

Artículo Científico

Grado de Madurez de los programas de mejora continua Lean en empresas multinacionales de manufactura automotriz en México

Maturity degree in Lean improvement programs in automotive in multinational manufacture companies in Mexico

Jesús Arturo Chávez-Pineda^{1*}, Salvador García-Ramírez², Gloria Viridiana Vallejo-Navarrete³ y Edna Gabriela Ceja-Silva⁴

¹ TecNM-Instituto Tecnológico de Delicias. Carretera Rosetilla Km 3.5 Cd. Delicias Chihuahua, México.

² TecNM-Instituto Tecnológico de Nogales. Avenida Instituto Tecnológico 911, Granja, 84065 Nogales, Sonora, México.

³ TecNM-Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas. Av.Melchor Ocampo 2555, Cuarto Sector, Cd. Lázaro Cárdenas, Michoacán, México.

⁴ TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes. Carretera Los Reyes-Jacona km 3 Col. San Rafael. Los Reyes, Michoacán, México.

*Correspondencia: jesus.cp@delicias.tecnm.mx (Jesús Arturo Chávez Pineda)

DOI:

Recibido: 14 de septiembre de 2023; Aceptado: 17 de octubre de 2023

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado

Resumen

El diseño y operación de los programas de mejora continua Lean, representan una estrategia de largo plazo para mejorar el desempeño operativo en compañías. Su diseño generalmente está inspirado en el modelo del Sistema de Producción Toyota y producción esbelta. El grado de madurez del programa de mejora continua Lean, está asociado a una mayor productividad de las plantas. El objetivo de este estudio fue conocer, cual es el grado de madurez de esos programas que se han implementado en empresas multinacionales de manufactura automotriz en México. Se recolectó información por linkedin de una encuesta diseñada en una plataforma especializada en internet. De una muestra de 157 plantas, 10.1 % mostraron un alto grado de madurez en su programa de mejora Lean, 61 % mostraron un grado de conformación integral de acuerdo al modelo de investigación. Para identificar técnicas Lean con mayor grado de implementación profunda, se utilizó un análisis de conglomerados de k-medias, los resultados indican que las técnicas Lean con mayor grado de implementación, son calidad en la fuente, 5's y trabajo estándar. Las técnicas Lean con menor grado de implementación están asociadas conceptualmente al pilar del Justo a tiempo en el modelo del Sistema de Producción Toyota.

Palabras clave: Lean, Sistema de Producción Toyota, industria automotriz, programa de mejora continua, Compañías multinacionales de manufactura.

Abstract

The design and operation of Lean continual improvement programs are long-term strategy to improve the companies' operative performance. Their design is generally inspired on the Toyota Production System and lean production. The maturity degree of the Lean continual improvement program is associated with plant better productivity. The purpose of this research is to know the maturity degree of Lean improvement programs implemented in automotive multinational manufacture companies. The methodological design was mainly quantitative. A Survey was used in a specialized platform in internet and it was applied via LinkedIn for data recollection. With a sample of 157 plants, 10.1 % showed a high maturity degree in their Lean continual improvement program, 61 % showed a high conformation degree according to the research model used. In order to identify the Lean techniques with higher implementation degree, a k-means cluster analysis was performed. The results indicate that quality at the source, 5's and standard work are the lean techniques with higher implementation degree. Lean techniques with lower implementation degree are conceptually associated with Just in time pillar in the Toyota Production System model.

Keywords: Lean, Toyota Production System, automotive industry, continual improvement program, manufacture multinational companies.

1. Introducción

De forma general, los programas de mejora continua están basados en una o más combinaciones de filosofías como Gestión de la calidad total (Deming, 1986), el Sistema de Producción Toyota (TPS por sus siglas en inglés) (Ohno, 1988), Justo a tiempo (Monden, 2010), Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés) (Nakajima, 1988), Producción esbelta (Krafcik, 1988) y Pensamiento esbelto (Womack y Jones, 1996). Este conjunto de filosofías se ha tratado de integrar bajo el concepto de Lean management, que se puede comprender como la aplicación de los principios y el TPS a otras organizaciones diferentes a Toyota. (Emiliani y Stec, 2005). Las compañías multinacionales están desarrollando sus programas de mejora corporativos, con base a estas filosofías y son aplicados a sus plantas en todo el mundo (Powell y Coughlan, 2020).

