RECAI

RECAI Revista de Estudios
en Contaduría, Administración e Informática

ISSN: 2007-5278

Universidad Autónoma
del Estado de México

https://recai.uaemex.mx

Publicación: cuatrimestral

Enero / abril 2026

Año: 15 No: 42

Madurez Lean y desempeño operativo en manufactura: una revisión integradora de la literatura

Lean Maturity and Operational Performance in Manufacturing: An Integrative Literature Review

Autores:
Jesús Arturo Chávez-Pineda *
Instituto Tecnolpogico de Delicias
ORCID: 0000-0001-7352-7813

Fecha recepción:
1 de septiembre de 2025.

Fecha aceptación:
10 de noviembre de 2025.

Fecha publicación:
1 de enero de 2026.

Páginas: 15 – 33

* Autor de correspondencia:
jesus.cp@delicias.tecnm.mx

Resumen

Este estudio presenta una revisión integradora de literatura sobre la relación entre la madurez Lean y el desempeño operativo en organizaciones manufactureras. Se aplicó el enfoque metodológico de Whittemore y Knafl (2005), complementado con un análisis bibliométrico mediante VOSviewer para identificar redes de colaboración y temas emergentes. Se revisaron 62 estudios publicados, de los cuales 55 son empíricos y 7 teóricos o metodológicos, seleccionados conforme a criterios de inclusión y calidad previamente definidos. Los resultados evidencian que niveles avanzados de madurez Lean se asocian con mejoras sostenidas en calidad, productividad, costos, flexibilidad y tiempos de entrega. Sin embargo, persisten vacíos en la estandarización de modelos conceptuales, la incorporación de indicadores estratégicos y ambientales y la diversidad metodológica, dada la prevalencia de estudios cuantitativos transversales. En consecuencia, la madurez Lean se consolida como un factor clave para la excelencia operativa, aunque su efectividad depende de la cultura organizacional, el liderazgo y la preparación estructural. Se recomienda avanzar hacia modelos teóricos integradores, promover estudios longitudinales y considerar dimensiones estratégicas y culturales. Desde una perspectiva práctica, Lean debe implementarse de forma progresiva y contextualizada, sustentada en herramientas diagnósticas sólidas e indicadores múltiples que garanticen sostenibilidad y resultados duraderos.

Palabras clave: Capacidades dinámicas; Desempeño operativo; Industria 4.0; Madurez Lean; Manufactura; Mejora continua; Sostenibilidad.

Abstract

This study presents an integrative literature review on the relationship between Lean maturity and operational performance in manufacturing organizations. The methodological approach proposed by Whittemore and Knafl (2005) was applied, complemented by a bibliometric analysis using VOSviewer to identify collaboration networks and emerging themes. A total of 62 published studies were reviewed, including 55 empirical and 7 theoretical or methodological works, all selected according to predefined inclusion and quality criteria. The findings show that higher levels of Lean maturity are consistently associated with sustained improvements in quality, productivity, cost reduction, flexibility, and delivery times. However, relevant gaps persist regarding the standardization of conceptual models, the integration of strategic and environmental indicators, and the diversity of methodological designs, given the predominance of cross-sectional quantitative studies. Consequently, Lean maturity is consolidated as a key factor for operational excellence, although its effectiveness depends on organizational culture, leadership, and structural readiness. Future research should advance toward integrative theoretical models, promote longitudinal designs, and address strategic and cultural dimensions. From a practical perspective, Lean should be implemented progressively and contextually, supported by robust diagnostic tools and multidimensional indicators that ensure sustainability and long-term results.

Keywords: Dynamic capabilities; Industry 4.0; Lean maturity; Manufacturing; Operational performance; Continuous improvement; Sustainability.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional – https://creativecommons.org/licence/by-nc/4.0

1. Introducción

En las últimas décadas, la filosofía Lean, originada en el Sistema de Producción Toyota (TPS), se ha consolidado como una estrategia esencial para mejorar el desempeño operativo en sectores como manufactura, servicios y salud (Shah & Ward, 2007; Womack, Jones & Roos, 1990). Aunque su aplicación ha generado avances significativos, los resultados siguen siendo heterogéneos debido a diferencias contextuales y organizacionales, lo que ha originado un cuerpo de conocimiento amplio pero fragmentado (Benders & van Veen, 2001; Pettersen, 2009).

Uno de los principales retos es la ausencia de un marco estandarizado que permita evaluar el grado de consolidación del sistema Lean. Este vacío teórico dio origen al concepto de madurez Lean, entendido como el nivel progresivo y sistemático de desarrollo de sus prácticas (Chong & Perumal, 2022). La evidencia empírica demuestra que mayores niveles de madurez se asocian con mejoras en calidad, costos, tiempos y flexibilidad (Negrão et al., 2016), aunque persisten diferencias conceptuales y metodológicas que dificultan la comparación de resultados (Jasti & Kodali, 2019; Netland & Ferdows, 2016).

En este contexto, el presente estudio aborda la madurez Lean como un elemento clave para comprender los factores que determinan el éxito de su implementación. Su objetivo es examinar la relación entre el grado de madurez Lean y el desempeño operativo en empresas manufactureras, complementado con un análisis bibliométrico de coautoría y coocurrencia que identifica redes de colaboración y clústeres temáticos en la literatura reciente.

Esta revisión integradora analiza 62 estudios publicados, de los cuales 55 son empíricos y 7 teórico-conceptuales o metodológicos. Entre los empíricos, 44 corresponden al periodo 2018–2026. La Tabla 1 resume los 44 más recientes, mientras las Tablas 2 y 3 presentan las implicaciones prácticas y las tendencias conceptuales identificadas de las 62 investigaciones estudiadas en la revisión de literatura.

El artículo se estructura en cuatro secciones: metodología, resultados, discusión y conclusiones. La revisión se limita a investigaciones empíricas del sector manufacturero publicadas en revistas indexadas, excluyendo otros sectores para mantener coherencia y comparabilidad analítica.

2. Revisión de literatura

La filosofía Lean, desarrollada a partir del Sistema de Producción Toyota (TPS), se ha consolidado como un enfoque fundamental para mejorar el desempeño operativo en diversos sectores (Shah & Ward, 2007; Womack, Jones & Roos, 1990). Su adopción ha generado un conocimiento amplio pero fragmentado, debido a diferencias conceptuales, contextuales y de madurez organizacional (Benders & van Veen, 2001; Pettersen, 2009).

En este contexto surge el concepto de madurez Lean, definido como el nivel progresivo de desarrollo e integración de las prácticas Lean dentro de la organización (Chong & Perumal, 2022). La literatura empírica

demuestra una relación positiva entre un mayor grado de madurez y mejoras en calidad, costos, flexibilidad y tiempos de entrega (Negrão et al., 2016). Sin embargo, las definiciones y marcos de evaluación siguen siendo heterogéneos, limitando las comparaciones entre estudios (Nawanir et al., 2013; Netland & Ferdows, 2016).

Diversos modelos han intentado medir el grado de implementación Lean. El más citado es el de Shah & Ward (2003, 2007), que agrupa las prácticas en cuatro dimensiones: JIT, TPM, TQM y HRM. De manera complementaria, la Casa del TPS de Liker (2004) ofrece un marco integral que combina pilares técnicos y fundamentos culturales del pensamiento Lean. No obstante, gran parte de la literatura continúa desarrollando modelos propios, adaptados a contextos específicos, pero con escasa validación empírica (Jasti & Kodali, 2019; Pettersen, 2009).

En síntesis, la madurez Lean posee un alto potencial explicativo sobre la mejora del desempeño operativo, aunque persisten limitaciones conceptuales y metodológicas. Estas brechas justifican la realización de revisiones integradoras que sistematicen los avances, identifiquen vacíos teóricos y orienten nuevas líneas de investigación que vinculen Lean con capacidades dinámicas, sostenibilidad e Industria 4.0.

