

Adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de Lean en la industria maquiladora de manufactura en México

Chávez Pineda, Jesús Arturo

Adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de Lean en la industria maquiladora de manufactura en México

RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática, vol. 11, núm. 30, 2022

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637969396003>

Adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de Lean en la industria maquiladora de manufactura en México

Partial and integral adoption of the Lean technical system in the manufacturing maquiladora industry in Mexico

Jesús Arturo Chávez Pineda jesus.cp@itdelicias.tecnm.mx

TECNM-Instituto Tecnológico de Delicias, México

RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Infomática, vol. 11, núm. 30, 2022

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Recepción: 24 Agosto 2021
Aprobación: 16 Noviembre 2021

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637969396003>

Resumen: La adopción adecuada del sistema de producción *Lean* permite mejorar el desempeño operativo incrementando la productividad. Esta adopción implica un cambio en la cultura organizacional que requiere de un sistema sociotécnico apropiado para lograrlo. La literatura indica que la adopción integral de las prácticas del sistema de producción *Lean* es preferible a una adopción parcial de las mismas. Debido a una falta de consenso en la literatura sobre este tema, y para comprender mejor su técnica, Toyota desarrolló un diagrama simple y representativo de su método de producción: el Templo del Sistema de Producción Toyota (TPS), el cual se considera el fundamento de las prácticas técnicas de *Lean*. El objetivo general de la presente investigación consiste en evaluar el grado de adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de *Lean*, con base en el TPS, en las plantas maquiladoras de manufactura en México. Los resultados indican que las prácticas del ST de *Lean* con menor grado de implementación están relacionadas con la técnica de producción de “justo a tiempo” esbozado en uno de los pilares del TPS. La proporción de plantas maquiladoras de manufactura (PMM) que han realizado una adopción parcial de las prácticas del ST es mayor que aquellas que lo han hecho de forma integral. Finalmente, la proporción de PMM que han realizado una adopción parcial de las prácticas técnicas es mayor que aquellas que lo han hecho de forma integral con alto grado de implementación en cada una de las prácticas bajo estudio.

Palabras clave: Manufactura esbelta, sistema de producción Toyota, industria maquiladora.

Abstract: The adequate adoption of the Lean production system helps to boost operational performance. This adoption implies an organizational culture change, which in turn requires a socio-technical system appropriate to achieve it. The literature suggests that the integral adoption of the technical system of Lean is better than a partial adoption of it. However, there is a lack of consensus regarding such Lean practices, and, as a result, the technical practices of TPS serve as a reference to address this problem. The general objective of this empirical investigation was to evaluate the partial and integral implementation degree of Lean technical system practices in the maquiladora industry in Mexico. The results indicate that practices related to JIT are usually less implemented. The partial adoption of the technical system practices is more frequent than their integral adoption. Finally, the proportion of PMM that have undergone a partial adoption of technical practices is greater than that of those that have done it in an integral way with a high implementation degree of each practice under examination.

Keywords: Lean manufacturing, Toyota production system, maquiladora industry.

1. Introducción

Con el propósito de mejorar el desempeño organizacional, las empresas de manufactura de diversos sectores industriales en prácticamente en todas partes del Mundo están tratando de adoptar la filosofía Lean, derivada de la adaptación del Sistema Toyota (Abdallah, et al., 2019). Aunque existe suficiente evidencia de que la adopción de esta filosofía es una inversión de largo plazo que si se realiza de la forma adecuada ofrece grandes beneficios para las compañías que la implementan (Netland y Ferdows, 2016), por otra parte también existe evidencia de que es mayor la proporción de aquellas compañías que han tenido problemas con su implementación y el logro de los resultados esperados (Baker, 2016).

A pesar de la relevancia que tiene el tema, se identificaron pocas investigaciones realizadas en México con respecto a este tema. Por ejemplo autores como García-Alcaraz, Maldonado, Iniesta, Robles y Hernández (2014) han investigado las relaciones entre JIT y sus beneficios en la industria maquiladora así como la influencia de los factores humanos sobre los beneficios de JIT en Cd. Juárez Chihuahua. Por su parte Piña, León, y Preciado (2018) estudiaron el nivel de implementación de manufactura esbelta en la industria maquiladora de Hermosillo y Guaymas-Empalme en Sonora. Monge, Cruz, y López (2013) estudiaron el Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y la mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental. Finalmente el autor del presente documento estudió 13 practicas técnicas del sistema de producción Lean y su grado de implementación por industria, tamaño y el tiempo de adopción de estas prácticas (Chávez, 2021).

Adicionalmente, existe interés dentro de la industria maquiladora de manufactura en México por conocer el grado de adopción de las practicas técnicas del sistema Lean. De esta forma el objetivo general de la presente investigación consiste en evaluar el grado de adopción parcial e integral de las practicas técnicas del sistema Lean en la plantas maquiladores de manufactura en México. Este objetivo general se divide en tres objetivos específicos: 1) Clasificar la proporción de plantas maquiladoras de manufactura (PMM) en México que tienen una alta implementación de las practicas técnicas del sistema Lean, 2) Identificar la proporción de PMM que han realizado una adopción integral de estas prácticas y 3) Conocer la proporción de PMM que han realizado una adopción integral de estas prácticas y que tienen un alto grado de implementación.

Con base en la revisión de literatura, se consideran dos hipótesis de investigación: H1) La proporción de PMM que han realizado una adopción parcial del ST es mayor que aquellas PMM que lo han hecho de forma integral, H2) La proporción de PMM que han realizado una adopción parcial del ST es mayor que aquellas que lo han hecho de forma integral con alto grado de implementación en cada una de las practicas bajo estudio.

Los hallazgos de la presente investigación proporcionan evidencia empírica que apoyan las dos hipótesis planteadas.

2. Marco teórico

El concepto de Lean o Lean Management fue originalmente propuesto por Womack y Jones (1996), tiene sus orígenes a partir del Sistema Toyota (Parkes, 2015). Se puede considerar que Lean se refiere al proceso de adopción del Sistema Toyota (TPS) en compañías fuera de Toyota (Karlsson y Ahlstrom, 1996). El concepto de Lean ha evolucionado en el tiempo (Hines et al, 2004), se relaciona con varios nombres como TPS (Ohno, 1988), producción esbelta (Krafcik, 1988), manufactura esbelta (Womack, Jones, y Roos, 1990), pensamiento esbelto Lean Thinking (Womack y Jones, 1996), The Toyota way (Liker, 2004) y el Modelo Shingo (2021).

Actualmente, existen dos enfoques que generan consenso en la literatura. El primer enfoque se refiere a que la adopción de Lean requiere de un cambio en la filosofía de administración y en la cultura organizacional (Azuan, y Syed, 2013; Bortolotti, et. al, 2015; Liker, 2004; Nordin et al., 2012; Shook, 2010). El segundo enfoque considera a Lean como un sistema socio técnico, (Bortolotti, et. al, 2015; Cua. et al, 2001; Shah y Ward 2007, 2003).

Estos dos enfoques están relacionados entre sí desde el punto de vista teórico (Chávez, 2021), si se considera el modelo de cultura organizacional de Schein (1988). El sistema socio técnico de Lean representa a los artefactos la capa superficial del modelo, que incluye aspectos como el espacio físico, capacidad tecnológica y el comportamiento de sus miembros. Estos artefactos son las manifestaciones físicas de la filosofía o valores y los supuestos tácitos subyacentes. Este sistema socio técnico tiene implícito en su diseño y operación, los principios (Womack y Jones, 1996; Liker, 2004; Modelo Shingo Versión 14.6, 2021), de la filosofía y valores de Lean como el respeto por el individuo y la mejora continua (Larman, y Vodde, 2009), que representan la siguiente capa del modelo de Schein (1988).

