable Food Technologies* (pp. 393-413). Springer Nature Singapore. <https://goo.su/fTpVI>

Golmohamadi, H. (2022). Gestión de la demanda en el sector industrial: una revisión de las industrias pesadas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 156, 111963. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111963>

González-Enríque, L., & García-Pérez, E. (2022). Implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria en una comercializadora de

- alimentos. *Conciencia Tecnológica*, (63), 1-11. <https://goo.su/GubopXj>
- Granato, D., Barba, F., Bursac, D., Lorenzo, J., Cruz, A., & Putnik, P. (2020). Alimentos funcionales: desarrollo de productos, tendencias tecnológicas, pruebas de eficacia y seguridad. *Revista Anual de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 11(1), 93-118. <https://goo.su/1LTtYZe>
- Guerra, S. (2021). Metodología para evaluar el impacto de la capacitación en las empresas cubanas. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 237-249. <https://goo.su/R4UHH>
- Guerrero, P., & Pérez, A. (2022). Complejidad y escasez en las cadenas de suministro, como consecuencia del modelo de justo a tiempo. *Religación*, 7(31), 1-10. <https://acortar.link/8Nc1uD>
- Guz, A., & Rushchitsky, J. (2009). Scopus: A system for the evaluation of scientific journals. *International Applied Mechanics*, 45(4), 351-362. <https://doi.org/10.1007/s10778-009-0189-4>
- Habib, M., Rizvan, R., & Ahmed, S. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17, 100818. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>
- Hassoun, A., Jagtap, S., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Trif, M., Vasile, A., Aadil, R. M., Šimat, V., Cropotova, J., & Câmara, J. S. (2023). Calidad alimentaria 4.0: de los enfoques tradicionales al análisis automatizado digitalizado. *Journal of Food Engineering*, 337, 111216. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111216>
- Hernández, F., & Sifuentes, W. (2022). Lean Manufacturing: Literature review and implementation analysis. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*, 3(2), 36-46. <https://acortar.link/0DJn4r>

- Honores, N., Vargas, C., Espinoza, C., & Tapia, N. (2020). Importancia y capacitación personal: aprendizaje colaborativo y desempeño laboral en las empresas mineras. 593 *Digital Publisher CEIT*, 5(6), 398-409. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7897679>
- Huarcaya-Melendez, V., & Platero-Mamani, A. (2023). Production model based on lean tools and SLP to increase labor productivity in companies in the food industry. En *Industrial Engineering and Applications* (pp. 651-660). IOS Press. <https://lc.cx/vo83lr>
- Insfran, A., & Redondo, E. (2020). Factores de éxito de Lean Seis Sigma en la industria alimentaria. *Latin American Journal of Applied Engineering*, 3(1), 16-22. <https://doi.org/10.69681/lajae.v3i1.15>
- Iscala, L., Castro, S., & Peñaranda, Z. (2024). Diagnóstico del proceso productivo bajo el enfoque de Lean Manufacturing-caso de estudio empresa textil. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 15(1), 45-61. <https://doi.org/10.24054/raaas.v15i1.2893>
- Jalal, S. (2019). Co-authorship and co-occurrences analysis using Bibliometrix R-package: A case study of India and Bangladesh. *Annals of Library and Information Studies*, 66(2). <https://doi.org/10.56042/alis.v66i2.22404>
- Kumar, N., Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R., & Choubey, V. (2022). Técnicas de fabricación eficiente y su implementación: una revisión. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188-1192. <https://n9.cl/ja2mq>
- Kuzaiman, N., Zainuddin, A., Mohd, N. A., Kasolang, S., & Abd, A. (2018). Green lean TQM Islamic process management practices in Malaysian food companies. *Journal of Mechanical Engineering*, (4), 12-22. <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/39461/>
- Laghoug, A., Zafrah, F., Qureshi, M., & Sahli, A. (2024). Eliminating non-value-added activities and optimizing manufacturing processes using process mining: a stock

