



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.  
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898476*

RFC: ATI120618V12

**Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.**

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

**Año: XI      Número: 3      Artículo no.:34      Período: 1 de mayo al 31 de agosto del 2024**

**TÍTULO:** Lean manufacturing y su enseñanza: una revisión bibliométrica.

**AUTORES:**

1. Dr. Jorge Luis García Alcaraz.
2. Dr. Pedro García Alcaraz.
3. Dra. Cely Celene Ronquillo Chávez.

**RESUMEN:** En este artículo se presenta una revisión bibliométrica sobre la enseñanza, educación y aprendizaje de la metodología lean manufacturing en la industria e instituciones de educación superior. Se realizó una búsqueda en la base de datos Scopus y se identificaron 198 documentos para su análisis que comprenden el periodo de 1995 a 2023. Se usa el software Vosviewer 1.6.18 y Bibliometrix para el análisis y los resultados indican que la tendencia en investigación va en aumento, y que las principales áreas en las que se publica se relacionan con la ingeniería y los negocios, mientras que la revista que más publica es Lecture Notes in Mechanical Engineering y el autor más productivo es Tortorella, G.

**PALABRAS CLAVES:** revisión bibliométrica, lean manufacturing, educación, entrenamiento.

**TITLE:** Lean manufacturing and its teaching: a bibliometric review.

**AUTHORS:**

1. PhD. Jorge Luis García Alcaraz.
2. PhD. Pedro García Alcaraz.
3. PhD. Cely Celene Ronquillo Chávez.

**ABSTRACT:** This article presents a bibliometric review on the teaching, education and learning of the lean manufacturing methodology in industry and higher education institutions. A search was carried out in the Scopus database and 198 documents were identified for analysis that cover the period from 1995 to 2023. The Vosviewer 1.6.18 and Bibliometrix software is used for the analysis and the results indicate that the trend in research is increasing, and that the main areas in which it is published are related to engineering and business, while the journal that publishes the most is Lecture Notes in Mechanical Engineering and the most productive author is Tortorella, G.

**KEY WORDS:** bibliometric review, lean manufacturing, education, training.

## **INTRODUCCIÓN.**

La Lean Manufacturing (LM) o fabricación ajustada es una filosofía de gestión industrial que busca eliminar los residuos y mejorar la eficacia del proceso de producción (Womack et al., 2017). LM se centra en crear valor para el cliente, racionalizando las operaciones y reduciendo las actividades sin valor añadido (Ghaithan et al., 2021); sin embargo, los principios de LM se han adoptado actualmente en diversos sectores, como el automotriz, alimentación y las bebidas, y mobiliario, donde ha demostrado mejorar la productividad y reducir costos (Khusaini et al., 2016; Nordin & Othman, 2014). En la actualidad, LM no es sólo una táctica de fabricación o un programa de reducción de costos; es una estrategia empresarial integral (Duarte & Cruz-Machado, 2013), que implica la aplicación de diversas herramientas y técnicas como justo a tiempo, control de calidad, mantenimiento y reingeniería, por mencionar solo algunos (Jasti & Kodali, 2016); además, la LM se ha relacionado con la sostenibilidad y la mejora del rendimiento medioambiental, y de ahí su importancia no solo económica, sino también industrial (Abualfaraa et al., 2018; Angin & Tasdemir, 2022).

Actualmente, se considera que hay un fuerte vínculo entre la LM y la Industria 4.0, considerándose la primera como una base ideal cuando se cambia hacia la segunda (Buer et al., 2018; Saad et al., 2021).

La integración de LM con las tecnologías de la Industria 4.0 se considera una forma de abordar las

limitaciones de la primera en entornos caracterizados por la volatilidad de la demanda, una elevada mezcla de productos e intervención de automatización con recursos humanos (Yilmaz et al., 2021). Así, LM, industria 4.0 e Industria 5.0 son dos conceptos complementarios y mutuamente beneficiosos (Sanders et al., 2016).

Es importante señalar, que el éxito de la implantación de LM es fundamental para las pequeñas y medianas empresas (PYME) (Achanga et al., 2006; Harjanto & Karningsih, 2021). Se han identificado factores críticos de éxito para la implantación de LM en las PYMES, lo que pone de relieve la necesidad de un enfoque sistemático para introducirla y medir los avances en diferentes variables (Thanki & Thakkar, 2014).

Considerando que LM es fundamental para las empresas, la pregunta que cabe hacerse es: ¿Cuáles son los factores claves de éxito en la implementación de ésta? Afortunadamente, los factores críticos para el éxito de LM han sido ampliamente estudiados e identificados en la literatura; por ejemplo, Achanga et al. (2006) indican el liderazgo, la gestión, las finanzas, la cultura organizativa, las habilidades y la experiencia de los empleados, así como su entrenamiento. Laureani and Antony (2012) señalan el papel de la cultura organizativa, la vinculación de las prácticas LM a la estrategia empresarial, los estilos de liderazgo, y el entrenamiento del personal, donde la formación y la educación son de vital importancia (Lai et al., 2022).

Otros factores críticos de éxito para la implantación de LM son el papel de la alta dirección, la capacidad de los empleados para resolver problemas y la transferencia de conocimientos tácitos dentro de la organización (Norani et al., 2019; Worley & Doolen, 2015; Yaqoob et al., 2021). También se han identificado como críticos la implicación y el compromiso con el cambio, la implantación del cuadro de mando integral, la visión y los valores corporativos, y la comunicación con las partes interesadas (Hung et al., 2015).

Otras investigaciones han identificado la estructura organizativa, la capacidad de resolución de problemas por parte de los empleados y el papel de la dirección como cruciales para la implementación de LM (Gastelum-Acosta et al., 2022; Yadav et al., 2021); además, la falta de educación de los empleados en conceptos y principios de manufactura esbelta se ha identificado como un obstáculo importante para la implementación de LM (Ramadas & Satish, 2018).