Finalmente, el tercer nivel en el modelo de Schein (1988) se encuentra la etapa más profunda y difícil de cambiar, los supuestos tácitos. Son las presunciones y creencias que se dan por sentado y son preconcebidos, tienden a ser incómodos e indiscutibles. Se aprenden de forma tácita y son las que realmente orientan la conducta y enseñan a los miembros del grupo, la manera de percibir, pensar y sentir las cosas. La comprensión de este tercer nivel es fundamental porque si no se descifra el patrón de supuestos tácitos que giran en torno a la organización no se sabrá cómo interpretar los primeros dos niveles de forma adecuada, una vez que se comprenden los supuestos básicos, se pueden comprender los otros niveles que son más superficiales. En la literatura no se identifica alguna referencia sobre cuáles son los supuestos tácitos que fundamentan la filosofía de Lean.

Para cambiar la cultura organizacional hacia una cultura Lean es necesario cambiar los paradigmas los cuales incluyen lo que la gente hace y la forma en cómo se comporta (Shook, 2010). Al respecto Schein (1988), distingue entre los niveles “primario” y “secundario”

de cambio cultural; el nivel primario incluye estrategias directas como modificar la estructura organizacional y el diseño del trabajo el nivel secundario incluye enfoques más tangenciales como cambiar las dimensiones de los sistemas de evaluación, las estrategias de recompensa y el entrenamiento y capacitación. Una combinación de estos niveles permite asegurar la transformación cultural, disminuir la resistencia al cambio y la homeostasis sistémica, esta última entendida como una forma de equilibrio dinámico del sistema. Es más probable tener un comportamiento ideal o deseado de las personas, si se diseñan los sistemas adecuados para respaldar esos comportamientos ideales y se practican de forma regular, para formar hábitos en la forma de realizar el trabajo (Mann, 2005).

Con base a lo anteriormente expuesto y de acuerdo al modelo de sistema socio técnico expuesto por Manrique y González, (2013), y el modelo de cultura organizacional de Schein (1988), la transformación cultural implica cambios en el sistema gerencial, social y técnico de las organizaciones que adoptan a Lean como filosofía de administración. Las organizaciones que han iniciado su proceso de transformación Lean se pueden clasificar en tres niveles. El primer nivel consiste en la implementación de las prácticas técnicas de forma parcial. El segundo nivel se enfoca en el diseño de sistemas desde un enfoque técnico y humano para lograr el comportamiento deseado. El tercer nivel se refiere a la comprensión de los principios de esta filosofía y su traducción en sistemas y prácticas para lograr la transformación cultural de las organizaciones. (Modelo Shingo Versión 14.6, 2021).

Sin embargo muchas organizaciones se quedan “atrapadas” en el primer nivel, en la etapa de las “herramientas” o practicas técnicas de Lean. En donde se implementan una o dos practicas técnicas de forma aislada con el propósito de lograr mejoras rápidas (Hines y Butterworth, 2019). Una compañía no puede tener éxito en la implementación de Lean solo por copiar las técnicas y herramientas utilizadas por Toyota (Spear y Bowen, 1999). Existe la tendencia de copiar las prácticas de una compañía exitosa, sin comprender la teoría que las fundamenta, lo cual puede provocar un desastre (Deming, 1994).

Teoría de Sistemas Socio técnicos y Lean

El Sistema Toyota es probablemente el ejemplo más y mejor desarrollado, así como el más exitoso del pensamiento sistémico aplicado a la organización de negocios (Seddon y Caulkin, 2008; Marksberry, 2012). El sistema “Lean” se puede conceptualizar como un sistema socio técnico (Cua et al., 2001; Shah y Ward. 2003, 2007).

El concepto de sistemas socio técnicos fue acuñado originalmente por Emery (1959). Bajo esta teoría cualquier sistema organizacional está basado en dos subsistemas, uno técnico y uno social. El sistema técnico consiste en los artefactos con los cuales los productos y servicios son entregados y el proceso por el cual la organización logra su propósito. El sistema social es el enlace humano que permite unir los artefactos

para lograr el todo. El sistema social determina como se desempeña el sistema técnico. Los dos principios fundamentales de esta teoría son: 1) La optimización de la organización se logra por medio de la alineación y balance entre el sistema técnico y el sistema social, 2) Las demandas del ambiente externo sobre la organización también se deben balancear. (Esain, 2011).

Desde el punto de vista teórico con base a la teoría de sistemas socio técnico (Baxter y Sommerville, 2011; Esain 2011), podemos decir que los sub sistemas técnico y social se diseñan de forma conjunta a partir del propósito de la organización y su optimización integral mejora la utilidad del sistema integral y el desempeño de la organización. Los sub sistemas técnico y social se pueden identificar de forma independiente y tienen relaciones interdependientes entre ellos. El sub sistema social determina el desempeño del sub sistema técnico. Estos son adaptados para lograr el propósito del sistema. Cada uno de estos subsistemas a su vez está integrado por elementos interdependientes entre ellos.

En este sentido, Hines y Butterwood, (2019) consideran que el sistema Lean (aunque no lo expresan de forma explícita) está integrado por el propósito, procesos y personas. Consideran que las organizaciones que han logrado un mejor desempeño son aquellas en las cuales las personas están involucradas en el propósito organizacional y mejoran los procesos por medio de las técnicas y metodologías apropiadas y estos procesos están alineados con el propósito de generar resultados centrados en el cliente. Así mismo el Modelo Shingo Versión 14.6, (2021), está integrado por los impulsores culturales, los cuales están relacionados con las personas, la mejora continua enfocada a los procesos y el alineamiento empresarial que integra a el sistema gerencial y el propósito de la organización. El diseño y operación de los sistemas que integran estas dimensiones están basados en un conjunto de principios.

Para Lander y Liker (2007), un sistema al estilo Toyota está diseñado para aprender y mejorar constantemente y no deja de aprender a aprender, el cual se adapta de forma constante sus sistemas técnicos y sociales para mejorar su desempeño y asegurar su sobrevivencia en el largo plazo para continuar satisfaciendo su propósito de generar valor a la sociedad y clientes, accionistas, empleados y proveedores. El ST está diseñado para que los problemas sean evidentes, la aplicación de las herramientas del ST está orientada al desarrollo del personal en términos de promover patrones de pensamiento y solución de problemas basados en el pensamiento científico. Mientras que el Sistema social (SS) está diseñado para dirigir, motivar, involucrar y comprometer a las personas para que por medio del desarrollo de sus capacidades participen en la transformación de la organización.

En múltiples investigaciones empíricas sobre Lean y el desempeño organizacional no se ha utilizado el enfoque de sistema socio técnico sino un enfoque de categorías de prácticas o “bundles”. Por ejemplo con Taj y Morosan (2011), definen a Lean como un enfoque multidimensional que consiste en la producción con el menor de los desperdicios, en un flujo continuo (Just in Time, JIT), que requiere equipo con

excelente mantenimiento (Total Productive Maintenance, TPM), con un sistema de calidad total (Total Quality Management, TQM) bien establecido, con personal bien entrenado y empoderado (Human Resources Management, HRM).