- of challenges for family SMEs. *Sustainability*, 16(4), 1694. <https://lc.cx/hjg2M1>
- Lam, T., Heales, J., Hartley, N., & Hodgkinson, C. (2020). La confianza del consumidor en la seguridad alimentaria requiere transparencia en la información. *Australasian Journal of Information Systems*, 24. <https://doi.org/10.3127/ajis.v24i0.2219>
- Liao, M., & Wang, C. (2021). Using enterprise architecture to integrate lean manufacturing, digitalization, and sustainability: A lean enterprise case study in the chemical industry. *Sustainability*, 13(9), 4851. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/4851>
- López, A., Marín, A., & Pérez, M. (2024). Indagación, modelización y pensamiento computacional: un análisis bibliométrico con el uso de Bibliometrix a través de Biblioshiny. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 21(1), 110201. <https://lc.cx/AUDRON>
- Lorenzo, G., Newbutt, N., & Lorenzo-Lledó, A. (2022). Global trends in the application of virtual reality for people with autism spectrum disorders: Conceptual, intellectual and the social structure of scientific production. *Journal of Computers in Education*, 9(2), 225-260. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00202-y>
- Luo, L., Xu, C., Liu, P., Li, Q., & Chen, S. (2024). A bibliometric analysis of the status, trends, and frontiers of design thinking research based on the web of science core collection (2011-2022). *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101570. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101570>
- Maalouf, M., & Zaduminska, M. (2019). A case study of VSM and SMED in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 60-68. https://www.researchgate.net/publication/334304013_A_CASE_STUDY_OF_VSM_AND_SMED_IN_THE_FOOD_PROCESSING_INDUSTRY
- Madhavan, M., Sharafuddin, M. A., & Wangtueai, S. (2024). Impact of Industry 5.0

Readiness on Sustainable Business Growth of Marine Food Processing SMEs in Thailand. *Administrative Sciences*, 14(6), 110.
<https://doi.org/10.3390/admsci14060110>

Malek, M., & Zaduminska, M. (2019). A case study of VSM and SMED in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 60-68.
<https://n9.cl/t675s>

Malpartida, J., & Tarmeño, L. (2020). Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas. *Alpha Centauri*, 1(2), 51-59.
<https://www.journalalphacentauri.com/index.php/revista/article/view/12>

Manobanda, G. (2023). Reducción de desperdicio de alimentos en la cadena de procesamiento: estrategias y beneficios. *Dominio de las Ciencias*, 9(3), 2208-2218.
<https://doi.org/10.23857/dc.v9i3.3551>

Manzano, J., & Ramos, Y. (2023). Incremento de la productividad en Metrológica Instrumentes S. A. mediante herramientas Lean Manufacturing. *Ingeniería Industrial*, 44(3), 147-162. <https://lc.cx/1wQOKA>

Martínez, M., Cobo, M., Herrera, M., & Herrera-Viedma, E. (2015). Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping. *Research on Social Work Practice*, 25(2), 257-277. <https://doi.org/10.1177/1049731514522101>

Martínez-Falcó, J., Sánchez-García, E., Marco-Lajara, B., & Georgantzis, N. (2024). The interplay between competitive advantage and sustainability in the wine industry: A bibliometric and systematic review. *Discover Sustainability*, 5(1), 13.
<https://doi.org/10.1007/s43621-024-00196-4>

Mercan, S., Cain, L., Akkaya, K., Cebe, M., Uluagac, S., Alonso, M., & Cobanoglu, C. (2021). Mejorar la industria de servicios con hiperconectividad: IoT en la hostelería. *Revista Internacional de Gestión Hotelera Contemporánea*, 33(1), 243-262.

<https://n9.cl/e2u37f>

Meza, S., & García, J. (2023). Aplicación de la metodología Six Sigma en la industria de alimentos. *UCV-Scientia*, 15(2), 52-61.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9866870.pdf>

Montijo-Valenzuela, E., Cano-Martínez, O., & Ramírez-Torres, F. (2020). Implementación de mejora continua de los procesos del área de mantenimiento en servicios de la industria manufacturera electrónica. *Científica*, 24(1), 59-65.