También estos programas de mejora se han integrado bajo lo que Netland (2013) ha definido como "Sistemas de producción específicos", también llamados XPS. Este nombre se deriva del TPS, en donde la "X" surge de una adaptación del TPS a cada compañía específica y han integrado principalmente principios de TPS y Producción esbelta (Netland, 2013). Por medio de los XPS, se han combinado y adaptado conceptos organizacionales existentes a las necesidades específicas de las compañías. Los XPS ofrecen a las corporaciones una plataforma común de mejora que se comparten entre las redes globales de producción de las compañías de manufactura (Hekneby *et al.* 2022) y ofrecen una plataforma común de programas de mejora multi plantas (Netland y Aspelund, 2014).

De acuerdo con Netland y Ferdows (2016), el grado de madurez de su programa de mejora Lean permite a las compañías mejorar su productividad. El grado de madurez a su vez depende de la combinación entre la amplitud y profundidad. La amplitud se puede medir de acuerdo al grado de conformación de las técnicas Lean implementadas en la organización, considerando como modelo de adopción al TPS (Netland y Aspelund, 2014). Esto se debe a que las compañías multinacionales han desarrollado sus programas de mejora XPS y han sido inspirados en el TPS y producción esbelta (Netland, 2013). El segundo elemento a considerar en el grado de madurez del programa de mejora Lean y se refiere a la profundidad en la implementación de las técnicas Lean seleccionadas en el programa de mejora continua. El grado de implementación, se puede considerar como profundo o superficial. La literatura nos indica que a un mayor grado de adopción de las técnicas Lean, es decir, una alta profundidad, mejor es el desempeño de la organización (Nawanir *et al.*, 2013).

De esta forma el grado de madurez del programa de mejora Lean depende del grado de conformación, es decir, de las técnicas Lean seleccionadas en su programa de mejora y del grado de profundidad de su implementación. Se considera a la casa del sistema de producción Toyota como el modelo de referencia para la selección de las técnicas Lean de la presente investigación. (Japanese Management Association 1998). Aunque en la literatura se distinguen varias versiones de ella como las presentadas por Liker y Morgan (2006), Hernández y Vizán (2013), Dennis, (2007) y Lean certification Alliance (2021), las técnicas son muy similares entre ellas, por lo que se utiliza el modelo de investigación utilizado en investigaciones previas (Chávez-Pineda, 2022a).

Por otra parte, se investiga el grado de madurez de los programas de mejora Lean en la industria automotriz debido a la importancia que tiene esta industria en México. Más del 80 % de la producción de vehículos ligeros que se fabrican en el país, se destinan a la exportación, mientras que del 20 % restante, el 50 % se destina al mercado interno y el otro 50 %, se abastece con autos importados nuevos. Siete estados de la república mexicana concentran 84.2 % de las actividades de esta industria y medido como porcentaje de la producción bruta se distribuye de la siguiente manera: Sonora (16.2 %), Coahuila de Zaragoza (15.9 %), Puebla (13.6 %), Estado de México (12.7 %), Guanajuato (10.4 %), Nuevo León (8.6 %), Aguascalientes (6.8 %) y resto de los estados (15.8 %). Los principales proveedores de esta importante industria son: partes para automóviles, productos de plástico, componentes electrónicos, equipo de audio y video, productos de hierro y acero, motores de combustión interna turbinas y transmisiones. Por el volumen de exportaciones de la industria automotriz, nuestro país ocupaba en el 2014, el cuarto lugar a nivel mundial, después de Alemania, Japón y Estados Unidos. Mientras que, en el 2001, ocupó el sexto lugar después de Alemania, Japón, Estados Unidos Canadá y Francia (INEGI 2016).

En el caso particular de México, no se identifica ningún estudio que se haya relacionado con este tema, dentro de la industria automotriz de forma exclusiva, sin embargo, existen otras investigaciones que estudian conceptos similares. Por ejemplo, Piña *et al.* (2018) estudiaron el grado de implementación de manufactura esbelta en 60 maquiladoras que pertenecen a varios sectores industriales como el aeronáutico, automotriz, electrónico y equipo médico. García-Alcaraz *et al.* (2021), estudiaron la relación entre las técnicas Lean y su relación con respecto a la sustentabilidad en 100 plantas maquiladoras de los sectores automotriz, médico, eléctrica, electrónica, logística y metalmecánica. Sus resultados indican que la técnica de 5's, generó efectos positivos sobre la reducción de tiempos en cambios de modelo (SMED) y flujo continuo.