Bajo este enfoque se pueden destacar los siguientes hallazgos. Las prácticas de HRM afectan al desempeño operativo de forma indirecta (Gollan, et al., 2015). HRM es un elemento crítico para la implementación de TQM y TPM (Konecny y Thun, 2011; Dal Pont et al., 2008; Jiménez - Jiménez y Martínez - Costa, 2009). HRM, el lado suave de las iniciativas Lean proporciona la base de la complementariedad de TQM, JIT y TPM. (Dal Pont et al., 2008; Furlan et al., 2011; Konecny y Thun, 2011). Una implementación extensiva de HRM permite disfrutar de los beneficios en el desempeño operativo de los efectos complementarios de JIT, TQM y TPM. Las prácticas de HRM tienen un efecto indirecto sobre el desempeño organizacional por medio de TQM y JIT (Dal Pont et al., 2008). TPM tiene un efecto mediador entre TQM y el desempeño del negocio (Ahmad et al., 2015). JIT tiene un efecto mediador entre TPM y el desempeño de manufactura (McKone et al., 2001).

Sin embargo bajo este enfoque de conjunto de prácticas o “bundles” no se identifican claramente las relaciones entre las prácticas técnicas y sociales con respecto al desempeño organizacional porque las prácticas de HRM, TQM, TPM y JIT comparten prácticas técnicas y sociales. Bajo el contexto de TQM, algunos investigadores bajo el enfoque socio técnico han investigado la relación entre las prácticas técnicas (PT) y las prácticas sociales (PS) con el desempeño organizacional.

Bajo el enfoque socio técnico aplicado a TQM se han comprobado empíricamente las siguientes relaciones: 1) Las PT tienen un efecto directo y positivo sobre el Desempeño Organizacional (DO) (Calvo-Mora et al., 2014; Rahman, y Bullock, 2005; Sutrisno, 2019), 2) Las PS tienen un efecto directo y positivo sobre el DO (Calvo-Mora et al., 2014; Sutrisno, 2019; Dubey y Gunasekaran, 2015). 3) Las PS tienen un efecto positivo sobre las PT y estas a su vez tienen un efecto positivo sobre DO (Rahman, y Bullock, 2005; Calvo-Mora et al., 2014). Saleh y Sweis, (2017) indican que las PS tienen una importancia relativa mayor que las PT en sus relaciones con el desempeño operativo. Las PT tienen un efecto mediador parcial del efecto de las PS sobre el desempeño organizacional. (Calvo-Mora et al., 2014).

En el mismo sentido, bajo el contexto de Lean, se ha comprobado empíricamente las siguientes relaciones: 1) Las PT tienen un efecto directo y positivo sobre DO (Negrão et al., 2016), la mayoría de las investigaciones han estudiado el impacto de las prácticas duras en el desempeño operativo de las organizaciones (Negrão et al., 2016; Modgil y Sharma, 2016), 2) Las PS tienen un efecto positivo y directo sobre DO (Hernández-Matías, et al., 2019). Son pocas las investigaciones en donde se analiza la relación de los factores humanos y Lean (Marin-García y Bonavia, 2015) y 3) Las PS tienen un efecto positivo sobre las PT y estas a su vez tienen un efecto positivo sobre DO (Sahoo, 2019), también son

muy pocas las investigaciones empíricas bajo las cuales se ha investigado la relación integral entre los factores técnicos y sociales de Lean y el desempeño operativo (Modgil y Sharma, 2016). Bortolotti, et al., (2015) considera que la importancia relativa de las PS es mayor que las PT en sus relaciones con el DO.

Sistema Técnico de Lean

El templo del Sistema de Producción Toyota (TSPT) es una de las principales fuentes para identificar las prácticas del sistema técnico de Lean. El TSPT se considera un modelo a seguir, representa una visión, un estado ideal común, este estado ideal se considera esencial para comprender al Toyota Production System (TPS). Los resultados ideales para las personas, grupos de trabajo o maquinaria son: libres de defectos (tiene las características y el desempeño que espera el cliente), puede ser entregado uno a la vez (flujo de una pieza), se puede proveer de acuerdo a la demanda en la versión solicitada, se puede entregar de forma inmediata, se puede producir sin desperdicios de materiales, mano de obra, energía y otros recursos (como los costos asociados al inventario) y puede ser producido bajo un ambiente que es seguro física, emocional y profesionalmente para todos los empleados. (Spear y Bowen, 1999).

El ST de Lean está diseñado para revelar cualquier situación anormal con respecto al ideal expuesto anteriormente por Spear y Bowen, (1999), el sistema permite identificar anomalías y desperdicios, permite hacer evidentes los problemas. Su propósito consiste en desarrollar competencias en el personal por medio de la promoción de patrones de pensamiento y solución de problemas basados en el pensamiento científico. (Lander y Liker, 2007), una mentalidad de mejora continua o Kaizen (Liker y Trachilis, 2014). Spear y Bowen, (1999) consideran que Toyota logró una comunidad de científicos disciplinados, flexibles y creativos que continuamente desafían los resultados de los procesos, que buscan mejores niveles de desempeño permitiéndole a la compañía innovar y mejorar constantemente.

Aunque existen diferentes versiones del TSPT se destacan las siguientes: Japanese Management Association (1995), Liker y Morgan (2006), Hernández y Vizán Idoipe (2013), Dennis (2015) y Lean Certification Alliance (2021). Estas no tienen grandes diferencias con respecto a las prácticas técnicas. El TSPT se divide en el techo, dos pilares y una base. En el techo se identifica el propósito del sistema, con base a lo expuesto a Spear y Bowen (1999). Los pilares se dividen en Jidoka y Justo a Tiempo. Estos se fundamentan en la base de estabilidad operativa. Las principales diferencias se encuentran en el centro las cuales están relacionadas con las personas o el Sistema Social (SS). Por ejemplo mientras que Liker y Morgan (2006) y Lean Certification Alliance (2021) consideran al centro de la TSPT la mejora continua, reducción de desperdicios y el trabajo en equipo, la Japanese Management Association (1985) señalan como el centro de la TSPT al respeto por las personas,

descrito como la autonomía y auto responsabilidad en los lugares de trabajo.

Es importante mencionar que el núcleo de este sistema son las personas que lo mejoran constantemente. Estas deben tener la guía y la disciplina para esforzarse en lograr cada aspecto del sistema por medio del Kaizen y posteriormente seguir los nuevos estándares. Si las personas dejan de pensar y simplemente ejecutan lo que otra persona les indica, entonces fallara el sistema porque sus condiciones han cambiado. Las personas son la única fuerza creativa que puede adaptar los procesos (Liker y Trachilis, 2014).

Como se mencionó anteriormente la TSPT está integrada por dos pilares y una base. El primer pilar es Jidoka que puede ser traducido como “Detener y resolver el problema” o “Hacer los problemas evidentes y resolverlos”. El segundo pilar es Justo a tiempo (JIT): La parte correcta, en el tiempo correcto y la cantidad correcta al cliente con el menor desperdicio. El estado ideal o propósito de JIT es lograr el flujo de una pieza con calidad perfecta para el cliente. Mientras que el propósito de Jidoka es cero defectos. Esta visión de propósito son los que impulsan la mejora continua o Kaizen. Como fundamento de estos pilares esta la estabilidad operativa, que incluye personal disciplinado que practica el trabajo estándar. Para lograr esa estabilidad operativa también se requiere tener maquinaria y equipo en perfectas condiciones de operación. El control de la producción tiene la función de lograr una producción nivelada (Heijunka) en términos de mezcla y volumen. Heijunka es otra visión que se logra por medio de reducir la variación en la programación, personas y procesos (Liker y Trachilis, 2014).