3. Metodología

Este estudio se desarrolla como una revisión integradora de literatura, basada en la propuesta metodológica de Whittemore y Knafl (2005), que permite integrar hallazgos empíricos y teóricos para construir una comprensión sistemática de la relación entre madurez Lean y desempeño operativo.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en ScienceDirect y Google Scholar, utilizando la combinación de palabras clave: *("Lean maturity" OR "Lean implementation" OR "Lean practices") AND ("operational performance")*. Se incluyeron artículos en inglés y español publicados entre 2018 y 2026, priorizando investigaciones en revistas arbitradas e indexadas.

Criterios de inclusión y exclusión

Se seleccionaron estudios que:

(a) fueran empíricos y publicados en revistas indexadas en Scopus o JCR; (b) se enfocaran en sectores manufactureros (automotriz, electrónico, metalmecánico); y (c) analizaran prácticas Lean, modelos de madurez y/o indicadores de desempeño operativo.

Se excluyó la literatura gris y los estudios no arbitrados o de sectores distintos a la manufactura.

Proceso de selección y análisis

De un total de 143 artículos inicialmente identificados en las bases de datos, 62 cumplieron con los criterios de inclusión y calidad metodológica establecidos. Estos estudios se organizaron en una matriz comparativa que consideró el enfoque metodológico, el marco teórico, las técnicas Lean analizadas, los indicadores de desempeño y los principales hallazgos. Posteriormente, se aplicó un análisis temático iterativo que permitió identificar patrones, convergencias y divergencias, integrando la evidencia empírica y conceptual en una síntesis interpretativa consolidada.

La muestra final quedó conformada por 62 referencias, de las cuales 55 corresponden a investigaciones empíricas y 7 a estudios teóricos o metodológicos que complementan el análisis. Las evidencias empíricas abarcan el periodo 2001–2026, con énfasis en los 44 trabajos más recientes (2018–2026), cuya actualidad y rigor sustentan los principales hallazgos, tendencias y vacíos identificados en esta revisión

Análisis bibliométrico exploratorio

Para complementar el análisis cualitativo, se realizó un análisis bibliométrico exploratorio con el software VOSviewer (versión 1.6.20). Las referencias se gestionaron y normalizaron en Mendeley Reference Manager, y posteriormente se exportaron en formato RIS. Se efectuaron dos análisis:

(1) Coautoría, con unidad de análisis *Authors*, método *Full counting* y un umbral mínimo de dos documentos por autor; (2) Coocurrencia de palabras clave, con unidad de análisis *All keywords* y un mínimo de dos ocurrencias por término.

Los resultados de ambos mapas permitieron visualizar las redes de colaboración científica y los clústeres temáticos, fortaleciendo la comprensión estructural del campo de estudio y la validez interpretativa de la revisión.

La muestra final estuvo conformada por 62 estudios, de los cuales 44 son investigaciones empíricas recientes (2018–2026) que se presentan de manera sintetizada en la Tabla 1, con el propósito de destacar las conclusiones más representativas y las tendencias emergentes en la relación entre madurez Lean y desempeño operativo.

4. Resultados

Enfoques metodológicos

La revisión evidencia el predominio de estudios cuantitativos (35) con análisis descriptivos o inferenciales sobre la relación entre prácticas Lean y desempeño (Ali et al., 2021; Angın & Taşdemir, 2022; Naeem et al., 2021). Otros 16 aplican regresiones múltiples o SEM/PLS-SEM para validar constructos de madurez y sostenibilidad (Awan et al., 2022; Singh & Singh, 2024; Tortorella et al., 2019). Solo ocho estudios cualitativos abordan adopción y barreras (De Silva & Seneviratne, 2022; Jamari & Fedouaki, 2025; Urban & Tochwin, 2023). La limitada presencia de enfoques mixtos y longitudinales restringe la comprensión cultural y estratégica del Lean.

Modelos teóricos o conceptuales

La revisión evidencia una diversidad de marcos conceptuales para explicar la madurez Lean y su impacto en el desempeño operativo. El modelo más citado es el de Shah y Ward (2003, 2007), que agrupa las prácticas en JIT, TPM, TQM y HRM, validado empíricamente mediante SEM (Jasti & Kodali, 2019; Liu et al., 2024).

De forma complementaria, la Casa del TPS de Liker (2004) se consolida como un marco integral que articula pilares técnicos —JIT, Jidoka, estandarización y mejora continua— con fundamentos culturales basados en respeto por las personas, liderazgo y aprendizaje organizacional. Este modelo representa la esencia sistémica del pensamiento Lean, cuya vigencia se ha reforzado con su integración a los enfoques de sostenibilidad e Industria 4.0, al vincular eficiencia, innovación digital y responsabilidad ambiental (Costa et al., 2024; Komkowski et al., 2025).

Asimismo, numerosos estudios incorporan la teoría de las capacidades dinámicas como base explicativa, considerando que la madurez Lean potencia la adaptación, reconfiguración y aprendizaje organizacional ante entornos cambiantes (Alsawafi et al., 2021; Gutierrez et al., 2022). Sin embargo, cerca del 60 % de los trabajos desarrolla modelos propios sin validación formal (Netland & Ferdows, 2016; Pettersen, 2009), confirmando la fragmentación teórica y la necesidad de estructuras integradoras y comparables que consoliden conocimiento empírico robusto y generalizable.

Técnicas o herramientas Lean analizadas

La literatura reciente muestra una marcada preferencia por prácticas operativas como TPM, JIT, 5S, SMED, Kaizen, VSM, Kanban y control visual, presentes en más del 70 % de los estudios por su eficacia en la reducción de desperdicios y mejora de la eficiencia (Naeem et al., 2021; Panigrahi et al., 2023; Shah & Ward, 2007). En contraste, las herramientas estratégicas y culturales —Hoshin Kanri, liderazgo Lean, cultura organizacional y gestión del aprendizaje— siguen subrepresentadas, pese a su relevancia en niveles avanzados de madurez (Gutierrez et al., 2022; Haszainul et al., 2024; Hernandez-Matias et al., 2020).

Este sesgo operativo confirma que la selección de prácticas Lean se orienta a resultados inmediatos, con escasa integración de enfoques sistémicos y culturales (Abreu & Calado, 2017; Komkowski et al., 2024). Sin embargo, investigaciones recientes destacan que solo la combinación equilibrada de prácticas técnicas, culturales y digitales, apoyadas en liderazgo y aprendizaje organizacional, garantiza beneficios sostenibles (Awan et al., 2022; Costa et al., 2024). En síntesis, la brecha en la integración de dimensiones estratégicas, culturales y tecnológicas persiste como desafío para avanzar hacia una madurez Lean sostenible.

Criterios de selección de prácticas Lean

La revisión revela una amplia diversidad de criterios metodológicos para seleccionar prácticas Lean. La mayoría de los estudios (≈32) se basa en revisiones no estructuradas de literatura previa, mientras que 17 investigaciones utilizan marcos teóricos validados, como el de Shah y Ward (2007), alcanzando mayor

coherencia y replicabilidad. Otros combinan consultas a expertos, diagnósticos contextuales o modelos de madurez (Bento & Tontini, 2019; Komkowski et al., 2024).

No obstante, cerca del 20 % de los artículos no especifica sus criterios, afectando la transparencia y comparabilidad. En conjunto, los resultados evidencian la falta de sistematización en la selección de prácticas Lean y la necesidad de criterios explícitos y adaptados al contexto organizacional, sustentados en marcos teóricos validados.

Indicadores de desempeño utilizados

El análisis revela una predominancia de indicadores operativos tradicionales, centrados en calidad, productividad y eficiencia. La calidad es la variable más recurrente (16 estudios), seguida de productividad y flexibilidad (8 cada una); en menor medida se consideran costos, entregas a tiempo y lead time (5 estudios).

En contraste, los indicadores estratégicos, culturales y sostenibles —liderazgo, compromiso, innovación, aprendizaje y desempeño ambiental— aparecen poco integrados, pese a su creciente relevancia en la sostenibilidad industrial (Ahmadi-Gh & Bello-Pintado, 2022; Awan et al., 2022; Costa et al., 2024; Gutierrez et al., 2022; Singh & Singh, 2024). Estudios recientes demuestran que la combinación de métricas operativas, ambientales y sociales fortalece la ventaja competitiva y consolida la madurez Lean.