De lo anterior, se observa, que la educación y entrenamiento en LM en todos los niveles organizacionales son importantes para garantizar su implementación y obtener los beneficios asociados a reducción de costos y calidad; por tal motivo, se han realizado investigaciones previas en las que se busca entender el binomio LM-Recursos humanos (LM-RH), donde se concluye que la educación y entrenamiento en sus conceptos es de vital importancia (Koemtzi et al., 2023); asimismo, se reconoce que las instituciones educativas son el lugar en la que los futuros ingenieros y gerentes pueden conocer la parte teórica y a nivel laboratorio de esos conceptos, pero que la verdadera práctica está en la industria (Ruano et al., 2019).

La literatura proporciona pruebas sustanciales que asocian el binomio de LM-educación (Abdallah, 2020; Lai et al., 2022; Ramadas & Satish, 2018; Sharma et al., 2016); asimismo, la formación es una necesidad urgente para que las industrias sean más eficaces en el uso de los recursos y más sostenibles desde el punto de vista medioambiental, según Singh et al. (2020); además, la formación y la educación de los trabajadores se han señalado como un factor crítico de éxito para LM y otras iniciativas de mejora relacionadas en diversos entornos industriales (Lai et al., 2022); así, el éxito de la implementación LM descansa en la concienciación e implicación de los empleados, la formación y el compromiso de la alta dirección (Ciannella & Santos, 2021).

La importancia de la formación y la educación se ve subrayada por su papel en el desarrollo de trabajadores polivalentes y la creación de un entorno en el que los trabajadores tengan las habilidades y la capacidad para impulsar la mejora continua (Yuik et al., 2020); asimismo, esa educación y

entrenamiento deben estar orientados a la comunicación entre los diferentes niveles organizativos, ya que si la información no fluye, los esfuerzos serán en vano (Puvanasvaran et al., 2009; Redeker et al., 2019; Worley & Doolen, 2006).

Considerando la educación y entrenamiento en LM como una necesidad para garantizar su éxito, el objetivo de este estudio es reportar una revisión bibliométrica que responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la tendencia de investigación en el binomio de LM-educación?
2. ¿Dónde se encuentran los grupos de investigación que investigan este tópico?
3. ¿Cuáles son los investigadores líderes en ese binomio LM-educación?
4. ¿Cuáles son los documentos que sirven de base y que se citan más?
5. ¿Cuáles son las palabras claves más usadas en este tópico de investigación?

Después de esta breve introducción, se presenta la metodología seguida para alcanzar el objetivo, el desarrollo de ésta, así como los resultados y conclusiones alcanzados de los análisis realizados.

## **DESARROLLO.**

### **Metodología.**

#### ***Etapa 1. Identificación de documentos.***

Se realiza una búsqueda de documentos en la base de datos Scopus de la editorial Elsevier. Se elige ésta, debido a que integra a varias editoriales de prestigio que cumplen con ciertas características de calidad en los documentos, lo que garantiza que provienen de fuentes confiables; además, ha sido usada para varios estudios recientes, tales como el reportado por Tighnavard Balasbaneh et al. (2024) en una revisión sistemática de literatura sobre análisis de ciclo de vida aplicada a techos verdes, y por Hernandez Moreno et al. (2024) para identificar los obstáculos y oportunidades del aprendizaje en las industrias de ensamble.

En este caso, se decide usar la ecuación de búsqueda (TITLE ("lean manufacturing") AND TITLE-ABS-KEY (teaching OR education OR learning OR training)) con la finalidad de integrar todo el proceso enseñanza-aprendizaje. Con la palabra *education* se buscaba integrar el proceso de capacitación universitaria e industrial, con la palabra *teaching* se buscaba integrar todo el proceso de enseñanza que puede ocurrir por parte de los profesores e instructores, con la palabra *learning* se integra el proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes universitarios y obreros en la industria, y finalmente, con la palabra *training* se busca integrar el proceso de enseñanza no formal que se realiza en la industria sobre LM.

En este caso, se limitó la búsqueda a documentos que ya habían sido publicados, eliminando aquellos que se encontraban aceptados, pero no publicados o en proceso de revisión; de la misma manera, se excluyen aquellos que se encuentran escritos en idiomas diferentes al inglés o español. En este caso, la licencia institucional que se tiene de Scopus permite la búsqueda de documentos de 1995 a 2024, por lo que la búsqueda se limita también a solamente esa fecha.

Dado que se desea analizar tendencias anuales, se excluyen aquellos documentos que han sido publicados en el año 2024, el cual fue solamente uno. Los documentos seleccionados se descargan en dos extensiones para su análisis; después, la primera es una extensión CSV que puede ser abierto y manipulado por Excel, y el segundo es en BIB que usa un archivo externo en texto plano para manejo de bases de datos extensas.

### ***Etapa 2. Análisis de la información.***

El análisis bibliométrico se realiza en dos softwares de distribución gratuita, los cuales son complementarios. El primer software es el Vosviewer 1.6.20 desarrollado en la Universidad de Leiden en los países bajos y se usa para analizar la base de datos descargada en formato CSV. Este software ha sido usado en estudios reportados por Saravanan and Dominic (2014) para realizar revisiones

bibliométricas en el área de paleobotánica, y por de Campos et al. (2017) para analizar los trabajos realizados en el área de la logística inversa de productos al finalizar su vida útil.