Los principios TPS, tienen un verdadero enfoque sistémico. Cada parte del TSPT es necesaria para que funcione el sistema de forma adecuada. Los elementos que lo componen son interdependientes entre ellos. La fortaleza del sistema depende del elemento más débil que lo integra. Muchas compañías han aprendido que la implementación aislada de las practicas del sistema técnico no conduce a una mejora continua sostenible (Liker y Morgan, 2006).

A continuación se mencionan las prácticas que integran a la CSPT. El justo a tiempo está compuesto por las prácticas de: Takt time, Flujo continuo, células de manufactura, reducción de tamaño de lotes, sistema de jalón, Single Minute Exchange Die (SMED) y logística integrada. Mientras que Jidoka integra prácticas como calidad en la fuente y dispositivos a prueba de error. Por su parte en los fundamentos se dividen en producción nivelada o Heijunka, Trabajo estándar, TPM, 5's, y administración visual (Hernández y Vizán Idoipe, 2013; Lean Certification Alliance (2021). Se identifica en la literatura que cada una de estas prácticas de forma individual está asociada a un mejor desempeño operativo. Sin embargo no se identifica ningún estudio en donde se hayan estudiado las prácticas técnicas de la TSPT de forma integral. La aplicación de las practicas técnicas de Lean se ha realizado de forma parcial y fragmentada, ignorando las relaciones interdependientes que puedan existir entre ellas (Negrão et al., 2016).

Nawair et al., (2013) y Shah y Ward, (2003) han estudiado las relaciones interdependientes entre diferentes prácticas de Lean, pero no utilizaron como referencia la TSPT. Por ejemplo, Nawair et al., (2013) estudio la relación de las prácticas de sistemas de jalón, TPM, manufactura celular, SMED, Heijunka, Calidad en la Fuente y reducción del tamaño de lote. Sus hallazgos indican que existe una relación interdependiente entre estas prácticas y el desempeño operativo. Otro hallazgo importante que coincide con Cua et al., (2001) y Ghosh, (2012) es que a mayor grado de implementación de estas prácticas también tienen un desempeño superior. En el caso de Shah y Ward (2003) ellos investigaron prácticas como Sistema de jalón, TPM, células de trabajo, SMED, Flujo continuo reducción del tamaño de lote.

La falta de adopción integral de las prácticas de Lean se debe a que no existe un consenso sobre cuáles son esas prácticas porque manufactura esbelta se ha considerado como un conjunto de herramientas “tool box lean” y se ha realizado una aplicación selectiva de esas “herramientas” (Bicheno y Howleg, 2009). Aunque algunos investigadores han tratado de identificar cuáles son las principales prácticas de Lean, no existe un consenso con respecto a la importancia relativa de esas prácticas (Bashin 2015; Shah y Ward, 2003). La selección de las prácticas de Lean varían de acuerdo a la experiencia de los autores (Nawair et al., 2013) o por la frecuencia identificada en la literatura (Shah y Ward, 2003; Yadav, et al., 2019). Estas diferencias ha causado que tanto los profesionales como los investigadores estudien diferentes conjuntos practicas bajo los mismos conceptos (Nawair et al., 2013).

De acuerdo con esta revisión de literatura se puede concluir que la TSPT puede servir de modelo que genere consenso para investigar el grado de adopción integral que realizan las plantas de manufactura con respecto a las practicas del sistema técnico de Lean, considerando que una alta implementación de las mismas está asociada a un mejor desempeño operativo. Sin embargo es necesario realizar más investigaciones en donde se estudie la relación de interdependencia que tienen estas prácticas y su relación con el desempeño operativo.

3. Metodología

Aunque en México se han realizado investigaciones relacionadas con Lean, en plantas de manufactura el sector maquilador (Chávez, 2021; García-Alcaraz et al. 2014; Monge et al. 2013; Piña, et al, 2018), es necesario realizar más investigaciones empíricas sobre el grado de adopción de Lean en este sector en México.

Objetivo de la investigación

El objetivo general de la presente investigación consiste en evaluar el grado de adopción integral de las practicas duras del sistema Lean en la plantas maquiladores de manufactura en México. Este objetivo general se

divide en tres objetivos específicos: 1) Clasificar la proporción de plantas maquiladoras de manufactura (PMM) en México que tienen una alta implementación de las practicas técnicas del sistema Lean, 2) Identificar la proporción de PMM que han realizado una adopción integral de estas prácticas y 3) Conocer la proporción de PMM que han realizado una adopción integral de estas prácticas y que tienen un alto grado de implementación. El enfoque de la investigación es cuantitativa, aplicada, no experimental y empírica.

Instrumento de medición

Para la realización de la presente investigación se utilizaron las practicas del sistema técnico identificadas en la Templo del Sistema de Producción Toyota (Liker, 2004), las preguntas se formularon tomando como referencia la investigación realizada por Monge et al. (2013). El cuestionario se desarrolló en una plataforma por internet. El grado de implementación de las prácticas se midió utilizando una escala perceptual de Likert con las siguientes opciones: 1: 0% de la planta, 2: Entre el 1% y el 25% de la planta, 3: Entre el 26% y el 50% de la planta, 4: Entre el 51% y 75% de la planta y 5: Más del 75% de la planta.

Sujetos participantes

La población de interés con la que se trabajó fueron plantas maquiladoras de manufactura (PMM). Se identificó un marco muestral de 512 empresas con candidatos accesibles vía LinkedIn. La unidad de análisis fueron candidatos con puestos gerenciales y de ingeniería con conocimientos y experiencia en el tema bajo investigación. El tipo de muestreo fue probabilístico. Se calculó el tamaño de muestra inicialmente para poblaciones finitas considerando que el supuesto de que el 60% (p) de los encuestados considerara a Lean como relevante o muy relevante y el 40 % (q) la consideraran como irrelevante, poco relevante o indeciso. El tamaño de muestra se determinó en 214 empresas, las cuales están distribuidas en los estados de: Chihuahua, Aguascalientes, Tamaulipas, Coahuila, Zacatecas, Querétaro, Nuevo León, Puebla, Baja California Sur, Durango, Baja California Norte, Guanajuato, San Luis Potosí y Sonora.

Se recibieron respuesta de candidatos de 222 PMMs. La muestra se divide por industria, tamaño y años de adopción de Lean. Por tipo de industria se dividen en: Eléctrica/electrónica (n=39), automotriz (n=97), aeroespacial (n=35), Medica (n=29) y otros (n=22). Por el número de empleados se dividen en: Menor a 250 empleados (n=32), entre 251 y 500 empleados (n=39), entre 501 y 1000 empleados (n=62) y Mas de 1000 empleados (n=89). Por los años de adopción de Lean: Menos de 1 año (n=29), entre 1 y 3 años (n=56) entre 3 y 7 años (n=45), entre 7 y 10 años (n=38) y Más de 10 años (n=54).

Se verificó la consistencia interna y la confiabilidad de los datos por medio del alfa de Cronbach, para los trece ítems fue de 0.839, mayor

a 0.7 por lo que se verifica la consistencia interna y la confiabilidad del cuestionario.