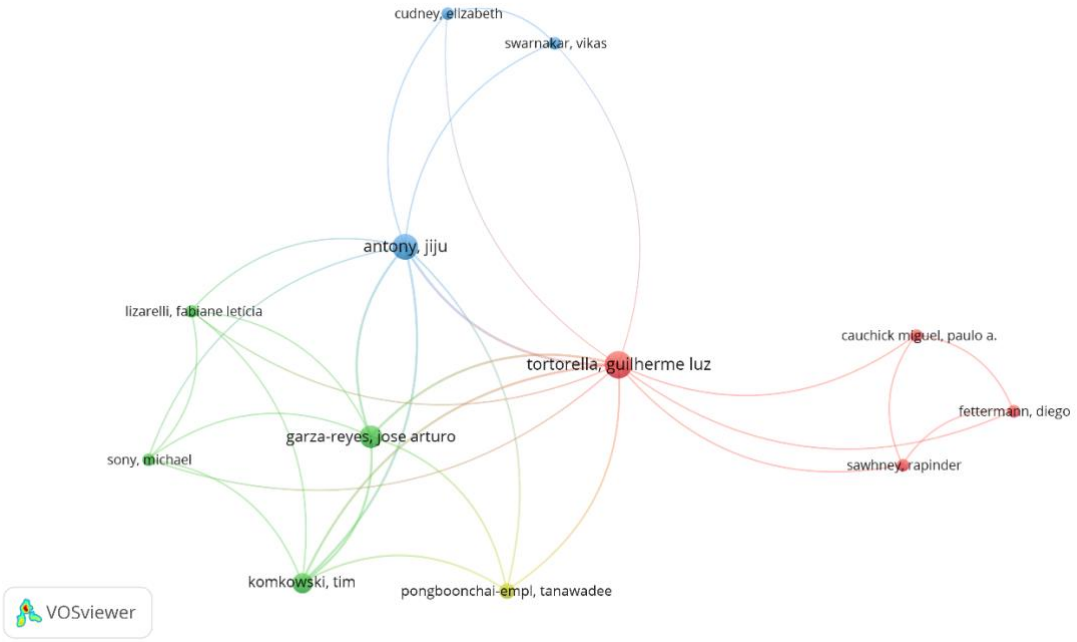
En síntesis, la literatura aún privilegia el desempeño operativo de corto plazo, dejando un vacío en la medición de dimensiones estratégicas y sostenibles, cruciales para evaluar la evolución de Lean en la Industria 4.0 y la manufactura sostenible.

Resultados del análisis bibliométrico

Análisis de coautoría

El análisis de coautoría realizado con VOSviewer (v.1.6.20) identificó tres clústeres principales de colaboración. El primero, liderado por Jiju Antony, agrupa a Elizabeth Cudney y Vikas Swarnakar, centrados en calidad y excelencia operacional. El segundo, encabezado por José Arturo Garza-Reyes, incluye a Komkowski, Lizarelli y Pongboonchai-Empl, enfocados en la integración Lean–capacidades dinámicas. El tercero, con Guilherme Luz Tortorella, vincula a Cauchick Miguel, Sawhney y Fettermann, especializados en Industria 4.0. Estas redes evidencian alta colaboración internacional y la consolidación de comunidades científicas.

Figura 1. . *Mapa de coautoría.*

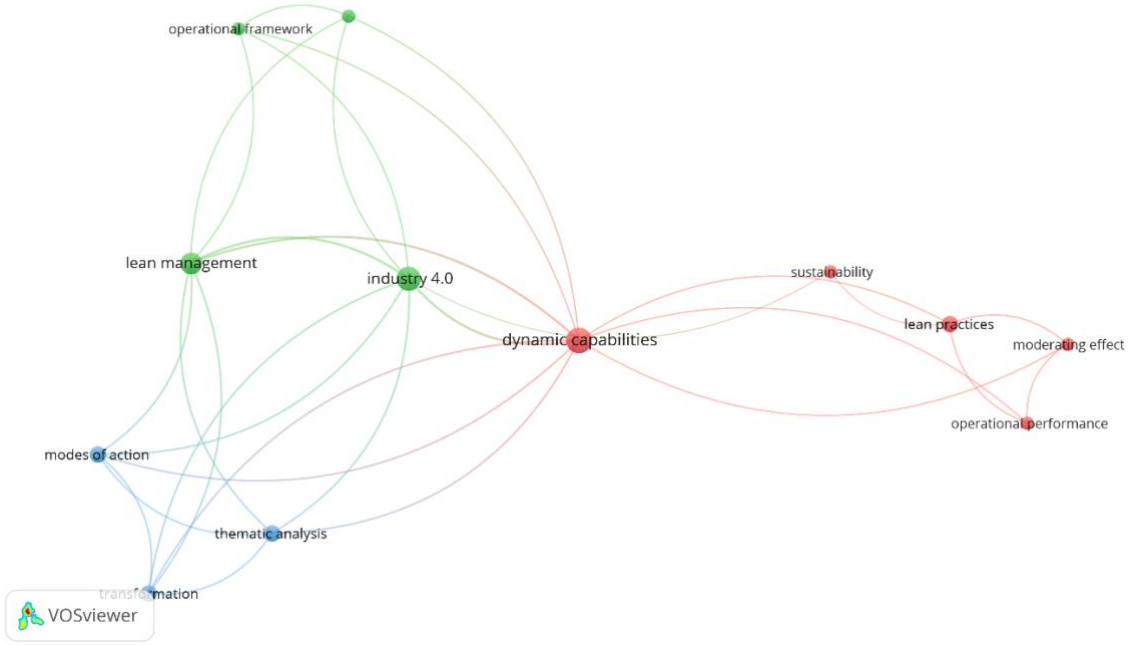


Fuente: Elaboración propia con *VOSviewer* a partir de datos exportados desde Mendeley (.RIS). **Nota:** Los nodos representan autores y las líneas sus vínculos de colaboración; los colores agrupan los clústeres temáticos.

Análisis de coocurrencia

El análisis de coocurrencia de palabras clave reveló tres clústeres temáticos: (1) integración Lean–Industria 4.0, (2) vínculo entre capacidades dinámicas, sostenibilidad y desempeño, y (3) enfoques metodológicos. Los términos más frecuentes fueron *dynamic capabilities*, *industry 4.0* y *lean management*.

Figura 2 . *Mapa de coocurrencia de palabras clave.*



Fuente: Elaboración propia con *VOSviewer* a partir de datos exportados desde Mendeley (.RIS). **Nota:** Los nodos representan palabras clave frecuentes y las líneas sus relaciones de coocurrencia.

En conjunto, ambos análisis confirman la existencia de una comunidad científica internacional activa y la evolución del paradigma Lean hacia entornos inteligentes y sostenibles, integrando eficiencia, agilidad y responsabilidad ambiental.

Principales hallazgos empíricos

La revisión confirma una tendencia empírica sólida: una mayor madurez Lean se asocia con mejoras en calidad, productividad, eficiencia y tiempos de entrega, comprobadas en diversos sectores (Belekoukias et al., 2014; Liu et al., 2024; Shah & Ward, 2007). En el sector azucarero, Kunyoria et al. (2023) hallaron que las prácticas Lean explican el 43.7 % del desempeño operativo, mientras Lu y Fan (2023) reportaron reducciones de costos y mayor flexibilidad con un modelo CMMI.

Estudios recientes integran sostenibilidad y capacidades dinámicas, mostrando que la madurez Lean impulsa desempeño ambiental, innovación y resiliencia (Ahmadi-Gh & Bello-Pintado, 2022; Costa et al., 2024; Gutierrez et al., 2022). Su efectividad depende de la cultura organizacional, liderazgo y alineación estratégica (El-Khalil, 2018; Haszainul et al., 2024; Tortorella et al., 2019), además de la preparación estructural y la participación del personal (Urban & Tochwin, 2023).