<https://www.redalyc.org/journal/614/61461508007/61461508007.pdf>

Musa, A., & Alwan, Q. (2024). El impacto de las prácticas de manufactura esbelta en la mejora del desempeño sustentable a través de una cultura esbelta: estudio de campo en la Compañía General de Productos Alimenticios de Bagdad. *Revista Internacional de Religión*, 5(8), 1000-1012.

<https://ijor.co.uk/ijor/article/view/4704/2429>

Musa, T., Ahmad, T., Li, W., Kawuki, J., Wana, M. N., Musa, H. H., & Wei, P. (2020). A bibliometric analysis of global scientific research on scrub typhus. *BioMed Research International*, (1), 5737893. <https://doi.org/10.1155/2020/5737893>

Nafade, V., Nash, M., Huddart, S., Pande, T., Gebreselassie, N., Lienhardt, C., & Pai, M. (2018). A bibliometric analysis of tuberculosis research, 2007-2016. *Plos One*, 13(6), e0199706. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199706>

Nirmal, N., Khanashyam, A., Mundanat, A., Shah, K., Babu, K., Thorakkattu, P., Al-Asmari, F., & Pandiselvam, R. (2023). Valorización de desechos de frutas para compuestos bioactivos y sus aplicaciones en la industria alimentaria. *Alimentos*, 12(3), 556. <https://lc.cx/o1PmF5>

Palos-Sánchez, P., Baena-Luna, P., Badicu, A., & Infante-Moro, J. C. (2022). Artificial Intelligence and Human Resources Management: A Bibliometric Analysis. *Applied*

Artificial Intelligence, 36(1), 2145631. <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2145631>

Papaioannou, E., Mazzei, R., Bazzarelli, F., Piacentini, E., Giannakopoulos, V., Roberts, M. R., & Giorno, L. (2022). Residuos de la industria agroalimentaria como recurso químico: el papel de la tecnología de membranas en su reciclaje sostenible. *Sustainability*, 14(3), 1483. <https://doi.org/10.3390/su14031483>

Perez, C., De Castro, R., Simons, D., & Gimenez, G. (2010). Development of lean supply chains: A case study of the Catalan pork sector. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(1), 55-68. <https://doi.org/10.1108/13598541011018120>

Perugachi, L. (2024). Implementación de Lean Manufacturing en la mediana empresa textil de Antonio Ante: estrategias, desafíos y beneficios. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 5(2), 331-359. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i2.190>

Powell, D., Lundeby, S., Chabada, L., & Dreyer, H. (2017). Lean Six Sigma and environmental sustainability: The case of a Norwegian dairy producer. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 53-64. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0024>

Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25, 348. <https://lc.cx/E7IM1O>

Psomas, E., & Deliou, C. (2024). Lean manufacturing practices and industry 4.0 technologies in food manufacturing companies: the Greek case. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(4), 763-786. <https://lc.cx/VGFX5r>

Putri, N. T., & Dona, L. S. (2019). Aplicación del concepto de manufactura esbelta para rediseñar la distribución de las instalaciones en la industria de alimentos caseros de Indonesia: un estudio de caso. *The TQM Journal*, 31(5), 815-830. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/tqm-02-2019-0033/full/html>