Tipos de pruebas estadísticas

Para identificar la proporción de PMM que han realizado una implementación de las prácticas del sistema duro de Lean de forma integral, se consideraron aquellas PMM que han implementado todas las practicas del sistema técnico de Lean, con al menos una implementación de entre el 1% y el 25% en la planta. Se consideró a las PMM con al menos una práctica con 0% de implementación como PMM con implementación parcial. Las PMM con una adopción integral y una alta implementación se clasificaron por medio de un análisis de conglomerados en alta y baja implementación. Se identificaron las PMM que cumplieran con los criterios de alta implementación en todas las prácticas bajo estudio. Para estos análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS v.22.

Resultados y discusión

Como se observa en la figura 1., las prácticas del ST que han tenido un alto grado de implementación de mayor a menor número de plantas son: 5S (169), distribución celular (147), administración visual (143), trabajo estándar (133), TPM (128), Jidoka (101), Calidad a la primera (101), Flujo continuo (100), VSM (89), producción nivelada (84), sistema de jalón (83), SMED (63) y tamaño de lote (63).

De acuerdo al modelo de Liker y Morgan del TSPT (2006), las prácticas de ST de Lean que tienen un mayor grado de implementación son consideradas como la base: Administración visual que incluye a 5s y Distribución celular y trabajo estándar y TPM. A excepción de producción nivelada la cual ha tenido un alto grado de implementación en un menor número de plantas. Seguidas de prácticas relacionadas la calidad, como jidoka, calidad a la primera. Las prácticas relacionadas con JIT como sistema de jalón, SMED y reducción del tamaño del lote, tienen un alto grado de implementación en el menor número de plantas.

Aunque los resultados de otros estudios no coinciden en las practicas técnicas con mayor grado de implementación, lo resultados son similares con respecto a las practicas menos implementadas los cuales están relacionados con JIT como manufactura celular, sistema de jalón/kanban, reducción del tamaño de lote y SMED. (Prabhushankar et al. (2015); Setianto y Haddud (2016); Taj y Morosan, (2011) y Piña et al. (2018).

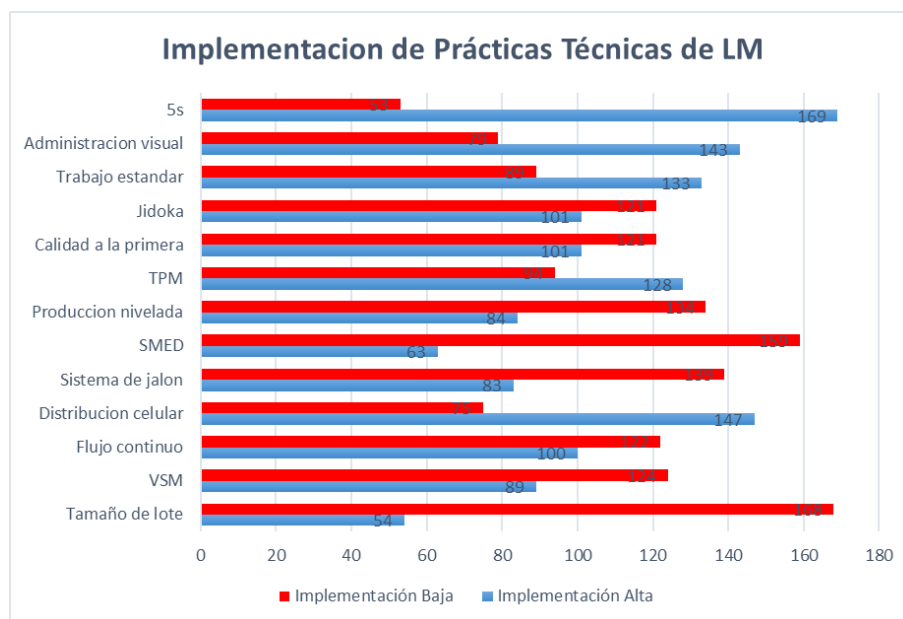


Figura 1.
Resumen de conglomerados de la Implementación de prácticas técnicas de Lean.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados de las hipótesis planteadas.

H1) La proporción de PMM que han realizado una adopción parcial de las PMM es mayor que aquellas PMM que lo han hecho de forma integral. Como se observa en la figura 2., Aunque los resultados indican un importante avance en las adopción integral de las practicas técnicas del ST de Lean, los resultados indican que la implementación integral de las prácticas del sistema duro de Lean representan el 45% (99) de las empresas estudiadas, mientras que el 55% (123) se observa una implementación parcial o selectiva de las prácticas del sistema técnico de Lean.

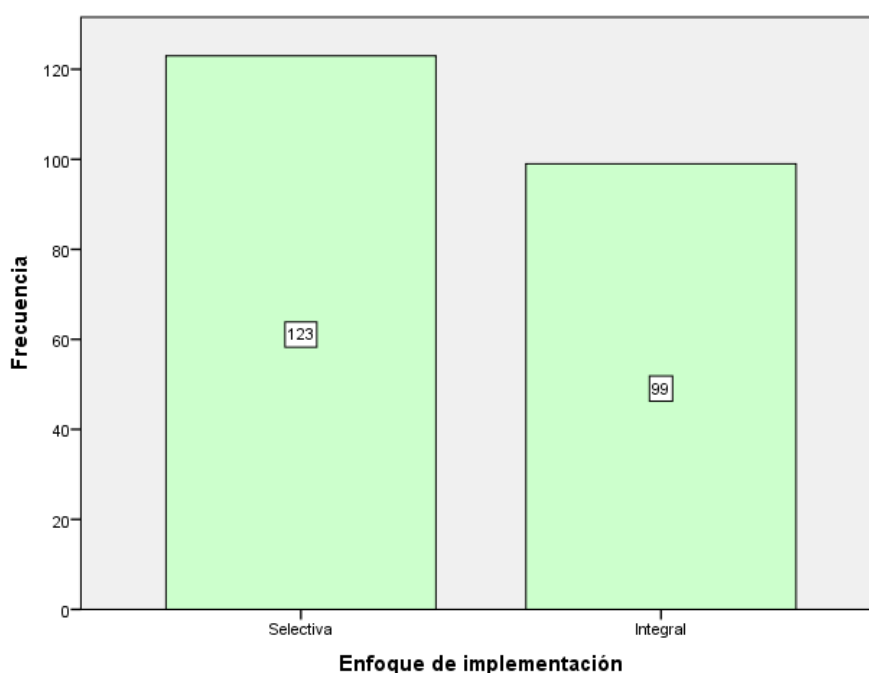


Figura 2.
Grado de adopción integral de las prácticas de ST de Lean en las PMM
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados proporcionan evidencia que apoya a la hipótesis H1. Como se analizó en la revisión de literatura, las mayoría de las PMM conceptualiza a Lean como un conjunto de herramientas, sobre las cuales no existe consenso y no como un sistema técnico. Esta perspectiva de Lean en la cual se puede seleccionar la “herramienta” más aplicable representa una confusión fundamental de lo que representa el TPS. (Lander y Liker, 2007). Las PMM no pueden tener éxito en la implementación de Lean solo por copiar las técnicas y herramientas utilizadas por Toyota (Spear y Bowen, 1999).

Los resultados confirman que una proporción importante de las PMM se quedan “atrapadas” en el primer nivel, en la etapa de las “herramientas” o prácticas técnicas de Lean. En donde se implementan una o dos prácticas técnicas de forma aislada con el propósito de lograr mejoras rápidas (Hines y Butterworth, (2019)).