Las implementaciones fragmentadas reducen los beneficios (Osterman & Fundin, 2020). En conjunto, la madurez Lean se consolida como un determinante clave del desempeño operativo sostenible, condicionado por el liderazgo directivo y la alineación estratégica de la mejora continua con los objetivos organizacionales. Estudios recientes amplían la evidencia hacia 2026, mostrando que la integración sinérgica entre las prácticas Lean y la digitalización potencia los efectos positivos sobre la eficiencia, la flexibilidad y la productividad en distintos sectores industriales (Mondal et al., 2026). Este hallazgo reafirma la consistencia de los beneficios operativos asociados a una madurez Lean avanzada, independientemente del contexto industrial.

Tabla 1. *Resumen de conclusiones de los 44 estudios más recientes (2018–*

Autores	Conclusión
Abreu-Ledón et al. 2018	El meta-análisis confirma que Lean mejora el desempeño, sobre todo en calidad y costos, aunque sus efectos dependen del contexto y de una implementación integral.
Ahmadi-Gh & Bello-Pintado (2022)	El estudio concluye que integrar prácticas Lean y sostenibles impulsa la ventaja competitiva y el desempeño ambiental, siempre que haya alineación estratégica y compromiso organizacional.
Ali et al. (2021)	Lean, Six Sigma y sostenibilidad ambiental generan sinergias que mejoran eficiencia, calidad y rentabilidad, fortaleciendo simultáneamente la competitividad y la sostenibilidad de las PYMEs.
Alsawafi et al. (2021)	El estudio demuestra que las relaciones internas de calidad y las prácticas Lean fortalecen las capacidades dinámicas, logrando un equilibrio sostenible entre desempeño económico, ambiental y social mediante innovación continua.
Angın & Taşdemir (2022)	En el sector mueblero turco la baja madurez Lean se debe a falta de capacitación y conciencia; se recomienda iniciar con 5S, estandarización y liderazgo.
Antony et al. (2021)	El meta-análisis confirma efectos diferenciados de las prácticas Lean: SMED, calidad y eliminación de desperdicios tienen mayor impacto; las estrategias deben considerar contexto y madurez.
Antony et al. (2023)	La meta-análisis identifica liderazgo, cultura organizacional y compromiso directivo como factores críticos para el éxito de la excelencia operacional, con impacto en desempeño y sostenibilidad.
Anwar et al. (2023)	Lean Manufacturing mejora el desempeño sostenible de las PYMEs al reducir desperdicios, optimizar energía y calidad, fortaleciendo resiliencia y competitividad en contextos de recursos limitados.
Arabi et al. (2021)	En PYMEs marroquíes se identifican barreras de liderazgo, apoyo y capacitación. Se sugiere evaluar madurez considerando cultura, KPIs, incentivos y programas estatales iniciales.
Aripin et al. (2023)	La madurez Lean modera la reducción de costos; sin nivel adecuado no hay beneficios sostenibles. Se valida como recurso estratégico para empresas medianas y grandes.
Awan et al. (2022)	El estudio concluye que la gestión verde de la cadena de suministro media la relación Lean–sostenibilidad, integrando prácticas ambientales para optimizar eficiencia, responsabilidad ecológica y desempeño sostenible.
Bento & Tontini (2019)	Se desarrolla herramienta diagnóstica de madurez Lean para benchmarking. Detecta diferencias por tamaño: “enfoque al cliente” progresa más, mientras “problemas” e “integración con proveedores” requieren atención.
Csíki (2023)	El estudio concluye que las capacidades de producción y rutinas operativas median el vínculo entre prácticas y desempeño; su fortalecimiento impulsa excelencia operacional mediante aprendizaje, estandarización y mejora continua.
De Oliveira et al. (2022)	Lean y producción más limpia no aseguran mejoras ambientales; su efectividad depende de madurez organizacional, soporte institucional y contexto económico. Se requieren estrategias adaptadas para economías emergentes.
El-Khalil (2018)	La gestión Lean media la relación entre manufactura flexible (FMS) y desempeño operativo. Se propone alinear LM y FMS con objetivos estratégicos, pues no todas las herramientas son efectivas sin ese enfoque.
El-Khalil (2022)	En multinacionales de la región MENA, una implementación avanzada de Lean mejora el desempeño operativo. Se destacan impactos diferenciados y la necesidad de una aplicación holística y estratégica adaptada al contexto.
Fortuny-Santos et al. (2024)	Lean manufacturing mejora el desempeño ambiental, especialmente en industrias pesadas con adopción integral. Se recomienda evaluar la madurez por su impacto ecológico e integrar criterios ambientales para beneficios sostenibles.
Gonzalez et al. (2019)	Recursos humanos y planeación manufacturera se correlacionan positivamente con el desempeño organizacional. Se valida la clasificación de herramientas Lean y se advierte que implementaciones parciales reducen su impacto.
Gutiérrez et al., (2022)	El estudio concluye que las prácticas y culturas Lean trascienden la eficiencia al desarrollar microfundamentos de capacidades dinámicas —aprendizaje, adaptación y reconfiguración— que fortalecen innovación, resiliencia y ventaja competitiva sostenible.
Hardcopf, Liu y Shah (2023)	Lean mejora todas las dimensiones del desempeño operativo. Calidad, flexibilidad y entregas dependen de la cultura, mientras los costos mejoran sin cambios. La madurez combina herramientas y entorno cultural.