Adicionalmente, se ha estudiado la adopción integral y parcial de las técnicas Lean en 83 plantas de la industria eléctrica en México, los hallazgos indican que, las técnicas con mayor grado de

implementación dentro de esa industria son: trabajo estándar, control visual, y 5's. Mientras que las técnicas Lean con menor grado de implementación, están asociadas conceptualmente al pilar del Justo a tiempo (JIT) del modelo del TPS (Chávez-Pineda, 2022b). También se estudió la adopción parcial e integral de las prácticas de manufactura esbelta, pero en 222 plantas maquiladoras de manufactura pertenecientes a los sectores aeronáutico, automotriz, electrónico, equipo médico y otros. Los resultados de esta investigación demuestran que las técnicas Lean con mayor grado de implementación en estos sectores son: 5's, distribución celular, administración visual y trabajo estándar (Chávez-Pineda, 2022a).

Por otra parte, se han investigado también las diferencias entre los grados de implementación de las prácticas de manufactura esbelta, por el tipo de industria, tamaño y tiempo de adopción. Las técnicas Lean con mayor grado de implementación son independientes del tipo de industria, pero si están relacionadas con el tamaño de planta o el tiempo de adopción del programa de mejora. Las técnicas con mayor grado de implementación son: 5's, administración visual, trabajo estándar, calidad a la primera y dispositivos a prueba de error (poka yoke). Las técnicas Lean con menor grado de implementación que están relacionadas con el pilar de JIT del modelo TPS (Chávez-Pineda, 2021). Estos estudios coinciden en que las técnicas más utilizadas en estas industrias son: trabajo estándar, administración o control visual y 5's y las menos implementadas se relacionan con JIT aun en plantas con más tiempo de adopción de las técnicas Lean. (Chávez-Pineda, 2021; Chávez-Pineda, 2022 a; Chávez-Pineda, 2022 b).

Debido a que los programas de mejora continua como los XPS contemporáneos y producción esbelta se enfocan más en los aspectos técnicos y menos en aspectos sociales como las personas y en la cultura (Netland, 2013), por lo que en la presente investigación nos enfocamos en la parte técnica de tipo de sistemas. Se planteó el siguiente objetivo de investigación: estudiar el grado de madurez de las técnicas Lean de los programas de mejora en las compañías multinacionales de manufactura automotriz en México. Para lo cual se plantean la siguiente pregunta de investigación y su hipótesis correspondiente:

P1) ¿Cuál es el grado de madurez de los programas de mejora en las plantas de las compañías multinacionales de manufactura (PCMM) del sector automotriz en México? H1) Las PCMM presentan todavía un bajo grado de madurez en sus programas de mejora continua.

2. Materiales y métodos

Para responder a las preguntas de investigación y encontrar evidencia que apoye o rechace la hipótesis planteada se describen los principales elementos del diseño metodológico. El enfoque de la presente investigación es principalmente cuantitativo, aplicado, no experimental, transaccional y descriptivo. A continuación, se describe la población y muestra, método de recolección de datos en donde se detalla el instrumento de medición, los sujetos participantes y finalmente el análisis de datos.

Población y muestra

La población bajo estudio está compuesta por plantas de compañías multinacionales de manufactura automotriz localizadas en México, se estima que existen alrededor de 618 compañías de autopartes automotrices de primer, segundo y tercer nivel en el país (Secretaría de Economía, 2012). Se tomó el tamaño de muestra de 157 plantas, es decir el 25.40 % de la población identificada por medio de un muestreo por conveniencia. Es importante mencionar que técnica de muestro no es probabilística y tampoco es aleatoria, por lo que los resultados de la misma solo aplican para la muestra seleccionada. Se seleccionó este tipo de muestreo debido a la dificultad de tener acceso a participantes que cumplan con los criterios de selección, y que además tuvieran la disposición en la investigación. Se trató de lograr el mayor tamaño de muestra posible bajo este tipo de condiciones. Se considera este tamaño de muestra adecuado, si se toman como referencia otros estudios similares realizados en México, aunque consideran diferentes tipos de industrias en sus estudios por ejemplo Piña *et al.* (2018), en donde participaron 60 plantas, o Setianto y Haddud (2016) que incluyeron una muestra de 46 plantas de diferentes industrias o Taj y Morosan (2011) donde participaron 65 plantas de sectores también diversos. Prabhushankar *et al.* (2015) estudió la implementación de las técnicas Lean entre otros factores en 20 plantas en la industria automotriz de la India.