El segundo software fue Bibliometrix, el cual es un software que trabaja en el entorno del lenguaje R y que se usa para analizar la base de datos descargada en extensión BIB, desarrollado en la Universidad de Campania, Italia. Este software es más reciente y su uso ha sido menos reportado, pero con un uso creciente y acelerado. Actualmente ha sido reportado en estudios por Batista-Canino et al. (2024) para analizar la intención de emprendimiento y Nasir et al. (2020) para analizar los efectos de la pandemia por Coronavirus en las ciencias sociales, entre otras.

El análisis de los documentos identificados se enfoca a determinar lo siguiente, representándolo mediante tablas o gráficos ilustrativos:

1. La línea del tiempo asociando años y cantidad de documentos generados.
2. Las principales áreas en las que se genera la producción científica en el tópico analizado.
3. Los principales tipos de documentos que se generan para poder concluir sobre el rigor científico de los mismos.
4. Las instituciones que más investigan el tópico.
5. Los países en los que se encuentran esas instituciones y autores.
6. Las principales revistas en las que se publica.
7. Los autores más productivos y citados.
8. Las principales palabras clave utilizadas para la indexación de todos los documentos publicados en relación con el binomio de LM-educación.
9. Generar mapas bibliográficos que apoyan visualmente las relaciones entre autores, las instituciones y los documentos.

Se identificaron un total de 201 documentos con la ecuación de búsqueda establecida; sin embargo, al aplicar las reglas de exclusión, se han eliminado uno que se encuentra en idioma ruso y otro en

portugués, así como uno más por haber sido publicado en el año 2024, que puede afectar los cálculos de tendencias. Así, se analizan solamente 198 documentos al excluir tres.

### La línea del tiempo.

En la Figura 1 se ilustran los años y cantidad de productos generados sobre el binomio de LM-educación. Se observa que los primeros documentos se identifican en el año 1995 y se refieren a trabajos reportados por Camuffo and Volpato (1995) para analizar las relaciones laborales en la industria Fiat, y de Lang and Hugge (1995) para destacar la importancia de LM en tiempos de alta competencia laboral.

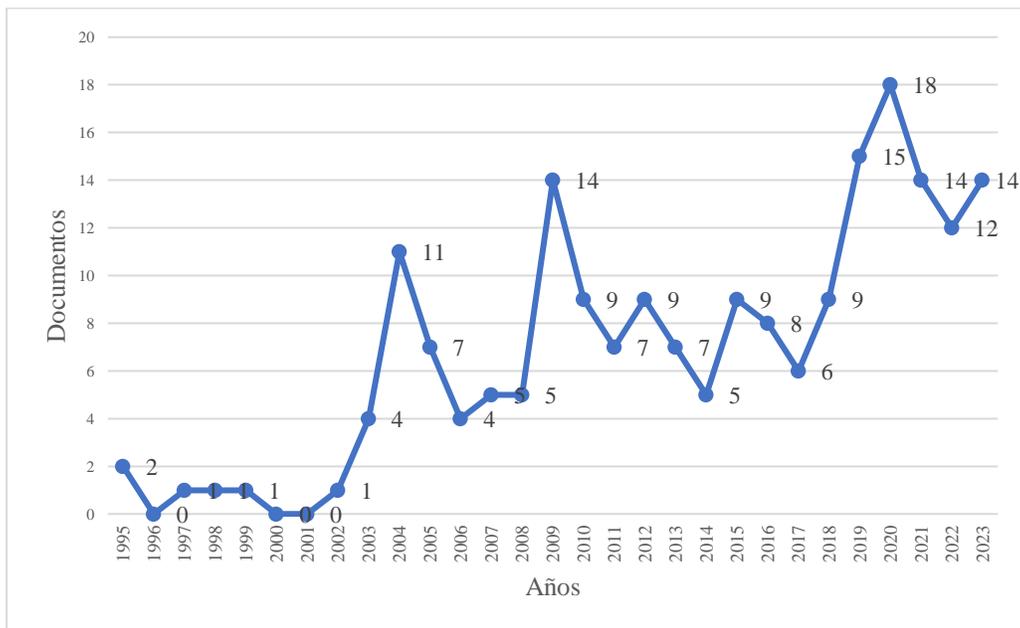


Figura 2. Línea del tiempo de documentos sobre LM-educación.

Se observa que desde el año 1995 y hasta el año 2002, son pocas las publicaciones que se tienen, ya que nunca fueron más de dos por año. Después del año 2002, se observa un incremento ascendente y acelerado, donde en el año 2004 ya se habían publicado 11 documentos; sin embargo, con altibajos, esa tendencia se mantuvo hasta el año 2017, donde se reportan solamente 6 documentos. Después de ese periodo, se tiene un incremento acelerado hasta alcanzar la cantidad de 18 documentos en el año

2020, que es cuando se ha tenido la mayor productividad científica. Finalmente, es importante mencionar, que aunque la tendencia ha sido muy lenta en el periodo analizado, esta ha existido.

Se han identificado cinco tipos de documentos, los cuales corresponden a las siguientes categorías: artículos en conferencias 104, artículos 75, capítulos de libro 9, revisiones 8 y encuestas cortas 1; de lo anterior se observa, que el mayor porcentaje se encuentra en artículos de conferencias, las cuales tienen menor rigor de evaluación que un artículo publicado en una revista.

### **Áreas en las que se publica el binomio LM-Educación.**

Dado que LM es un enfoque multidisciplinario que puede aplicarse a diversos sectores industriales, se observa que existen varias áreas en las cuales se publica, entre las cuales se encuentran: Ingeniería - 136; Empresa, Gestión y Contabilidad -61; Informática - 49; Ciencias de la decisión - 30; Ciencias Sociales - 28; Ciencias Medioambientales - 9; Ciencia de los Materiales - 9; Ingeniería Química - 7; Economía, Econometría y Finanzas - 6; Energía - 5; Matemáticas - 5; Ciencias Agrícolas y Biológicas - 4; Ciencias de la Tierra y Planetarias - 4; Medicina - 4; Física y Astronomía - 3; Bioquímica, Genética y Biología Molecular - 2; Química - 1; Profesiones de la Salud - 1; Enfermería - 1; Farmacología, Toxicología y Farmacia - 1, y Psicología - 1.