Haszainul et al. (2024)	Las prácticas Lean impactan moderadamente la excelencia operativa, mientras la cultura Lean tiene mayor influencia. El Toyota Way es clave; se recomienda priorizar el cambio cultural para una implementación sostenible.
Hekneby & Powell (2023)	La madurez Lean se alcanza mediante aprendizaje organizacional institucionalizado. El liderazgo vincula mejoras operativas y resultados financieros; sistemas como XPS y CRM promueven cultura de aprendizaje sostenible y liderazgo constante.
Hernandez-Matias et al. (2020)	Se propone un modelo que vincula prácticas Lean humanas con desempeño operativo. Las prácticas de empleados influyen directamente y las gerenciales indirectamente; el éxito depende de liderazgo, empoderamiento y cultura de mejora continua..
Jamari & Fedouaki (2025)	El estudio concluye que la integración entre Industria 4.0 y Lean Manufacturing depende de competencias digitales, capacitación y participación del personal, consolidando al factor humano como eje central de la transformación sostenible.
Jasti & Kodali (2019)	Se valida un marco integral de producción Lean en la manufactura india. Calidad y relación con clientes son prioritarias; el enfoque holístico integra funciones y brinda herramienta para fortalecer madurez y excelencia operacional.
Komkowski et al. (2025)	El estudio concluye que las prácticas Lean actúan como microfundamentos de capacidades dinámicas, facilitando la integración con Industria 4.0 mediante aprendizaje, flexibilidad y adaptación continua para sostener la competitividad organizacional.
Komkowski et al. (2024)	El estudio concluye que integrar Lean e Industria 4.0 mejora el desempeño organizacional al desarrollar capacidades dinámicas de aprendizaje, innovación y reconfiguración, permitiendo adaptabilidad y ventajas competitivas en entornos digitales.
Kumar & Sanchez Rodrigues (2018)	Lean y Green generan sinergias que impulsan innovación mediante proyectos colaborativos. Su complementariedad ofrece ventaja difícil de imitar, fortaleciendo la madurez Lean al integrarse con objetivos ambientales y sostenibilidad.
Kunyoria, Aliata & Ochung (2023)	Lean manufacturing mejora el desempeño operativo en el sector azucarero de Kenia, explicando el 43.7% de su varianza. Se validan la RBV y la teoría de costos de transacción, recomendando implementación continua.
Larsson et al., (2025)	El estudio concluye que las empresas multisede alcanzan excelencia operacional al desarrollar capacidades dinámicas, aprendizaje y estandarización flexible, equilibrando autonomía local y coherencia global para mejoras continuas y adaptación competitiva.
Liu et al. (2024)	Las capacidades dinámicas moderan la relación entre prácticas Lean y desempeño, especialmente en JIT, TQM y TPM. La madurez Lean exige adaptabilidad y un enfoque holístico para maximizar beneficios.
Lu & Fan (2023)	Se valida un modelo de madurez Lean basado en CMMI con ocho dimensiones en manufactura taiwanesa. Presenta mayor madurez en orientación al cliente y menor en proveedores, mejorando costos y flexibilidad.
Maware & Adetunji (2019)	El modelo TPS House se valida en manufactura de Zimbabue, mejorando desempeño y flexibilidad. JIT, Jidoka, estandarización y capacitación del personal son claves para avanzar en madurez Lean
Naeem et al. (2021)	En la industria textil de Pakistán, Lean explica el 64.7% del desempeño. Jidoka, Kaizen e involucramiento externo son claves; la madurez depende del compromiso estratégico y prácticas sectoriales.
Ooi, et al. (2023)	El estudio demuestra que Lean mejora el desempeño sostenible y que las tecnologías de Industria 4.0 potencian este efecto al integrar innovación digital con prácticas esbeltas para ventajas competitivas sostenibles..
Panigrahi, et al. (2023).	El estudio confirma mediante PLS-SEM que las prácticas Lean mejoran el desempeño operativo y empresarial. Su efectividad depende de integrar herramientas y compromiso organizacional para sostener resultados.
Rajagopala & Solaimani, (2020)	El estudio longitudinal muestra que la adopción Lean en la industria india avanza lentamente y de forma desigual; su sostenibilidad exige liderazgo, compromiso y adaptación contextual constante.
Sahoo & Yadav (2018).	La implementación Lean en PYMEs manufactureras indias mejora eficiencia y competitividad, pero enfrenta limitaciones de recursos; requiere liderazgo, aplicación gradual y adaptación contextual para asegurar sostenibilidad.
Singh & Singh (2024)	Las prácticas Lean-Verdes mejoran la eficiencia y el desempeño ambiental en manufactura. El liderazgo y una cultura orientada a la sostenibilidad son esenciales para mantener resultados duraderos.
Mondal et al. (2026)	La combinación de Lean y digitalización genera sinergias que fortalecen la eficiencia, flexibilidad y sostenibilidad operativa, demostrando que su integración estratégica maximiza el desempeño y la competitividad organizacional.
Suroso & Santosa (2024)	Se confirma una relación significativa entre Lean y desempeño, diferenciando PYMEs y grandes empresas. El diagnóstico identifica prioridades: enfoque al cliente en PYMEs y gestión del flujo.
Tortorella et al. (2019)	El estudio concluye que las organizaciones que aprenden potencian la efectividad de la producción Lean, pues el aprendizaje organizacional impulsa mejora continua, innovación y sostenibilidad, fortaleciendo la cultura de excelencia y adaptación.
Urban & Tochwin (2023)	El éxito de Lean exige preparación inicial, participación de empleados, liderazgo visible y adaptación de herramientas. La cultura y una secuencia personalizada son esenciales para su evolución.
Yadav et al. (2018)	Se valida un modelo estructural de segundo orden que agrupa 10 prácticas Lean. Estas impactan positivamente en el desempeño de PYMEs. Se propone instrumento diagnóstico y de priorización aplicable incluso con recursos limitados.

Fuente: Elaboración propia.

Aportaciones teóricas

La revisión identifica implicaciones clave para la implementación del sistema Lean en la manufactura contemporánea, destacando la necesidad de enfoques evolutivos, diagnósticos y adaptativos.

Primero, se requiere un proceso progresivo y contextualizado, que inicie con herramientas básicas —5S, estandarización y control visual— y evolucione hacia prácticas más complejas como TPM, VSM o Hoshin Kanri (Abreu & Calado, 2017; Costa et al., 2024; Naeem et al., 2021). Segundo, cobran relevancia las herramientas diagnósticas de madurez, que permiten alinear prácticas con la capacidad organizacional real y evitar implementaciones prematuras (Chong & Perumal, 2022; Komkowski et al., 2024; Lu & Fan, 2023).

Tercero, el liderazgo transformacional, la gestión del cambio y la cultura organizacional son factores críticos para la sostenibilidad del sistema Lean (García et al., 2014; Gutierrez et al., 2022; Urban & Tochwin, 2023). Cuarto, persisten barreras como resistencia al cambio y falta de alineación estratégica, que reducen su efectividad (El-Khalil, 2018; Haszainul et al., 2024; Tortorella et al., 2019).

Finalmente, se recomienda una implementación flexible y estratégica, adaptada al contexto e integrada con sostenibilidad e Industria 4.0 (Awan et al., 2022; Kunyoria et al., 2023; Shah & Ward, 2007). En conjunto, Lean debe aplicarse como un sistema evolutivo y contextual, consolidándose como plataforma integradora de excelencia operativa y sostenible.

En conjunto, la evidencia confirma que Lean debe aplicarse como un sistema evolutivo y contextual, evitando enfoques universales y consolidándose como plataforma integradora de excelencia operativa y sostenible.

La Tabla 2 sintetiza las implicaciones prácticas derivadas de los 55 estudios empíricos analizados, complementadas con evidencia conceptual proveniente de 7 trabajos teóricos y metodológicos. En conjunto, los hallazgos muestran que la efectividad del sistema Lean depende de una implementación gradual y contextualizada, más que de la adopción aislada de herramientas. Las investigaciones coinciden en la necesidad de evolucionar desde prácticas básicas hacia modelos integrados de mejora continua, sustentados en diagnósticos de madurez, liderazgo transformacional y gestión del cambio, e incorporando dimensiones de sostenibilidad e Industria 4.0. Esta integración consolida a Lean como una filosofía dinámica, adaptable y orientada a la excelencia operativa y sostenible.

Tabla 2. *Implicaciones para llevar a cabo o valorar la aplicación de Lean en entornos organizativos*

Área	Descripción	Ejemplos
Enfoque evolutivo y contextualizado	La implementación Lean debe ser flexible, progresiva y sustentada en diagnósticos estructurados. Su éxito depende de adaptar herramientas al nivel de madurez, fortalecer liderazgo transformacional y alinear el sistema con el contexto sectorial.	Abreu y Calado (2017), Costa et al. (2024) y Naeem et al. (2021) señalan que la madurez Lean exige una evolución gradual para lograr sostenibilidad.
Herramientas diagnósticas para evaluar la madurez Lean	Los diagnósticos estructurados son esenciales para alinear prácticas con capacidades organizacionales y prevenir	Lu y Fan (2023) validan un modelo CMMI para diagnóstico Lean; Chong & Perumal (2022) y Komkowski et al.

	implementaciones desarticuladas o prematuras.	(2024) proponen marcos que integran Industria 4.0 con madurez Lean.
Liderazgo y gestión del cambio	La cultura organizacional, el liderazgo transformacional y la participación del personal son claves para la sostenibilidad Lean.	García et al. (2014b) y Urban y Tochwin (2023) resaltan la importancia del compromiso directivo; Gutierrez et al. (2022) y Haszainul et al. (2024) vinculan cultura Lean con aprendizaje organizacional y resiliencia.
Barreras prácticas en la implementación	Las implementaciones aisladas generan retrocesos; persisten barreras como resistencia al cambio, falta de preparación estructural y desalineación estratégica.	El-Khalil (2018) y Tortorella et al. (2019) advierten sobre la pérdida de efectividad por falta de integración sistémica; Haszainul et al. (2024) destaca la relevancia del Toyota Way como mecanismo cultural.
Implementación flexible y estratégica	Las implementaciones aisladas generan retrocesos; persisten barreras como resistencia al cambio, falta de preparación estructural y desalineación estratégica.	Ahmadi-Gh y Bello-Pintado (2022); Awan et al. (2022);; Kunyoria et al. (2023); Shah y Ward (2007); proponen vincular Lean con sostenibilidad ambiental e Industria 4.0 para lograr ventajas competitivas duraderas.

Fuente: Elaboración propia.