Sujetos participantes

Se seleccionó a los candidatos por medio de la plataforma *LinkedIn recruiter*. Los criterios de selección fueron: gerentes e ingenieros de las áreas de mejora continua con conocimientos y experiencia en Lean y TPS. Participaron en el estudio profesionales de plantas de manufactura ubicadas en los estados de: Chihuahua, Sonora, Tamaulipas, Nuevo León, Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, Coahuila, Querétaro, Baja California, San Luis Potosí y Zacatecas. A los participantes seleccionados se les envió el enlace electrónico de la encuesta una vez que aceptaron conectar con los investigadores por medio de la plataforma de linkedin.

La distribución de la muestra de las plantas por número de empleados se compone de la siguiente manera: Menos de 250 empleados 10.3 % (17), Entre 251 y 500 empleados 19.4 % (32), Entre 501 y 1000 empleados 24.8 % (41) y Más de 1000 empleados 45.5 % (75). Mientras que la distribución de la muestra por años de adopción de las técnicas Lean se integra de la siguiente forma: Menos de 1 año 16.4 % (27), Entre 1 y 3 años 21.8 % (36), Entre 3 y 7 años, 19.4 % (32), Entre 7 y 10 años 13.3 % (22) y Más de 10 años 29.1 % (48).

Instrumento de medición

Para el presente estudio, se utilizó un instrumento ya probado anteriormente por Chávez-Pineda, (2021) y como se mencionó anteriormente, se aplicó vía linkedin. Las preguntas utilizadas se muestran en la Tabla 2, bajo la sección de variable. El grado de adopción de las técnicas Lean se midió mediante 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.

Recolección de datos

La recolección de datos se realizó por medio de una plataforma especializada para la aplicación de encuestas electrónicas. En la tabla 1, se observa la verificación de la consistencia interna y la confiabilidad de los datos por medio del alfa de Cronbach para los trece ítems que componen el modelo de las técnicas Lean, el cual fue de 0.941, superior a 0.7 lo suficiente para verificar la consistencia interna y confiabilidad del cuestionario (Nunnally, 1978). El periodo de recolección de datos duró tres meses, de enero a marzo del 2023.

Tabla 1. Consistencia Interna y confiabilidad de los datos.

Table 1. Internal consistency of data.

Variable	Ítems	Alpha de Cronbach
Técnicas Lean	13	0.941

Análisis de Datos

Para identificar el grado de madurez del programa de mejora continua Lean en las plantas de las compañías multinacionales de manufactura (PCMM), se utilizaron dos variables, el grado de conformación con dos opciones posibles integral o parcial y el grado de implementación que se puede clasificar como alto (profundo) y bajo (superficial). Se consideró a una planta con un alto grado de madurez en su programa de mejora, si presentaba un grado de conformación integral y una implementación profunda (alto grado de implementación). Para identificar al grupo de PCMM con un bajo grado de conformación, se utilizó el siguiente criterio, aquellas plantas con un 0% en al menos una de las técnicas Lean se clasificaron con bajo grado de conformación o implementación parcial. De lo contrario, se clasificaron como alto grado de conformación integral de acuerdo al modelo de la casa del sistema de producción Toyota. Cada una de las técnicas Lean se clasificaron en alta y baja implementación por medio de un análisis de conglomerados de k-medias en SPSS v.22. Se consideran a una alta implementación de las técnicas Lean como una implementación profunda y a una baja implementación de las técnicas Lean como una implementación superficial.

3. Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados del análisis de los datos. Los primeros resultados se muestran en la Fig. 1. Como se puede observar que 62 (39 %) plantas presentaron un grado de conformación parcial, mientras que 95 (61 %), mostraron tener un grado de conformación integral. Se observa que predomina el grado de conformación integral sobre el parcial.