El siguiente nivel de comprensión surge cuando las prácticas técnicas se conceptualizan como una parte integral de un sistema más amplio. Aunque esta perspectiva se sigue enfocando principalmente en el aspecto técnico generalmente se traduce en mejores resultados, pero con un pequeño margen de adaptación a condiciones diferentes bajo las cuales se desarrollaron estas prácticas. La adaptación a nuevos ambientes de manufactura inicia cuando se comprende el propósito de las herramientas dentro del sistema integral de Lean. En el lado opuesto de la perspectiva basada en las “herramientas”, el Sistema Toyota puede ser conceptualizado como un conjunto de principios que definen la teoría o modelos mentales bajo los cuales se desarrollaron las prácticas del TPS.

(Lander y Liker, 2007). Bajo esta perspectiva, se refuerza la idea que el ST solo es una parte del sistema socio técnico de Lean, el cual es una manifestación de la filosofía y los supuestos tácitos que la fundamentan.

Es importante mencionar que las prácticas de Lean adoptadas de forma parcial tienen un impacto positivo sobre el desempeño operativo. (Filho, et al., 2016; Yadav, et al., 2019). Aunque este enfoque impide obtener todos los beneficios que se pueden obtener con una adopción integral de las prácticas de Lean (Negrão et al., 2016).

H2) La proporción de PMM que han realizado una adopción parcial de las PMM es mayor que aquellas que lo han hecho de forma integral con alto grado de implementación de cada una de las prácticas bajo estudio.

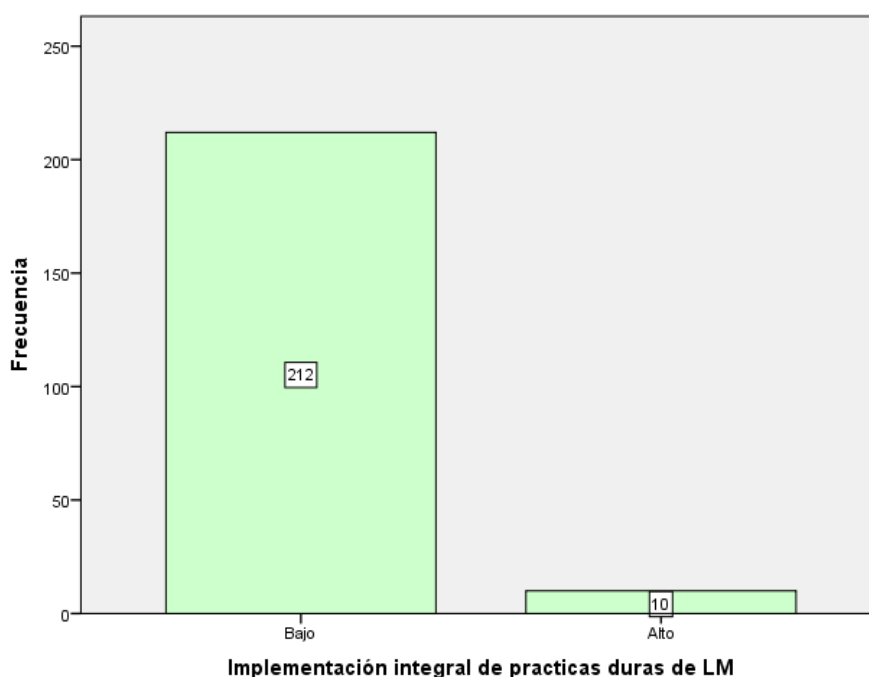


Figura 3.
Grado de adopción integral y alto grado de implementación de las prácticas de ST de Lean en las PMM
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados de la figura 3, se proporciona evidencia que apoya a H2. El 4.5 % de las PMM estudiadas han realizado una adopción integral con un alto grado de implementación de las practicas del ST de Lean. Considerando los resultados de Kochan, et al., (1995) los cuales indican que el uso de prácticas técnicas de TQM es más amplia, profunda y dura más tiempo cuando las compañías adoptan estrategias para incrementar el compromiso de los stakeholders de la organización e incorporan los puntos de vista de los empleados por medio del trabajo en equipo y los sistemas de sugerencias en el proceso de planeación estratégica y la toma de decisiones. Es muy probable que las PMM bajo estudio no estén considerando cambios en las prácticas de sus SS por lo que son pocas las PMM que han logrado una alta implementación en las practicas del ST de Lean.

Considerando los resultados de Rahman y Bullock, (2005) quienes consideran que las prácticas suaves de TQM crean las condiciones que permiten una difusión y comunicación de las prácticas duras de TQM y éstas a su vez tienen un efecto significativo sobre el desempeño organizacional, es probable que también muchas de las PMM no estén teniendo los resultados esperados con respecto al desempeño operativo. Con base en lo anterior resulta fundamental realizar más investigaciones relacionadas con los cambios al SS de Lean en la PMM en México e investigar de forma individual y conjunta el efecto que tienen las prácticas del ST y SS sobre el desempeño operativo en las PMM en México.

La probable falta de atención a las prácticas del SS de Lean puede originarse de dos fuentes. La primera es que el Sistema humano de Toyota es elemento más complicado, difícil, e influyente del Sistema Toyota (Liker and Hoseus, 2008), pero también el menos conocido (Liker y Meier, 2006). Segundo, muchas organizaciones no le proporcionan la misma importancia a las prácticas del SS que a las prácticas del ST y enfocan sus esfuerzos en estas últimas (Bortolotti et al., 2015; Liker y Rother, 2011).

A partir de los resultados se identifican tres problemas con respecto a la adopción de Lean en las PMM bajo estudio. Primero no se consideran las prácticas del ST de forma integral sino de manera parcial lo que puede afectar el desempeño operativo. Segundo, adicionalmente a que la mayoría de las fallas en la implementación de Lean está relacionada con factores relacionados con las prácticas del SS de Lean (Bashin, 2015), una falta de atención a las mismas puede inhibir un alto grado de implementación de las prácticas del ST de Lean por las relaciones que existen entre ellas identificadas en la literatura.

Estos problemas manifiestan que Lean no se ha considerado por las PMM bajo estudio, como un sistema socio técnico con un propósito que se mejora de forma heurística (Bicheno y Howleg, 2016), el cual es la manifestación de principios, valores, filosofía organizacional y supuestos tácitos que integran la cultura organizacional. Tampoco, un como un sistema técnico, sino como un conjunto de “herramientas aisladas”, enfoque bajo el cual no es posible lograr un desempeño operativo sostenible (Azuan y Syed, 2013; Bhasin, y Burcher, 2006).

Esto nos indica que Lean ha sido adoptada bajo un aprendizaje de ciclo sencillo o adaptativo en las PMM bajo estudio, las herramientas de Lean se consideran una “extensión” del “know how” actual para la solución de problemas, sin cuestionar los valores, filosofía, los supuestos tácitos y las premisas bajo las cuales fueron creadas. Una adopción más adecuada de Lean implica un aprendizaje de ciclo doble o generativo en donde esas premisas, teorías o supuestos actuales de las organizaciones se someten a prueba para realizar cambios en la estructura, estrategia y los sistemas organizacionales (McGill, et al., 1992; Argyris y Schon, 1978).