De lo anterior se observa, que la suma de todas las áreas es mayor a los 198 documentos analizados y ello se debe a que algunas revistas se encuentran indexadas en dos o más áreas integradas en Scopus; asimismo, se observa que por ser LM un enfoque aplicado a la industria, las áreas de ingeniería y empresa son las que cubren la mayor cantidad de documentos.

### **Fuentes en las que se publica.**

Se identificaron un total de 90 fuentes diferentes en los que se publica sobre LM-Educación, muchas de ellas se refieren a revistas (journals), mientras que otras a conferencias internacionales.

La Tabla 1 indica la distribución para aquellas que tiene al menos dos documentos, donde se observa que las revistas o conferencias tituladas Lecture Notes In Mechanical Engineering, Proceedings

Frontiers In Education Conference Fie, Simulation And Gaming, con las que lideran las publicaciones en este tópico. Es importante mencionar, que se han identificado 71 fuentes que tienen un solo documento, y que se encuentran distribuidas en diferentes áreas del saber, mismas que no se reportan en este estudio.

Tabla 1. Principales fuentes.

<b>Fuente</b>	<b>Documentos</b>
SAE Technical Papers	5
Lecture Notes In Mechanical Engineering, Proceedings Frontiers In Education Conference Fie, Simulation And Gaming.	4
IFIP Advances in Information and Communication Technology, International Journal of Production Research, Lecture Notes in Networks and Systems, Production Planning and Control.	3
Advances in Intelligent Systems and Computing, Aip Conference Proceedings, ASMC Advanced Semiconductor Manufacturing Conference Proceedings, E3S Web of Conferences, International Journal of Business Excellence, International Journal of Lean Six Sigma, International Journal of Productivity and Performance Management, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Management and Production Engineering Review, Proceedings of The Laccei International Multi Conference for Engineering Education and Technology, Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje.	2

### **Los principales autores.**

Esos 198 documentos han sido publicados por muchos autores en diferentes instituciones, algunos de los cuales sobresalen por el número que éstos publican. En la Tabla 2 se ilustran aquellos autores que tienen tres y dos documentos, aunque se han identificado otros 125 que solamente tienen uno de éstos. De esa tabla se concluye, que este tópico es dirigido por Tortorella, G., Lopes, M.P., Raymundo, C. y Verma, A.K., aunque no se distingue que sean autores enfocados en solamente ese tópico.

Tabla 2. Principales autores.

<b>Autores</b>	<b>Documentos</b>
Tortorella, G.	4
Lopes, M.P., Raymundo, C., Verma, A.K.	3
Badurdeen, F., Buñ, P., Cauchick-Miguel, P.A., Cook, R., Devulapalli, J., Dossou, P.E., Fang, N., Galambosi, A., Hall, A., Hartanto, S., Hauser, K., Huda, A., Hughes, J., Jacobsson, L., Marksberry, P., McDonald, T., Mehta, M., Ozelkan, E., Ramadas, T., Ramos, A.G., Satish, K.P., Sekhar, R., Shah, P., Smith, E.D., Stier, K.W., Tetteh, E., Tortorella, G.L., Trojanowska, J., Verma, A., Wulansari, R.E.	2

### **Instituciones y países.**

En relación con las instituciones educativas o industriales en las que se encuentran adscritos esos autores, se identificaron 167 instituciones, de las cuales unas sobresalen más que otras y la Tabla 3 ilustra aquellas que tienen al menos tres documentos; sin embargo, es importante mencionar, que se han identificado un total de 32 instituciones que tienen solamente dos documentos y 118 que tienen solamente uno.

En esta ocasión, se observa que el Tecnológico de Monterrey en México, la Purdue University y la Old Dominion University en Estados Unidos de América, junto a la Universidade Federal de Santa Catarina en Brasil son los que lideran este tópico.

Tabla 3. Documentos por instituciones.

<b>Institución</b>	<b>Documentos</b>
Tecnológico de Monterrey	7
Purdue University	6
Old Dominion University	5
Universidade Federal de Santa Catarina	4
Instituto Superior de Engenharia do Porto	3

Virginia State University	3
University of Kentucky	3
Universidad Privada del Norte	3
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	3
Batten College of Engineering & Technology	3

Al analizar los países en los que se encontraba el primer autor o autor de correspondencia, se observa que sobresale Estados Unidos de América, India y México, tal como se ilustra en la Tabla 4; de la misma manera, se han identificado 46 países que tienen al menos un documento. Este análisis es importante, ya que países como la India sobresalen como país, pero no a nivel institucional, tal como sucede con Estados Unidos de América, México y Brasil, donde es posible identificar instituciones con grupos de investigación especializados en ese tópico.

Tabla 4. Documentos por país.

<b>País</b>	<b>Documentos</b>
Estados Unidos	65
India	22
México	13
Brasil	11
España, Reino Unido	8
Indonesia	7
Italia, Perú, Portugal	6
Malasia, Polonia, Federación De Rusia, Sudáfrica	5
Francia	4
Noruega, Tailandia	3
China, Colombia, Pakistán, Filipinas, Rumanía, Arabia Saudí, Suecia, Suiza	2

### Documentos y autores más citados.

No todos los documentos tienen el mismo número de citas, por lo que es necesario identificar a aquellos que sobresalen de los demás, debido a sus aportaciones. La Tabla 5 ilustra los primero ocho documentos más citados, sus autores y número de citas recibidas, donde se observa que los documentos propuestos por Dickson et al. (2009) y Abu et al. (2019) son los únicos que han sobrepasado las 100 referencias; además, se han identificado 19 documentos que tienen una sola referencia y que hay 49 que aún no tienen ninguna, lo cual se debe principalmente a que son muy recientes.