- Rahman, Z., Ahmed, M., Faisal, M., & Chowdhury, S. (2024). Impulso a la rentabilidad y reducción de desperdicios: el papel de las prácticas comerciales sostenibles y la fabricación eficiente en la industria de la moda de EE. UU. *Frontiers in Applied Engineering and Technology*, 1(1), 175-184. <https://doi.org/10.70937/faet.v1i01.32>
- Ramírez, K., & Pumichaco, V. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: un estudio exploratorio. *Intangible Capital*, 13(2), 479-497. <https://www.redalyc.org/pdf/549/54950452008.pdf>
- Rendón, A., Morales, A., & Guillén, I. (2019). La industria 4.0 y la industria alimentaria. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 13, 895-911. <https://lc.cx/GSIX-4>
- Režek, A., Nutrizio, M., Djekić, I., Pleslić, S., & Chemat, F. (2021). Internet de las tecnologías de procesamiento de alimentos no térmicos (Iontp): Industria alimentaria 4.0 y sostenibilidad. *Applied Sciences*, 11(2), 686. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/2/686>
- Rodríguez-Guevara, E. (2018). La gestión de la cadena de suministro sostenible en la industria alimenticia. *AD-minister*, (33), 113-134. <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1830/1589>
- Saad, S, Bhovar, C., Bahadori, R., & Zhang, H. (2021). Industry 4.0 Application in Lean Manufacturing-A Systematic Review. *Advances in Manufacturing Technology*, 34, 341-346. <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/ATDE210059>
- Salazar, L., Mosquera, D, Melo, D., Molina, L., & López, J. (2020). KPIs en la gestión de los procesos productivos: impact of kpis on processes productive industry. *Revista Teinnova*, 5, 100-109. <https://n9.cl/1gf2o>
- Salleh, N., Ngadiman, N., Kuzaiman, N., & Kasolang, S. (2021). Green Lean TQM

- Supplier/Organization/Customer Management Practices in Malaysian Food Companies. En Recent Trends in Manufacturing and Materials Towards Industry 4.0: Selected Articles from iM3F 2020, Malaysia (pp. 121-130). Springer Singapore. <https://lc.cx/szyxQP>
- Salleh, N, Ngadiman, N., Kuzaiman, N., Zainudin, A., Kasolang, S., & Hoffmann, J. (2020). Green Lean TQM Leadership Management Practices in Malaysian Food Companies. *Journal of Mechanical Engineering*, 9(1), 239-250. https://jmeche.uitm.edu.my/wp-content/uploads/2020/06/20_SI_9_1_ID_NAMS_TQM.pdf
- Satpathy, A., Samal, A., Gupta, S., Kumar, S., Sharma, S., Manoharan, G., ... y Sharma, S. (2024). Estudiar las prácticas de desarrollo sostenible en las empresas y la industria alimentaria. *Migration Letters*, 21, 743-747. <https://n9.cl/gkab1>
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. A., & Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52(1), 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2008.08.004>
- Schneider-Kamp, A. (2020). Capital sanitario: hacia un marco conceptual para comprender la construcción de la salud individual. *Teoría Social y Salud*, 19, 205-219. <https://lc.cx/iGHTDx>
- Scott, B., Wilcock, A., & Kanetkar, V. (2009). A survey of structured continuous improvement programs in the Canadian food sector. *Food Control*, 20(3), 209-217. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.04.008>
- Shafiq, M., Anjum, S., Hano, C., Anjum, I., & Abbasi, B. (2020). Una descripción general de las aplicaciones de nanomateriales y nanodispositivos en la industria alimentaria. *Alimentos*, 9(2), 148. <https://doi.org/10.3390/foods9020148>
- Shah, S., & Naghi, E. (2017). Lean production and supply chain innovation in baked foods

- suppliers to improve performance. *British Food Journal*, 119(11), 2421-2447. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/bfj-03-2017-0122/full/html>
- Smetana, S., Aganovic, K., & Heinz, V. (2021). Food supply chains as cyber-physical systems: a path for more sustainable personalized nutrition. *Food Engineering Reviews*, 13, 92-103. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12393-020-09243-y>
- Taylor, D. (2006). Strategic considerations in the development of lean agri-food supply chains: A case study of the UK pork sector. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(3), 271-280. <https://doi.org/10.1108/13598540610662185>
- Toncovich, A., Rossit, D., & Villarreal, F. (2024). Problemas de scheduling flow shop en entornos Industria 4.0 bajo un enfoque de lean manufacturing: una revisión de la literatura. *Jornadas Argentinas de Informática*, 10(14), 81-94. <https://revistas.unlp.edu.ar/JAIIO/article/view/18041/17709>
- Toromade, A., Soyombo, D., Kupa, E., & Ijomah, T. (2024). Revisión del impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria mundial: desafíos y soluciones. *Revista Internacional de Investigación Aplicada en Ciencias Sociales*, 6(7), 1403-1416. <https://n9.cl/ocv6p>
- Utama, D., & Abirfatin, M. (2023). Sustainable Lean Six-sigma: Un nuevo marco para mejorar el desempeño de la fabricación sustentable. *Ingeniería y Tecnología más Limpias*, 17, 100700. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100700>
- Vågsholm, I., Arzoomand, N., & Boqvist, S. (2020). Seguridad alimentaria, inocuidad y sostenibilidad: cómo encontrar el equilibrio adecuado. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 16. <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2020.00016/full>
- Valencia, J., Gutiérrez, G., & Flores, V. (2024). Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad. *Revista InveCom*, 5(2), 1-8.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14002915>