Conclusiones

A partir de los objetivos de la presente investigación se puede concluir primero que las prácticas del ST de Lean con menor grado de implementación son sistema de jalón, SMED y reducción del tamaño del lote (según se confirma con los datos mostrados en la Figura 1) estas prácticas están relacionadas con el pilar del justo a tiempo de acuerdo a los modelos del TSPT (Japanese Management Association 1995; Liker y Morgan 2006; Hernández y Vizán Idoipe, 2013; Dennis 2015; Lean Certification Alliance, 2021). Segundo, existe evidencia de que la proporción de PMM que han realizado una adopción parcial de las prácticas del ST de Lean es mayor que aquellas que lo han hecho de forma integral (Figura 2). Tercero, la proporción de PMM que han realizado una adopción parcial prácticas del ST de Lean es mayor que aquellas que lo han hecho de forma integral con alto grado de implementación en cada una de las prácticas bajo estudio (Figura 3).

Finalmente, la presente investigación aporta información original sobre el estado que guarda el grado de implementación de las PT de forma parcial e integral de Lean en las PMM en México.

Recomendaciones

Debido a la importancia que tienen las prácticas del sistema SS sobre la adopción de las prácticas del ST, es importante que los líderes de las organizaciones tener una mayor atención en esas prácticas para favorecer la adopción de las prácticas del ST de Lean. Las prácticas del ST deben enfocarse como un sistema por el grado de interdependencia que tienen las prácticas que lo integran. Lean debe enfocarse desde una perspectiva de cambio organizacional que implica revisar la congruencia que existe entre los supuestos tácitos, filosofía y valores y el sistema socio técnico en donde se manifiestan y realizar los cambios necesarios para lograr esa congruencia y por lo tanto lograr un mejor desempeño operativo.

Investigaciones futuras

Es importante continuar realizando investigaciones empíricas para comprender las relaciones que existen entre los elementos que componen el sistema socio técnico de Lean. Como el grado de adopción de las prácticas del SS de Lean, la relaciones que tienen los sistemas técnicos y sociales en las PMM que los han implementado. La relación conjunta e independiente que tienen estos subsistemas con el desempeño operativo.

Desde el punto de vista teórico es importante estudiar con profundidad los supuestos tácitos que integran a Lean porque estos son los que permiten descifrar el patrón de supuestos tácitos que giran en torno a la organización y permiten interpretar los primeros dos niveles del modelo de cultura organizacional. La falta de comprensión de estos supuestos puede estar generando confusión en esos primeros niveles.

Referencias

- Abdallah, A. Dahiyat, S., y Matsui, Y. (2019). Lean research and innovation performance. *Management Research Review*, 41(2), 239-262. DOI: <https://doi.org/10.1108/MRR-10-2017-0363>
- Argyris, C. y Schön, D. (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Mass, Addison Wesley
- Ahmad, M., Zakuan, N. Zuraidah R M Rasi, R., y Hisyamudin, M. (2015). Mediator effect of TPS between TQM and Business performance in Malaysia automotive industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 83(1), 5-12. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/83/1/012015>
- Azuan, S. y Syed, A. (2013). Culture and Lean Manufacturing: Towards a Holistic Framework. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 334-338. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/d352/cccf2604c371cc1b54e16195b9812acc026a.pdf>
- Bashin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: An Holistic Approach*. New York: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17410-5>
- Bhasin, S., y Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410380610639506>
- Baker, B. (2016). Why a lean transformation is like competing in the Olympics. Industry Week. Consultado el 10/03/2021 <https://www.industryweek.com/leadership/strategic-planning-execution/article/21974267/why-a-lean-transformation-is-like-competing-in-the-olympics>
- Baxter, G., y Sommerville, J. (2011). Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. *Interacting with Computers*, 23(1), 4-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.07.003>
- Bicheno, J. y Holweg, M. (2009). *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*. Production and Inventory Control, Systems and Industrial Engineering (PICSIE) Books.
- Bortolotti, T., Boscari, S., y Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, (182-201). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpe.2014.10.013>
- Chávez Pineda, J. (2021). Grado de implementación de las prácticas del sistema técnico de administración esbelta en la industria maquiladora de manufactura de México. *RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 41 - 68. Consultado de <https://recai.uaemex.mx/article/view/15295>
- Calvo-Mora, A., Ruiz-Moreno, C., Picón-Beryojo, A. y Cauzo-Bottala, L. (2014). Mediaton Effect of TQM technical factors in excellence management systems. *Journal of Business Research*, 67(2014), 769-774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.11.042>
- Cua, K., McKone, K., y Schroeder, R. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(6), 675-694. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00066-3)

- Dal Pont, G., Furlan, A., y Vinelli, A. (2008). Interrelationships among lean bundles and their effects on operational performance. *Operations Management Research*, 1(2), 150-158. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12063-008-0010-2>
- Deming, W.E., (1994). *The New Economics for Industry, Government and Education*, MIT, Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, M.A.
- Dennis, P. (2015). *Lean Production Simplified*. CRC Press
- Dubey, R. y Gunasekaran, A. (2015) Exploring soft TQM dimensions and their impact on firm performance: some exploratory empirical results, *International Journal of Production Research*, 53(2), 371-382, DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.933909>
- Emery, F.E. (1959). *Characteristics of Socio-Technical Systems*. London: Tavistock Institute of Human relations. Documento no. 527.
- Esain, A. E. (2011). A Socio-Technical Systems perspective of the operational delivery of secondary care in the secondary care in the NHS. [tesis de doctorado, Cardiff University]. Disponible en: <https://orca.cardiff.ac.uk/55495/1/U557954.pdf>
- Filho, M.G, Miller, G. y Gunasekaran, A. (2016). Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprises: implementation and effect on performance. *International Journal of Production research*, 54(24) 7523-7545. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1201606>
- Furlan, A., Vinelli, A., y Pont, D.G. (2011). Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(8), 835-850. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443571111153067>
- García -Alcaraz, J., Maldonado, A., Iniesta, A., Robles, G., y Hernández, G. (2014). A systematic review/survey for JIT implementation: Mexican maquiladoras as case study. *Computers in Industry*, 65(4), 761-773. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.02.013>
- Gollan, P., Kalfa, S., y Xu, Y. (2015). Strategic HRM and devolving HR to the line: Cochlear during the shift to lean manufacturing. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 53(2), 144-162. DOI: <https://doi.org/10.1111/1744-7941.12055>
- Ghosh, M. (2012). Lean manufacturing performance in Indian manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(1), 113-122. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410381311287517>
- Hernández-Matias, J., Ocampo, J., Hidalgo, A., y Vizán, A. (2019). Lean manufacturing and operational performance: Interrelationships between human related practices. *Journal of Manufacturing Technology management*, 31(2), 217-235. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2019-0140>
- Hernández, J. C. y Vizán Idoipe, M. A. (2013). *Lean Manufacturing: Concepto, Técnicas e Implantación*. Escuela de Organización Industrial. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Hines, P. y Butterworth, C. (2019). *The Essence of Excellence: creating a culture of continuous improvement*. S. A. Partners. UK.
- Hines, P., Holweg, M., y Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations &*