Tabla 5. Documentos más citados.

<b>Autor</b>	<b>Documento</b>	<b>Citas</b>
Dickson et al. (2009)	Application of Lean Manufacturing Techniques in the Emergency Department.	249
Abu et al. (2019)	The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications.	107
Marin-Garcia and Bonavia (2015)	Relationship between employee involvement and lean manufacturing and its effect on performance in a rigid continuous process industry.	87
Tortorella and Fogliatto (2014)	Method for assessing human resources management practices and organisational learning factors in a company under lean manufacturing implementation.	83
Badurdeen et al. (2010)	Teaching lean manufacturing with simulations and games: A survey and future directions.	73
Zhang et al. (2017)	Evaluating lean manufacturing barriers: An interpretive process.	65
Romero et al. (2019)	Rethinking jidoka systems under automation & learning perspectives in the digital lean manufacturing world.	63
McDonald et al. (2009)	Development and application of a worker assignment model to evaluate a lean manufacturing cell.	62

### Los journals o instituciones más citadas.

No todas las fuentes son igualmente citadas, y es por ello, por lo que en la Tabla 6 se ilustran los journals más citados, así como el número de documentos que han publicado sobre el tópico de LM-Educación; por ejemplo, se observa que el Journal of Emergency Medicine tiene un total de 249 citas con solamente un documento, y que Procedia Manufacturing aún cuando tiene siete documentos, cuenta con solamente 132 citaciones, lo que en promedio es bajo. Es importante mencionar, que se han identificado 11 documentos que tienen una sola cita y 25 que aún no tienen ninguna.

Tabla 6. Journal más citados.

Fuente (Source).	Documentos	Citaciones
Journal of Emergency Medicine	1	249
International Journal of Production Research	3	232
Procedia Manufacturing	7	132
Journal of Cleaner Production	1	107
Simulation and Gaming	4	103
Production Planning and Control	3	97
Journal of Manufacturing Technology Management	1	65
International Journal of Productivity and Performance Management	2	64
IFAC-Papers online	1	63
International Journal of Engineering Research in Africa	1	55

Con relación a los países más citados, se ha encontrado que Estados Unidos sobrepasa por mucho a los demás con un total de 926 citaciones, seguido por India con 341 y países como México que ocupaban los primeros lugares en relación con la producción de documentos; ocupa un noveno lugar en relación con las citaciones de los mismos. La distribución de los 10 primeros lugares para las citaciones por países se ilustra en la Figura 1.

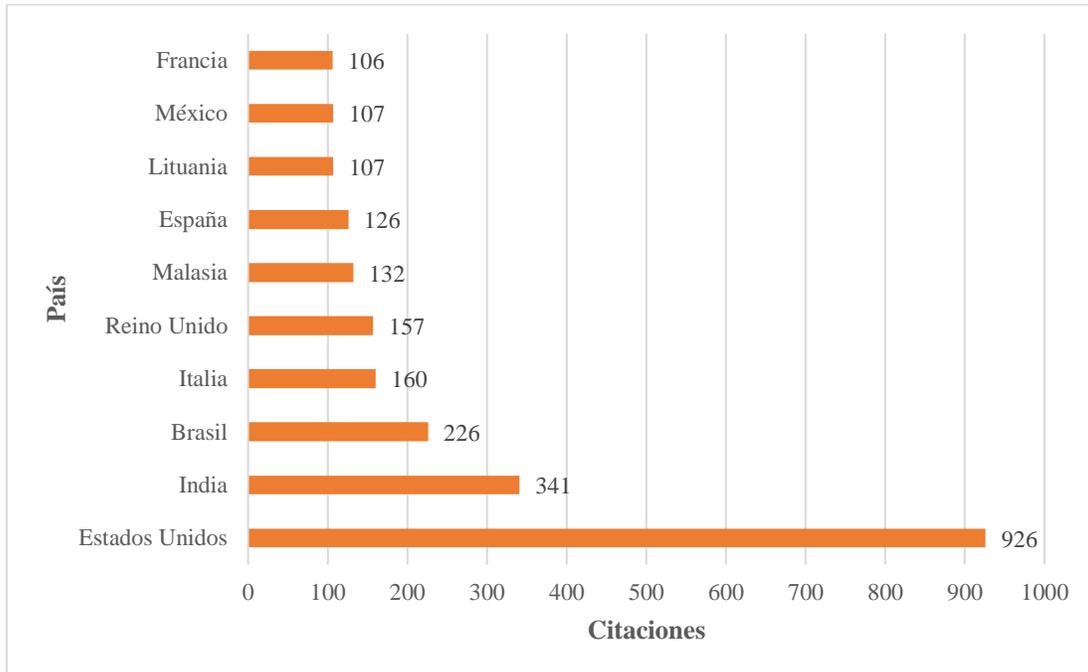


Figura 1. Citaciones por país.

### **Palabras claves más usadas.**

Con relación a las palabras claves más usadas por los autores se ilustran en la Figura 2, donde claramente se observa que lean manufacturing, lean, lean production, ocupan los primeros lugares. Los datos se integraron en ocho clústeres, donde claramente se observa que aquellos en color amarillo se refieren a learning, education, training, learning styles, entre otros, lo que indica la relación y binomio de LM-Educación.