5. Discusión

La revisión integradora ofrece un análisis crítico y multidimensional del impacto de la madurez Lean en el desempeño operativo, vinculando hallazgos empíricos con marcos teóricos y aplicaciones prácticas.

En el plano metodológico, predomina el uso de métodos cuantitativos, especialmente los modelos de ecuaciones estructurales (SEM), que fortalecen la validez estadística y la identificación de relaciones causales. No obstante, la escasez de estudios longitudinales, cualitativos y mixtos limita la comprensión del aprendizaje y la adaptación organizacional (Tortorella et al., 2019; Whittemore & Knafl, 2005), evidenciando la necesidad de enfoques más robustos y estandarizados para evaluar la evolución de la madurez Lean en distintos contextos.

En el plano conceptual, el modelo de Shah & Ward (2007) continúa siendo el referente más sólido para agrupar prácticas Lean, mientras que la Casa del TPS de Liker (2004) integra dimensiones técnicas, humanas y culturales. Sin embargo, la fragmentación teórica derivada de modelos ad hoc sin validación empírica (Jasti & Kodali, 2019; Pettersen, 2009) demanda estructuras integradoras y comparables que vinculen capacidades dinámicas y sostenibilidad (Gutierrez et al., 2022; Komkowski et al., 2024).

En el plano práctico, las investigaciones priorizan herramientas operativas —JIT, TPM, 5S, SMED y Kaizen— por su impacto en eficiencia (Belekoukias et al., 2014; Shah & Ward, 2007), pero las dimensiones estratégicas y culturales —liderazgo, aprendizaje y alineación— permanecen subrepresentadas, pese a su relevancia en etapas avanzadas (Haszainul et al., 2024; Hernandez-Matias et al., 2020). La cultura organizacional y el liderazgo transformacional son esenciales para consolidar un sistema Lean maduro y resiliente (Abreu & Calado, 2017; Urban & Tochwin, 2023).

La literatura aún se centra en métricas operativas de corto plazo, mientras las dimensiones estratégicas y ambientales reciben menor atención (Fortuny-Santos et al., 2024; Kunyoria et al., 2023). Sin embargo, la integración Lean–sostenibilidad–Industria 4.0 potencia eficiencia, innovación y desempeño ambiental

(Ahmadi-Gh & Bello-Pintado, 2022; Awan et al., 2022; Singh & Singh, 2024). Este enfoque integrador representa una oportunidad para evolucionar de la eficiencia operacional hacia un desempeño organizacional sostenible y de largo plazo.

De forma complementaria, los estudios más recientes (2018–2026) reafirman la vigencia del paradigma Lean como un modelo adaptable y sostenible, cuya efectividad se ve potenciada por la integración con tecnologías digitales. En particular, Mondal et al. (2026) destacan que la sinergia entre la manufactura esbelta y la digitalización incrementa la eficiencia, la flexibilidad y la sostenibilidad operativa en diversos sectores industriales.

En síntesis, la implementación Lean debe concebirse como un proceso evolutivo y contextual, sustentado en diagnósticos, liderazgo y aprendizaje continuo. Avanzar desde herramientas básicas hacia sistemas integrados y sostenibles es esencial para consolidar la excelencia operativa y generar ventajas competitivas duraderas.

Finalmente, se identifican convergencias y vacíos: algunos estudios muestran beneficios consistentes, mientras otros evidencian limitaciones culturales y contextuales. Estos contrastes destacan la necesidad de investigaciones comparativas y longitudinales que profundicen en la evolución de la madurez Lean. La Tabla 3 resume los principales hallazgos, limitaciones y oportunidades futuras.

Tabla 3. *Hallazgos interpretativos que surgen de la síntesis temática realizada.*

Tema	Descripción
Limitaciones y oportunidades metodológicas en el estudio de la madurez Lean	Predominan estudios cuantitativos y transversales basados en SEM, lo que limita la comprensión evolutiva de la madurez Lean. Se requieren enfoques longitudinales y mixtos que integren indicadores operativos, culturales y sostenibles mediante metodologías robustas y contextualizadas.
Diversidad y validación de modelos teóricos sobre madurez Lean	Aunque el modelo de Shah y Ward (2007) sigue siendo el referente principal, muchos estudios proponen marcos sin validación. Se requieren teorías integradoras basadas en capacidades dinámicas y sostenibilidad que unifiquen dimensiones técnicas, humanas y estratégicas.
Selección y aplicación práctica de herramientas Lean	Predominan herramientas operativas como TPM, JIT, 5S, Kaizen y SMED por su impacto en eficiencia. Sin embargo, la falta de criterios claros limita comparabilidad. Se requiere alinear prácticas con madurez, contexto y marcos teóricos validados para implementaciones sostenibles.
Indicadores de desempeño: énfasis en lo operativo.	Predominan indicadores de calidad, productividad y tiempos de entrega, pero persiste un vacío en métricas estratégicas, culturales y sostenibles. Se propone ampliar la medición más allá del corto plazo para evaluar integralmente el impacto Lean.
Evidencia empírica sobre el impacto de la madurez Lean en el desempeño	La evidencia confirma que una mayor madurez Lean mejora calidad, eficiencia y flexibilidad, aunque los resultados dependen de liderazgo, cultura y contexto. El impacto sostenible requiere coherencia sistémica y alineación estratégica en toda la organización, más allá de herramientas aisladas.
Aportaciones teóricas y desarrollo conceptual del enfoque Lean	Los estudios más sólidos proponen modelos jerárquicos y estructuras multidimensionales que integran dimensiones técnicas, humanas y organizacionales. Sin embargo, la persistente fragmentación teórica limita la acumulación de conocimiento, resaltando la necesidad de marcos unificados que fortalezcan coherencia y comparabilidad del enfoque Lean.
Relevancia práctica: condiciones clave para una implementación sostenible	Las implicaciones prácticas destacan que la implementación Lean debe ser flexible, progresiva y basada en diagnósticos estructurados. Su éxito requiere adaptar herramientas al nivel de madurez, fomentar liderazgo transformacional y alinear el sistema con el contexto sectorial para resultados sostenibles y coherentes.

Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

Los hallazgos de esta revisión integradora evidencian una relación positiva y consistente entre el grado de madurez Lean y el desempeño operativo en organizaciones manufactureras. Una implementación avanzada se asocia con mejoras en calidad, productividad, flexibilidad, costos y tiempos de entrega, aunque su magnitud depende de factores mediadores como la cultura organizacional, el liderazgo transformacional y la alineación estratégica, esenciales para la sostenibilidad de los resultados.

Metodológicamente, predomina el uso de estudios cuantitativos transversales basados en modelos de ecuaciones estructurales (SEM), con limitada presencia de diseños longitudinales, cualitativos y mixtos. Esta tendencia restringe la comprensión de los procesos de aprendizaje y evolución organizacional, lo que evidencia la necesidad de enfoques triangulados y comparativos que capten la dinámica de la madurez Lean en distintos sectores.

Desde la perspectiva teórica, el modelo de Shah y Ward (2007) sigue siendo el referente estructural, aunque la fragmentación conceptual derivada de marcos no validados dificulta la acumulación sistemática de conocimiento. Se requiere avanzar hacia modelos integradores, sustentados en las capacidades dinámicas, la sostenibilidad y la Industria 4.0, que unifiquen dimensiones técnicas, humanas y estratégicas bajo una visión sistémica.

En el plano práctico, prevalece una orientación hacia herramientas operativas como JIT, TPM, 5S y Kaizen, con limitada incorporación de elementos estratégicos y culturales como liderazgo Lean, Hoshin Kanri y aprendizaje organizacional, esenciales para alcanzar una madurez avanzada. Además, los indicadores de desempeño se concentran en métricas de corto plazo, relegando dimensiones estratégicas, culturales y ambientales.