- Production Management*, 24(10), 994-1011. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Japanese Management Association (1985). *Kanban and Just in Time in Toyota*. Productivity Press.
- Jiménez - Jiménez, D., y Martínez - Costa, M. (2009). The performance effect of HRM and TQM: a study in Spanish organizations. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(12), 1266-1289. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570911005992>
- Karlsson, C., y Åhlström, P. (1996). Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 24-41. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443579610109820>
- Kochan, T.A., Gittell, J. H., y Lautsch, B.A. (1995). Total quality management and human resource systems: An international comparison. *The International Journal of Human Resource Management*, 6(2), 201-202. DOI: <https://doi.org/10.1080/09585199500000017>
- Konecny, P., y Thun, J. (2011). Do it separately or simultaneously—An empirical analysis of a conjoint implementation of TQM and TPM on plant performance. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 496-507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.12.009>
- Krafcik, J. 1988. Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30 (1), 51-52. Disponible en: <https://www.lean.org/downloads/MITSloan.pdf>
- Lander, E. y Liker, J.K. (2007). The Toyota production system and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45 (16), 3681-3698. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Larman, C. y Vodde, B. (2009). Lean primer. Disponible en: http://www.leanprimer.com/downloads/lean_primer.pdf
- Liker, J.K (2004). *The Toyota Way*. Mc Graw-Hill, New York.
- Lean Certification Alliance. (2021). *Society for Mechanical Engineers*. Disponible en: <https://www.sme.org/training/lean-certification/about-the-lean-certification-alliance/>
- Liker J. K., y Hoseus M. (2008). *The Center for Quality People and Organizations, Toyota Culture. The Heart and Soul of the Toyota Way*. New York: McGraw Hill.
- Liker J. K., y Meier D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook a Practical way to Implementing Toyota 4p's*. New York: McGraw Hill.
- Liker, J.K., y Morgan, J.M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20 (2), 5-20. DOI: <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Liker, J., y Rother, M. 2011. Why Lean Programs Fail. Lean Enterprise Institute. Consultado el 14/04/2021. Disponible en: <https://www.bus-ex.com/article/operations-why-lean-programs-fail>
- Liker, J.K y Trachilis, G. (2014). *Developing Lean Leaders*. EE.UU.: Lean Leadership Institute.
- Mann, D. (2005). *Lean Culture*. New York: Productivity Press.
- Manrique, V. K y Gonzalez A. (2013). Desarrollo de Sistemas Socio Técnicos en el área de Seguridad y Salud Ocupacional de una empresa de servicio. [tesis de maestría, Pontifica Universidad Católica de Perú]. Repositorio

- Institucional. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5517>
- Marin-Garcia J.A. y Bonavia T. (2015) Relationship between employee involvement and lean manufacturing and its effect on performance in a rigid continuous process industry, *International Journal of Production Research*, 53(11), 3260-3275.
- Marksberry, P. (2012). *The Modern Theory of the Toyota Production System: A Systems Inquiry of the World's Most Emulated and Profitable Management System*. CRC Press.
- McGill, M.E., Slocum, J., y Lei D. (1992). Management Practices in learning Organizations. *Organizational Dynamics*, 21 (1), 5-17. DOI: [https://doi.org/10.1016/0090-2616\(92\)90082-X](https://doi.org/10.1016/0090-2616(92)90082-X)
- McKone, K., Schroeder, R., y Cua, K. (2001). The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(1), 39-58. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00030-9)
- Modelo Shingo Version 14.6 (2021). Utah State University. Consultado el 27/07/202. <https://shingo.org/shingo-model/>
- Mogdil, S. y Sharma, S. (2016) Total productive maintenance, Total quality management and operational performance: An empirical study of Indian Pharmaceutical industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22(4), 353-377. DOI: <https://doi.org/10.1108/JQME-10-2015-0048>
- Monge, C., Cruz, J. y Lopez, F. (2013). Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México. *Información Tecnológica*, 24 (4), 15-32. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400003>.
- Nawanir, G., Teong, K.L., y Othman, N.S. (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: <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2012-0027>
- Negrão L.L., Filho M.C y Marodin G. (2016). Lean practices and their effect on performance: a literature review, 28(1), 1-24 *Production Planning & Control*, DOI: 10.1080/09537287.2016.1231853
- Netland T.H y Ferdows, K. (2016). The S-curve effect of lean implementation. *Production and Operations Management*, 25 (6), 1106-1120. DOI: <https://doi.org/10.1111/poms.12539>
- Nordin, N., Deros, B., Wahab, D., y Rahman, M. (2012) A framework for organisational change management in lean manufacturing implementation. *International Journal of Services and Operations Management*, 12(1), 101-117. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2012.046676>.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Portland OR: Productivity press.
- Prabhushankar, G.V., Kruthika, K., Pramanik, Souradeep, Kadadevaramath, y Rajeshwar S. (2015). Lean manufacturing system implementation in Indian automotive components manufacturing sector - an empirical study. *International Journal of Business and Systems Research*, 9(2), 179-194. <https://doi.org/10.1504/IJBSR.2015.069442>

- Parkes, A. (2015). Lean Management Genesis. *Management*, 19(2), 106-121. DOI: <https://doi.org/10.1515/manment-2015-0017>
- Piña, R., León B.J., y Preciado R.J. (2018). Nivel de implementación de manufactura esbelta en la industria maquiladora de Hermosillo y Guaymas-Empalme, Sonora. *RECAI Revista de estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 7(20), 36-51. Consultado de <https://recai.uaemex.mx/article/view/11283/9369>
- Rahman, S., y Bullock, P. (2005). Soft TQM, hard TQM, and organisational performance relationships: an empirical investigation. *Omega*, 33(1), 73-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.03.008>.
- Saleh, R.A. y Sweis, R.J (2017). The relationships between soft/hard total quality management practices and operational performance in Jordanian manufacturing organisation. *International Journal of Management Concepts and Philosophy*, 10 (4), 345–377. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMCP.2017.10007596>
- Sahoo, S. (2019). Lean manufacturing practices and performance: the role of social and technical factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 37(5), 732-754. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2019-0099>
- Seddon, J. y Caulkin, S. (2008). Systems thinking. Lean production and action Learning. *Action Learning Research and Practice*, 4(1), 9-24. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767330701231438>
- Setianto, P. y Haddud, A. (2016). A maturity assessment of lean development practices in manufacturing industry. *International Journal of Advanced Operations Management*, 8(4), 294-322. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2016.084150>
- Schein, E. (1988). *La Cultura Empresarial y el Liderazgo. Una Visión Dinámica*. México: Plaza & Janes Editores.
- Shah, R., y Ward, P. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Shah, R., y Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>.
- Shook, J. (2010). How to change a culture: Lessons from NUMMI, *Sloan Management Review*, winter, 51(2). Disponible en: <https://www.lean.org/Search/Documents/35.pdf> Consultado el 15/01/2021
- Spear y Bowen (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5), 96-106. Disponible en: https://static1.squarespace.com/static/5356f7d5e4b0fe1121e2cb5b/t/565278a3e4b058e88fcd6f1b/1448245411007/decoding_dna+of+TPS.pdf
- Sutrisno, T. F. C. W. (2019). Relationship between Total Quality Management Element, Operational Performance and Organizational Performance in Food Production SMEs. *Journal Aplikasi Manajemen*, 17 (2), 285–294. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jam.2019.017.02.11>
- Taj, S., y Morosan, C. (2011). The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(2), 223-240. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2013-010910.1108/17410381111102234>

Womack, J.P., Jones, D.T., y Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Free Press.

Womack J. y Jones D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*, New York: Free Press.

Yadav, V., Jain, R., Mittal, M., Panwar, A., y Sharma, M. (2019). An appraisal on barriers to implement lean in SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(1), 195-212. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2017-0262>