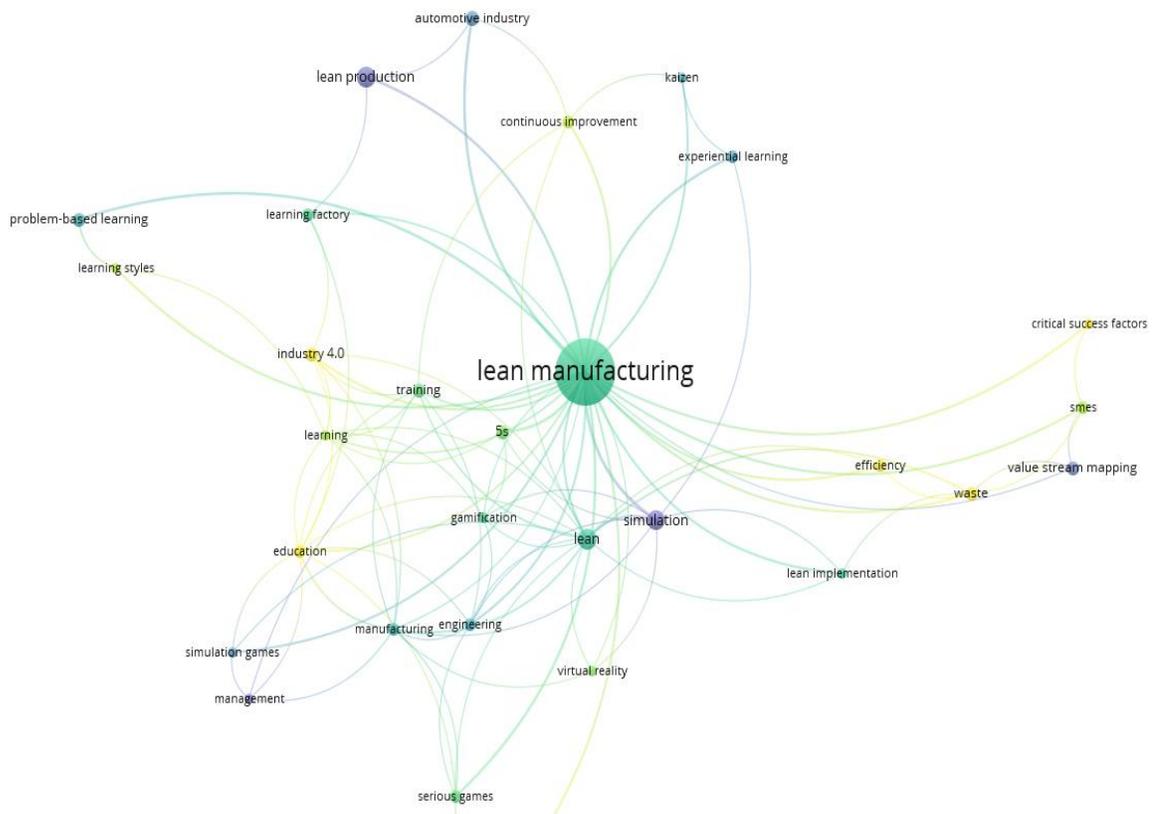


Figura 2. Palabras claves más usadas.

## CONCLUSIONES.

Después de analizar 198 documentos relacionados con la enseñanza, educación y entrenamiento sobre lean manufacturing, se concluye que es una herramienta que seguirá siendo usada en los sistemas productivos industriales, ya que es la base para conceptos como la Industria 4.0 e Industria 5.0; sin embargo, aplicarla de manera correcta requiere que las personas (gerentes y trabajadores) tengan conocimiento para aplicarla, entre muchos otros factores más. Los análisis indican que hay pocos grupos de investigación que se han dedicado a estudiar este tópico y que más bien son trabajos aislados, ya que eso puede deberse a que no está claramente identificado qué tipo de enseñanza les corresponde a las instituciones de educación superior y cuál a la industria.

Sí se observaron trabajos aislados de algunos autores, tales como Tortorella, G., Lopes, M.P., Raymundo, C., Verma, A.K., por mencionar solo algunos. También se ha observado que la

implementación de LM y la capacitación y el entrenamiento, que conlleva no es propia de la industria, ya que se han observado artículos en sectores como la medicina, lugares en los que se emplean los principios de LM para disminuir desperdicios en relación con los tiempos muertos de servicios a pacientes.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Abdallah, A. A. (2020). How can lean manufacturing lead the manufacturing sector during health pandemics such as COVID 19: A multi response optimization framework [Article]. *Computers, Materials and Continua*, 66(2), 1397-1410. <https://doi.org/10.32604/cmc.2020.013733>
2. Abu, F., Gholami, H., Mat Saman, M. Z., Zakuan, N., & Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications [Article]. *Journal of Cleaner Production*, 234, 660-680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
3. Abualfaraa, W. A., Salonitis, K., & Al-Ashaab, A. (2018). Sustainability through lean manufacturing: Assessing the current situation in the saudi manufacturing sector.
4. Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 460-471. <https://doi.org/10.1108/17410380610662889>
5. Angin, N., & Tasdemir, C. (2022). Identification of internal dynamics of Türkiye's furniture industry in the context of lean manufacturing integration maturity. *Business & Management Studies: An International Journal*.
6. Badurdeen, F., Marksberry, P., Hall, A., & Gregory, B. (2010). Teaching lean manufacturing with simulations and games: A survey and future directions [Article]. *Simulation and Gaming*, 41(4), 465-486. <https://doi.org/10.1177/1046878109334331>