Se recomienda una implementación progresiva y contextualizada, basada en diagnósticos estructurados que combinen herramientas básicas y prácticas estratégicas conforme evolucione la madurez organizacional. La adopción de indicadores múltiples y sostenibles permitirá vincular las mejoras operativas con los objetivos estratégicos y ambientales, fortaleciendo la excelencia y sostenibilidad organizacional

Finalmente, se proponen las siguientes líneas futuras de investigación:

1. Desarrollar modelos teóricos integradores y validados empíricamente, que consoliden el constructo de madurez Lean.
2. Ampliar el análisis hacia sectores no manufactureros y economías emergentes, para fortalecer la generalización del conocimiento.
3. Aplicar diseños longitudinales y comparativos que permitan capturar la evolución temporal del sistema Lean y sus efectos sostenibles.
4. Profundizar en el estudio de las dimensiones culturales, digitales y ambientales, analizando su papel en la consolidación de la madurez Lean y su vínculo con la Industria 4.0.

5. Evaluar empíricamente modelos de referencia como la Casa del TPS, explorando su validez estructural y su aplicabilidad como marco para medir la madurez Lean en diversos contextos industriales.

7. Bibliografía

Abreu-Ledón, R., Luján-García, D. E., Garrido-Vega, P., & Escobar-Pérez, B. (2018). A meta-analytic study of the impact of lean production on business performance. *International Journal of Production Economics, 200*, 83–102. doi:10.1016/j.ijpe.2018.03.015

Abreu, A., & Calado, J. M. F. (2017). A fuzzy logic model to evaluate the lean level of an organization. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications, 8*(5), 59–76. doi:10.5121/ijaia.2017.8505

Ahmadi-Gh, Z., & Bello-Pintado, A. (2022). Why is manufacturing not more sustainable? The effects of different sustainability practices on sustainability outcomes and competitive advantage. *Journal of Cleaner Production, 337*, 130392. doi:10.1016/j.jclepro.2022.130392

Ali, Y., Younus, A., Khan, A. U., & Pervez, H. (2021). Impact of lean, Six Sigma and environmental sustainability on the performance of SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management, 70*(8), 2294–2318. doi:10.1108/IJPPM-11-2019-0528

Alsawafi, A., Lemke, F., & Yang, Y. (2021). The impacts of internal quality management relations on the triple bottom line: A dynamic capability perspective. *International Journal of Production Economics, 232*, 107927. doi:10.1016/j.ijpe.2020.107927

Angın, N., & Taşdemir, Ç. (2022). Identification of internal dynamics of Türkiye's furniture industry in the context of lean manufacturing integration maturity. *Business and Management Studies: An International Journal, 10*(2), 483–501. doi:10.15295/bmij.v10i2.2034

Antony, J., Swarnakar, V., Cudney, E., & Pepper, M. (2021). A meta-analytic investigation of lean practices and their impact on organisational performance. *Total Quality Management & Business Excellence, 33*(15–16), 1784–1803. doi:10.1080/14783345.2021.2003194

Antony, J., Swarnakar, V., Gupta, N., Kaur, J., Jayaraman, R., Tortorella, G. L., & Cudney, E. (2023). Critical success factors for operational excellence initiatives in manufacturing: A meta-analysis. *Total Quality Management & Business Excellence, 34*(9–10), 1152–1172. doi:10.1080/14783363.2022.2157714

Anwar, A., Jamil, K., Idrees, M., Atif, M., & Ali, B. (2023). An empirical examination of SMEs' sustainable performance through lean manufacturing. *Knowledge and Process Management, 30*(3), 289–299. doi:10.1002/kpm.1740

Arabi, S., Chafi, A., Bajjou, M. S., & El Hammoumi, M. (2021). Exploring lean production system adoption in the Moroccan manufacturing and non-manufacturing industries: Awareness, benefits and barriers. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering, 18*(4), 9312–9332. doi:10.15282/ijame.18.4.2021.14.0717

Aripin, N. M., 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. doi:10.3926/jiem.4567

Awan, F. H., Dunnan, L., Jamil, K., Mustafa, S., Atif, M., Gul, R. F., & Guangyu, Q. (2022). Mediating role of green supply chain management between lean manufacturing practices and sustainable performance. *Frontiers in Psychology, 12*, 810504. doi:10.3389/fpsyg.2021.810504

Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research, 52*(18), 5346–5366. doi:10.1080/00207543.2014.903348

Bello-Pintado, A. (2022). Why is manufacturing not more sustainable? The effects of different sustainability practices on sustainability outcomes and competitive advantage. *Journal of Cleaner Production, 337*, 130392. doi:10.1016/j.jclepro.2022.130392

Benders, J., & van Veen, K. (2001). What's in a fashion? Interpretative viability and management fashions. *Organization, 8*(1), 33–53. doi:10.1177/135050840181003

Bento, G. S., & Tontini, G. (2019). Maturity of lean practices in Brazilian manufacturing companies. *Total Quality Management & Business Excellence, 32*(15–16), 1767–1784. doi:10.1080/14783363.2019.1665827

Chong, J. Y., & Perumal, P. A. (2022). Conceptual model for assessing the lean manufacturing implementation maturity level in machinery and equipment of small and medium-sized enterprises. *International Journal of Production Management and Engineering, 10*(1), 23–32. doi:10.4995/ijpme.2022.15894

Costa, F., Alemsan, N., Bilancia, A., Tortorella, G. L., & Portioli Staudacher, A. (2024). Integrating Industry 4.0 and lean manufacturing for a sustainable green transition: A comprehensive model. *Journal of Cleaner Production, 451*, 142728. doi:10.1016/j.jclepro.2024.142728

Csíki, O., Demeter, K., & Losonci, D. (2023). How to improve firm performance? The role of production capabilities and routines. *International Journal of Operations & Production Management, 43*(13), 1–26. doi:10.1108/IJOPM-03-2022-0221

De Oliveira, J. A., Devós Ganga, G. M., Godinho Filho, M., Lopes Silva, D. A., Dos Santos, M. P., Aldaya Garde, I. A., … Franc, K. (2022). Environmental and operational performance is not always achieved when combined with cleaner production and lean production: An overview for emerging economies. *Journal of Environmental Planning and Management, 65*(8), 1530–1559. doi:10.1080/09640568.2021.1940888

De Silva, D. H. P. I., & Seneviratne, S. M. C. (2022). Lean manufacturing and operational performance: An in-depth case study of an apparel manufacturing company in Sri Lanka. *Journal of Accounting Research, Organization and Economics, 5*(1), 1–15.

El-Khalil, R. (2018). The mediating effect of lean management on the relationship between flexibility implementation and operational metrics in U.S. automotive manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Technology Management, 30*(6), 1120–1139. doi:10.1108/JMTM-04-2018-0108

El-Khalil, R. (2022). Lean manufacturing alignment with respect to performance metrics: Multinational corporations case study. *International Journal of Lean Six Sigma, 13*(4), 778–802. doi:10.1108/IJLSS-10-2017-0118

Fortuny-Santos, J., Ruiz de Arbulo López, P., Zubeltzu, E., & Lujan-Blanco, I. (2024). Lean manufacturing and environmental performance: A meta-analytic approach. *International Journal of Lean Six Sigma.* doi:10.1108/IJLSS-11-2023-0190

García-Alcaraz, J. L., Maldonado, A. A., Alvarado-Iniesta, A., Cortes-Robles, G., & Alor-Hernández, G. (2014a). A systematic review/survey for JIT implementation: Mexican maquiladoras as a case study. *Computers in Industry, 65*(5), 761–773. doi:10.1016/j.compind.2014.02.013

García, J. L., Rivera, L., Blanco, J., Jiménez, E., & Martínez, E. (2014). Structural equation modelling for relational analysis of JIT performance in the maquiladora sector. *International Journal of Production Research, 52*(17), 5017–5032. doi:10.1080/00207543.2014.885143

Gonzalez, M. E., Quesada, G., Mora-Monge, C. A., & Barton, M. E. (2019). An empirical study of the application of lean tools in U.S. industry. *Quality Management Journal, 26*(4), 174–190. doi:10.1080/10686967.2019.1647769