Valencia, B., Ventura, D., Altamirano, J., Álvarez, S., & Demirkesen, S. (2024) *Proposal of lean manufacturing in the fertilizers warehouse of a grape agroexport company*. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/676348>

Vargas, E., & Camero, J. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249-271.
<http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>

Vargas, M., Mosquera, R., Fuertes, G., Alfaro, M., & Pérez, I. G. (2024). Process Optimization in a Condiment SME through Improved Lean Six Sigma with a Surface Tension Neural Network. *Processes*, 12(9), 2001.
<https://www.mdpi.com/2227-9717/12/9/2001>

Vargas-Hernández, J., Muratalla-Bautista, G., & Jiménez, M. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing. *Ciencias Administrativas*, (11), 81-95.
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S2314-37382018000200081&script=sci_arttext

Veseli, A., Bajraktari, A., & Petkoska, A. (2024). The Implementation of Lean Manufacturing on Zero Waste Technologies in the Food Processing Industry: Insights from Food Processing Companies in Kosovo and North Macedonia. *Sustainability*, 16(14), 1-21.
<https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v16y2024i14p6016-d1435014.html>

Vlachos, I. (2015). Applying lean thinking in the food supply chains: A case study. *Production Planning & Control*, 26(16), 1351-1367.

<https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1049238>

Wang, L., Luo, D., Hamdaoui, O., Vasseghian, Y., Momotko, M., Boczkaj, G., Kyzas, G. Z., & Wang, C. (2023). Bibliometric analysis and literature review of ultrasound-assisted degradation of organic pollutants. *Science of The Total Environment*, 876, 162551. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162551>

Yacouba, A., & Olowo-okere, A. (2020). Global trends and current status in colistin resistance research: A bibliometric analysis (1973-2019). *F1000Research*. <https://doi.org/10.12688/f1000research.25124.1>

Yadav, V., Gahlot, P., Kaswan, M., Rathi, R., & Singh, M. (2022). Sustainable Green Lean Six Sigma Methodology and Application Status: A Perspective Review. En A. K. Dubey, A. Sachdeva, & M. Mehta. (Ed.), *Recent Trends in Industrial and Production Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 251-266). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-3135-1_26

Zarei, M., Fakhrzad, M. B., & Jamali, M. (2011). Food supply chain leanness using a developed QFD model. *Journal of Food Engineering*, 102(1), 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.07.026>

Zocca, R., Lima, T. M., Gaspar, P. D., & Charrua-Santos, F. (2019). *Kaizen Approach for the systematic review of occupational safety and health procedures in food industries*. Springer International Publishing. <https://maisagro.pt/wp-content/uploads/2019/02/OMGCF04.pdf>

Sobre los autores

Gabriela Joseth Serrano Torres

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7448-7610>



Ingeniera Industrial, posee una maestría en Ingeniería Industrial (mención en Calidad y Productividad) y estudiante de doctorado en Ingeniería Industrial en la Universidad Anáhuac (México). Actualmente, cursa una maestría en Matemática Aplicada en la Universidad Nacional de Chimborazo. Cuenta con experiencia docente en la Universidad Nacional de Chimborazo, impartiendo asignaturas como Gestión de la Calidad, Ingeniería de Métodos y Control de Calidad. Ha trabajado en proyectos de titulación aplicando Lean Six Sigma en la industria láctea y en la implementación de sistemas de gestión de prevención de riesgos laborales. Posee diversas certificaciones, incluyendo Six Sigma

Green Belt, Prevención en Riesgos Laborales y Compras Públicas. Ha participado en múltiples congresos internacionales y cursos especializados en inteligencia artificial, gestión de procesos y educación STEM. Sus investigaciones han sido publicadas en revistas científicas indexadas, abordando temas como modelado en Industria 4.0, innovación empresarial y optimización de procesos industriales.