7. Batista-Canino, R. M., Santana-Hernández, L., & Medina-Brito, P. (2024). A holistic literature review on entrepreneurial Intention: A scientometric approach [Article]. *Journal of Business Research*, 174, Article 114480. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114480>
8. Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda [Article]. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924-2940. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
9. Camuffo, A., & Volpato, G. (1995). The labour relations heritage and lean manufacturing at Fiat [Article]. *The International Journal of Human Resource Management*, 6(4), 795-824. <https://doi.org/10.1080/09585199500000048>
10. Ciannella, S., & Santos, L. C. (2021). Exploring the influence of lean manufacturing practices on employee social sustainability [Article]. *Social Responsibility Journal*. <https://doi.org/10.1108/SRJ-06-2021-0229>
11. de Campos, E. A. R., de Paula, I. C., Pagani, R. N., & Guarnieri, P. (2017). Reverse logistics for the end-of-life and end-of-use products in the pharmaceutical industry: a systematic literature review [Review]. *Supply Chain Management*, 22(4), 375-392. <https://doi.org/10.1108/SCM-01-2017-0040>
12. Dickson, E. W., Singh, S., Cheung, D. S., Wyatt, C. C., & Nugent, A. S. (2009). Application of Lean Manufacturing Techniques in the Emergency Department [Article]. *Journal of Emergency Medicine*, 37(2), 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2007.11.108>
13. Duarte, S., & Cruz-Machado, V. (2013). Modelling lean and green: a review from business models. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4, 228-250.
14. Gastelum-Acosta, C., Limon-Romero, J., Tlapa, D., Baez-Lopez, Y., Tortorella, G., Rodriguez Borbon, M. I., & Navarro-Cota, C. X. (2022). Assessing the adoption of critical success factors

for lean six sigma implementation [Article]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(1), 124-145. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2020-0488>

15. Ghaithan, A., Khan, M., Mohammed, A., & Hadidi, L. (2021). Impact of industry 4.0 and lean manufacturing on the sustainability performance of plastic and petrochemical organizations in Saudi Arabia [Article]. *Sustainability (Switzerland)*, 13(20), Article 11252. <https://doi.org/10.3390/su132011252>
16. Harjanto, D., & Karningsih, P. (2021). Development of Lean Assessment Tools Dimensions and Indicators For SMEs in Indonesia. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 5(1), 21-29. <https://doi.org/https://doi.org/10.21070/prozima.v5i1.1426>
17. Hernandez Moreno, V., Jansing, S., Polikarpov, M., Carmichael, M. G., & Deuse, J. (2024). Obstacles and opportunities for learning from demonstration in practical industrial assembly: A systematic literature review [Review]. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 86, Article 102658. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102658>
18. Hung, B., Luong, L., & Nguyen, N. (2015). Identifying the key factors and proposing a roadmap for successful lean transformation in Vietnamese manufacturing firms. *HO CHI MINH CITY Open University Journal of Science – Economics and Business Administration*, 15(2), 3-16. <https://doi.org/10.46223/HCMCOUJS.econ.en.5.2.61.2015>
19. Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2016). An empirical study for implementation of lean principles in Indian manufacturing industry [Article]. *Benchmarking*, 23(1), 183-207. <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2013-0101>
20. Khusaini, N. S., Ismail, A., & Rashid, A. A. (2016). Investigation of the prominent barriers to lean manufacturing implementation in Malaysian food and beverages industry using Rasch Model. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*,

21. Koemtzi, M. D., Psomas, E., Antony, J., & Tortorella, G. L. (2023). Lean manufacturing and human resources: a systematic literature review on future research suggestions [Review]. *Total Quality Management and Business Excellence*, 34(3-4), 468-495. <https://doi.org/10.1080/14783363.2022.2071256>
22. Lai, N. Y. G., Foo, W. C., Tan, C. S., Kang, M. S., Kang, H. S., Wong, K. H., Yu, L. J., Sun, X., & Tan, N. M. L. (2022). Understanding Learning Intention Complexities in Lean Manufacturing Training for Innovation on the Production Floor. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 110. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/joitmc8030110>
23. Lang, J. D., & Hugge, P. B. (1995). Lean manufacturing for lean times [Article]. *Aerospace America*, 33(5), 7pp. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0029308291&partnerID=40&md5=618c7bbd0aac1f7ba9fd0efad607a0b2>
24. Laureani, A., & Antony, J. (2012). Critical success factors for the effective implementation of Lean Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(4), 274-283. <https://doi.org/10.1108/20401461211284743>
25. Marin-Garcia, J. A., & Bonavia, T. (2015). Relationship between employee involvement and lean manufacturing and its effect on performance in a rigid continuous process industry [Article]. *International Journal of Production Research*, 53(11), 3260-3275. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.975852>
26. McDonald, T., Ellis, K. P., Van Aken, E. M., & Patrick Koelling, C. (2009). Development and application of a worker assignment model to evaluate a lean manufacturing cell [Article]. *International Journal of Production Research*, 47(9), 2427-2447. <https://doi.org/10.1080/00207540701570174>
27. Nasir, A., Shaukat, K., Hameed, I. A., Luo, S., Alam, T. M., & Iqbal, F. (2020). A Bibliometric Analysis of Corona Pandemic in Social Sciences: A Review of Influential Aspects and Conceptual

Structure [Review]. IEEE Access, 8, 133377-133402, Article 9139195.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3008733>