Gutierrez, L., Lameijer, B. A., Anand, G., Antony, J., & Vijaya Sunder, M. (2022). Beyond efficiency: The role of lean practices and cultures in developing dynamic capabilities microfoundations. *International Journal of Operations & Production Management, 42*(13), 506–536. doi:10.1108/IJOPM-02-2022-0086

Hardcopf, R., Liu, G. J., & Shah, R. (2023). Lean production and operational performance: The influence of organizational culture. *International Journal of Production Economics, 260*, 108060. doi:10.1016/j.ijpe.2021.108060

Haszainul, M. Z., Osman, A. A., Abdul Aziz, K., Rahmaddulla, S. R., & Noor Kamar, A. N. (2024). Enhancing operational excellence of wood and furniture manufacturing industry in Malaysia: The role of lean culture as a generative mechanism. In R. Abd. Aziz, A. A. Osman, & K. Abdul Aziz (Eds.), *Intelligent manufacturing and mechatronics* (pp. 145–159). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-99-9848-7_14

Hekneby, T., & Powell, D. J. (2023). The financial implications of XPS: An organizational learning perspective. *International Journal of Lean Six Sigma, 14*(4), 1102–1130. doi:10.1108/IJLSS-05-2022-0099

Hernandez-Matias, J., Ocampo, J., Hidalgo, A., & Vizan, A. (2020). Lean manufacturing and operational performance. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(2), 217–235. doi:10.1108/JMTM-04-2019-0140

Jamari, S., & Fedouaki, F. (2025). Industry 4.0 enablers and lean manufacturing tools in respect of human resources. *Engineering Proceedings, 97*(1), 43. doi:10.3390/engproc2025097043

Jasti, N., & Kodali, R. (2019). An empirical investigation on lean production system framework in the Indian manufacturing industry. *Benchmarking: An International Journal, 26*(1), 296–316. doi: 10.1108/BIJ-10-2017-0284

Komkowski, T., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Tortorella, G. L., & Pongboonchai-Empl, T. (2025). Integrating lean management with Industry 4.0: An explorative dynamic capabilities theory perspective. *Production Planning & Control, 36*(5), 607–625. doi:10.1080/09537287.2023.2294297

Komkowski, T., Sony, M., Antony, J., Lizarelli, F. L., Garza-Reyes, J. A., & Tortorella, G. L. (2024). Operational practices for integrating lean and Industry 4.0: A dynamic capabilities perspective. *International Journal of Production Research, 63*(4), 1517–1537. doi:10.1080/00207543.2024.2381127

Kumar, M., & Sanchez Rodrigues, V. (2018). Synergetic effect of lean and green on innovation: A resource-based perspective. *International Journal of Production Economics, 206*, 356–369. doi:10.1016/j.ijpe.2018.04.007

Kunyoria, O. J., Aliata, V. L., & Ochung, A. W. (2023). Effect of lean manufacturing on operational performance of sugar firms in Kenya. *International Journal of Business and Management Invention, 12*(9), 23–34. doi:10.35629/8028-12092334

Larsson, J., Linderson, S., Birkie, S. E., & Bellgran, M. (2025). Developing capabilities for operational excellence in multisite production companies. *Production & Manufacturing Research, 13*(1), 2566920. doi:10.1080/21693277.2025.2566920

Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer.* New York, NY: McGraw-Hill.

Liu, C., Wang, M., Niu, Z., & Mo, X. (2024). Moderating effect of dynamic capabilities on the relationship between lean practices and operational performance. *International Journal of Lean Six Sigma, 15*(7), 1343–1364. doi:10.1108/IJLSS-02-2022-0034

Lu, M.-L., & Fan, P.-H. (2023). The current status of lean manufacturing maturity of Taiwanese enterprises. *International Journal of Social Relevance & Concern, 11*(3), 48–54. doi:10.26821/IJSRC.11.3.2023.110324

Maware, C., & Adetunji, O. (2019). Lean manufacturing implementation in Zimbabwean industries: Impact on operational performance. *International Journal of Engineering Business Management, 11*, 1–12. doi:10.1177/1847979019859790

Mondal, S., Goswami, S. S., Gupta, K. K., & Sahoo, S. K. (2026). Synergistic effects of lean manufacturing and digitalization on operational effectiveness: A comprehensive review. *Decision Making Advances, 3*(1), 21–39. doi:10.31181/sdmap31202634

Naeem, M., Ahmad, N., Hussain, S., Nafees, B., & Hamid, A. (2021). Impact of lean manufacturing on operational performance: Evidence from the textile industry. *Humanities & Social Sciences Reviews, 9*(3), 951–961. doi:10.18510/hssr.2021.9393

Nawanir, G., Teong, L. K., & Othman, S. N. (2013). Impact of lean practices on operations performance and business performance: Some evidence from Indonesian manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management, 24*(7), 1019–1050. doi:10.1108/JMTM-03-2012-0027

Negrão, L. L. L., Godinho Filho, M., & Marodin, G. (2016). Lean practices and their effect on performance: A literature review. *Production Planning & Control, 28*(1), 33–56. doi:10.1080/09537287.2016.1231853

Netland, T. H., & Ferdows, K. (2016). The S-curve effect of lean implementation. *Production and Operations Management, 25*(6), 1106–1120. doi:10.1111/poms.12539

Ooi, L. L., Teh, S. Y., & Cheang, P. Y. S. (2023). The impact of lean production on sustainable organizational performance: The moderating effect of Industry 4.0 technologies adoption. *Management Research Review, 47*(2), 1–35. doi:10.1108/MRR-06-2022-0448

Osterman, C., & Fundin, A. (2020). A systems theory for lean: Describing natural connections in an XPS. *The TQM Journal, 32*(6), 1373–1393. doi:10.1108/TQM-12-2019-0284

Panigrahi, S., Al Ghafri, K. K., Al Alyani, W. R., Khan, M. W. A., Al Madhagy, T., & Khan, A. (2023). Lean manufacturing practices for operational and business performance: A PLS-SEM modeling analysis. *International Journal of Engineering Business Management, 15*, 1–16. doi:10.1177/18479790221147864

Pettersen, J. (2009). Defining lean production: Some conceptual and practical issues. *The TQM Journal, 21*(2), 127–142. doi:10.1108/17542730910938137

Rajagopalan, J., & Solaimani, S. (2020). Lean management in Indian industry: An exploratory research study using a longitudinal survey. *International Journal of Lean Six Sigma, 11*(3), 515–542. doi:10.1108/IJLSS-12-2017-0140

Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Lean implementation in small- and medium-sized enterprises: An empirical study of Indian manufacturing firms. *Benchmarking: An International Journal, 25*(4), 1121–1147. doi:10.1108/BIJ-02-2017-0033

Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management, 21*(2), 129–149. doi:10.1016/S0272-6963(02)00108-0

Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management, 25*(4), 785–805. doi:10.1016/j.jom.2007.01.019

Singh, R., & Singh, M. (2024). How do green lean practices affect environmental performance? Evidence from manufacturing industries in India. *Measuring Business Excellence, 28*(3). doi:10.1108/MBE-04-2023-0067

Suroso, E., & Santosa, A. D. (2024). Effects of lean manufacturing practices on operational performance. *Journal of Research in Social Science and Humanities, 4*(1), 174–179. doi:10.47679/jrssh.v4i1.121

Tortorella, G. L., Fettermann, D., Cauchick Miguel, P. A., & Sawhney, R. (2019). Learning organisation and lean production: An empirical research on their relationship. *International Journal of Production Research, 58*(15), 4614–4632. doi:10.1080/00207543.2019.1633028

Urban, W., & Tochwin, D. (2023). Application of lean manufacturing tools in the automotive industry: A multiple case study. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series,* (181), 603–618. doi:10.29119/1641-3466.2023.181.38

Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing, 52*(5), 546–553. doi:10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: The story of lean production—Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. New York, NY: Free Press.

Yadav, V., Jain, R., Mittal, M. L., Panwar, A., & Lyons, A. (2019). The impact of lean practices on the operational performance of SMEs in India. *Industrial Management & Data Systems, 118*(1), 195–222. doi:10.1108/IMDS-02-2018-0088

RECAI