Cuenta con habilidades en estadística avanzada, control de calidad, diseño de experimentos, gestión por procesos, ergonomía y análisis matemático aplicado a la ingeniería. Tengo nivel intermedio-avanzado (B1.2) en el idioma inglés. Además, ha recibido reconocimientos académicos como mejor graduada de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Chimborazo.

Magdala de Jesús Lema Espinoza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2122-5810>



Ingeniera en Administración de Empresas, Máster en Gerencia Empresarial con mención en MBA y Diplomado Internacional en Metodología de la Investigación y Comunicación Científica y Académica. Posee instrucción en actividades de capacitación avaladas por el Ministerio del Trabajo, con Certificación de Competencias Laborales del MRL, Ecuador (código de reconocimiento: MDT-SCP-2022-0512). Se ha desempeñado como directora del Proyecto Internacional de Vinculación e Investigación, Administradora de la Red de Investigación Alianza Internacional de Ingeniería Industrial, y

Gerente General de la Empresa Municipal Mercado de Productores Agrícolas "San Pedro de Riobamba" EP-EMMPA.

Fue también directora Administrativa del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Chambo, directora de la Carrera de Contabilidad y Auditoría en la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, y Docente Investigadora de la Carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Ha trabajado como Analista de Talento Humano en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facilitadora del Instituto de Postgrado de la UNACH y Asesora Parlamentaria 2 en el Honorable Congreso Nacional. Es autora y coautora de libros, artículos científicos, ponencias y capítulos de libro; así como compiladora, editora y evaluadora interna de obras académicas. Actualmente forma parte del Consejo Ejecutivo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador, y se desempeña como Auditora Interna del Sistema de Gestión de la Calidad.

Edison Patricio Villacrés Cevallos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9518-1278>



Decano de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Chimborazo, docente investigador, coautor de la creación de la carrera de Diseño Gráfico, diplomados y maestrías en Universidad Nacional de Chimborazo. Autor de varios libros y publicaciones en distintas áreas de Ingeniería. Experiencia profesional en industrias lácteas, cárnicos, balanceados y curtiembre. Asesor en las áreas de Automatización Industrial, Industria 4.0, Seguridad e Higiene Industrial, Procesos Industriales, Administración y Gestión de la Producción, Mantenimiento de Infraestructuras Civiles. Ha sido docente, tutor y director de tesis de posgrado en varias universidades del Ecuador.

El libro "Lean Manufacturing (LM) en la Industria Alimentaria" explora la aplicación estratégica de esta reconocida metodología en uno de los sectores más dinámicos y exigentes de la economía global. A través de un enfoque teórico-práctico, la obra se convierte en una guía esencial para profesionales, investigadores y estudiantes interesados en optimizar procesos, reducir desperdicios y fortalecer la sostenibilidad en la producción de alimentos.

La obra parte desde una revisión bibliométrica inicial que mapea el estado actual de la investigación en el área, el texto presenta una evolución clara del interés académico y profesional por LM en la industria alimentaria. Una de las fortalezas es su mirada hacia el futuro, al explorar la convergencia de LM con la Industria 4.0, la automatización y la digitalización de procesos. Este enfoque permite anticipar las transformaciones que están reconfigurando la producción alimentaria a nivel global, y posiciona a Lean como un motor clave para lograr sistemas más eficientes, sostenibles y centrados en el cliente.

El principal aporte de este libro radica en la integración de los principios fundamentales de LM con los desafíos específicos de la industria alimentaria. Pretende ofrecer una visión integral y actualizada sobre cómo LM puede transformar profundamente este sector, no solo optimizando su desempeño operativo, sino fortaleciendo su compromiso con la calidad, la sostenibilidad y la innovación.

Editorial



2025