28. Norani, N., Roshidah, M., & Naoshi, U. (2019). Model of Tacit Knowledge Transfer in Lean Management Implementation in an Organization. In M. Fausto Pedro García, R. Isaac Segovia, B. Tamás, & T. Péter (Eds.), *Lean Manufacturing and Six Sigma* (pp. Ch. 2). IntechOpen.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.85514>
29. Nordin, N., & Othman, G. (2014). Technology management in lean manufacturing implementation: A case study. *ISTMET 2014 - 1st International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies, Proceedings*,
30. Puvanasvaran, P., Megat, H., Hong, T. S., & Razali, M. M. (2009). The roles of communication process for an effective lean manufacturing implementation [Article]. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2(1), 128-152. <https://doi.org/10.3926/jiem.2009.v2n1.p128-152>
31. Ramadas, T., & Satish, K. P. (2018). Identification and modeling of employee barriers while implementing lean manufacturing in small- and medium-scale enterprises [Article]. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(3), 467-486.  
<https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2016-0218>
32. Redeker, G. A., Kessler, G. Z., & Kipper, L. M. (2019). Lean information for lean communication: Analysis of concepts, tools, references, and terms [Review]. *International Journal of Information Management*, 47, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.12.018>
33. Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D., Wuest, T., & Thürer, M. (2019). Rethinking jidoka systems under automation & learning perspectives in the digital lean manufacturing world. *IFAC-PapersOnLine*,

34. Ruano, J. P., Hoyuelos, I., Mateo, M., & Gento, A. M. (2019). Lean School: A learning factory for training lean manufacturing in a physical simulation environment [Review]. *Management and Production Engineering Review*, 10(1), 4-13. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.128239>
35. Saad, S. M., Bhoovar, C., Bahadori, R., & Zhang, H. (2021). Industry 4.0 application in lean manufacturing- a systematic review. 18th International Conference on Manufacturing Research, ICMR 2021,
36. Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing [Article]. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811-833. <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
37. Saravanan, G., & Dominic, J. (2014). A ten-year bibliometric analysis of the journal *Review of Palaeobotany and Palynology* (2003 - 2012) [Review]. *Library Philosophy and Practice*, 2014(1), Article 1109. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84938773465&partnerID=40&md5=1ab2d9620232c21b05fe2eab6ee3ae9d>
38. Sharma, V., Dixit, A. R., & Qadri, M. A. (2016). Empirical assessment of the causal relationships among lean criteria using DEMATEL method [Article]. *Benchmarking*, 23(7), 1834-1859. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2014-0078>
39. Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S. (2020). Analyzing barriers of Green Lean practices in manufacturing industries by DEMATEL approach [Article]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(1), 176-198. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2020-0053>
40. Thanki, S. J., & Thakkar, J. (2014). Status of lean manufacturing practices in Indian industries and government initiatives: A pilot study [Review]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(5), 655-675, Article 17112714. <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2012-0057>

41. Tighnavard Balasbaneh, A., Sher, W., Madun, A., & Ashour, A. (2024). Life cycle sustainability assessment of alternative green roofs – A systematic literature review [Review]. *Building and Environment*, 248, Article 111064. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111064>
42. Tortorella, G. L., & Fogliatto, F. S. (2014). Method for assessing human resources management practices and organisational learning factors in a company under lean manufacturing implementation [Article]. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4623-4645. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.881577>
43. Womack, J. P., Jones, D., & Ross, D. (2017). *La maquina que cambio el mundo* (1 ed.). Editorial Paidotribo Mexico S De Rl De CV.
44. Worley, J. M., & Doolen, T. L. (2006). The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation [Article]. *Management Decision*, 44(2), 228-245. <https://doi.org/10.1108/00251740610650210>
45. Worley, J. M., & Doolen, T. L. (2015). Organizational structure, employee problem solving, and lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(1), 39-58. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2013-0058>
46. Yadav, N., Shankar, R., & Singh, S. P. (2021). Critical success factors for lean six sigma in quality 4.0 [Article]. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 13(1), 123-156. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-06-2020-0099>
47. Yaqoob, S., Younus, J., & Iruj, M. (2021). Lean Manufacturing Practices with Context to Senior Management: A Study of Manufacturing Companies of Pakistan. *Pakistan Journal of Scientific Research*, 1(1), 10-13. <https://doi.org/10.57041/pjosr.v1i1.3>
48. Yilmaz, A., Dora, M., Hezarkhani, B., & Kumar, M. (2021). Lean and industry 4.0: Mapping determinants and barriers from a social, environmental, and operational perspective.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121320>

49. Yuik, C. J., Perumal, P. A., & Feng, C. J. (2020). Exploring critical success factors for the implementation of lean manufacturing in machinery and equipment SMEs [Article]. *Engineering Management in Production and Services*, 12(4), 77-91. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0029>
50. Zhang, L., Narkhede, B. E., & Chaple, A. P. (2017). Evaluating lean manufacturing barriers: An interpretive process [Article]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(8), 1086-1114. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2017-0071>

#### **DATOS DE LOS AUTORES.**

1. **Jorge Luis García Alcaraz.** Doctor en Ciencias de la Ingeniería Industrial, Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Profesor Investigador. Ciudad Juárez, México. Correo electrónico: [jorge.garcia@uacj.mx](mailto:jorge.garcia@uacj.mx) ORCID: 0000-0002-7092-6963.
2. **Pedro García Alcaraz.** Doctor en Educación. Departamento de Ciencias básicas del Tecnológico Nacional de México, campus Colima e Instituto de Estudios Universitarios “UCCEG” (Universidad de Ciencias, Cultura, Educación y Gestión). Correo electrónico: [pedrogarcia148@dgetaycm.sems.gob.mx](mailto:pedrogarcia148@dgetaycm.sems.gob.mx) ORCID: 0000-0003-0341-4463.
3. **Cely Celene Ronquillo Chávez.** Doctora en Investigación por el Colegio de Chihuahua. Departamento de Economía, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Profesora Investigadora. Ciudad Juárez, México. Correo electrónico: [cronquil@uacj.mx](mailto:cronquil@uacj.mx) ORCID: 0000-0002-7902-4544.

**RECIBIDO:** 4 de enero del 2024.

**APROBADO:** 17 de febrero del 2024.