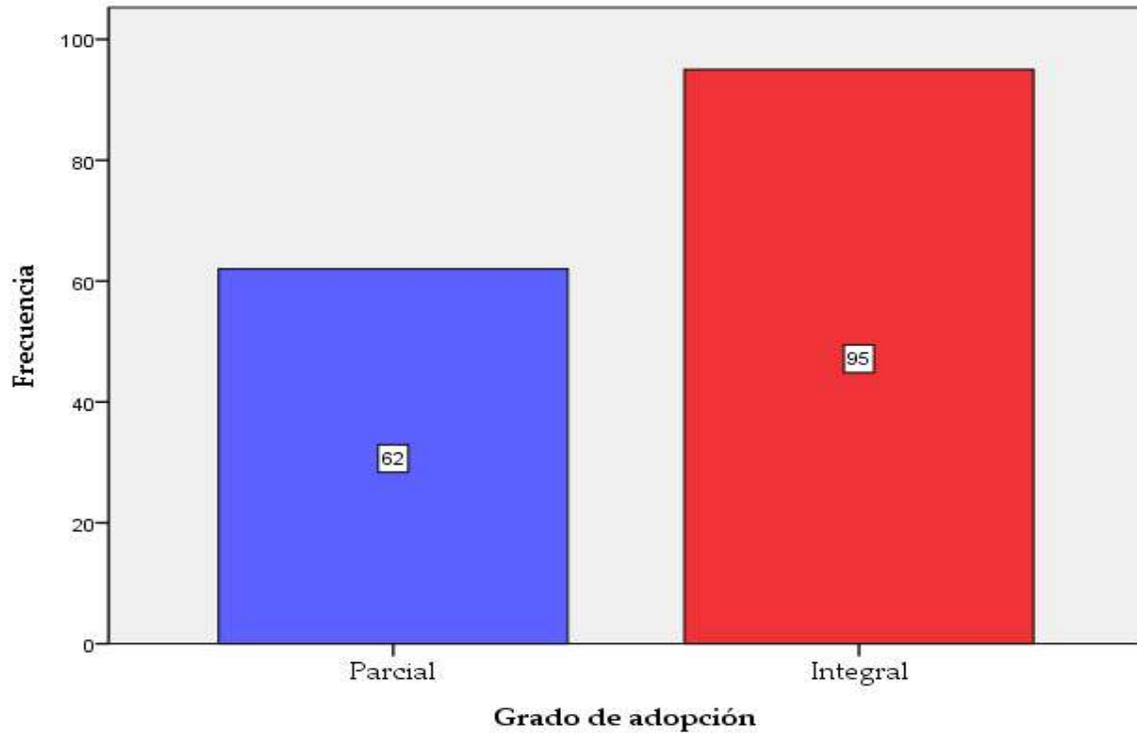


Figura 4. Grados de conformación parcial e integral del modelo de investigación
Figure 4. Partial and Integral research model conformation degree.

Para conocer el grado de profundidad en la adopción de las técnicas Lean en los programas de mejora continua, se clasificaron cada una de ellas en alto grado de implementación (profunda) o bajo grado de implementación (superficial), mediante un análisis estadístico de conglomerados en SPSS. En la Tabla 2 se muestran los resultados, los cuales se dividen en dos grupos. En ambos, se indica el número de plantas (N) clasificadas de acuerdo a la descripción de alta (profunda) o baja (superficial) adopción de las técnicas. En la misma tabla, se ordenaron las técnicas de mayor a menor número de plantas (N) que mostraron una adopción profunda vs. adopción superficial. De esta forma, las técnicas que han tenido un mayor grado de adopción son: calidad en la fuente (126), 5S (119), trabajo estándar (106), TPM (100), control visual (93), mapeo de flujo de valor (VSM) (88), jidoka (84), flujo continuo (75), distribución celular (69), reducción de tamaño de lote (67), producción nivelada (62), sistema de jalón (61) y finalmente SMED (29).

Tabla 2. Descripción de conglomerados.**Table 2.** Descriptive clusters.

Orden	Variable	Conglomerado 1:		Conglomerado 2:	
		Baja Implementación		Alta Implementación	
		(Superficial)		(Profunda)	
		N	Media	N	Media
1	En la planta se ha implementado calidad a la primera y dispositivos a prueba de errores en:	31	1.77	126	4.10
2	5 S se ha implementado en:	38	2.18	119	4.75
3	El trabajo estándar se ha implementado en:	51	2.16	106	4.75
4	El mantenimiento preventivo total (TPM) se ha implementado en:	57	1.67	100	4.10
5	La administración y controles visuales se han implementado en:	64	2.28	93	4.67
6	El mapeo de flujo de valor (VSM) se ha implementado en:	69	1.64	88	4.22
7	Se han implementado sistemas de identificación automática de defectos (jidoka) en:	73	1.62	84	4.18
8	El flujo continuo se ha implementado en:	82	2.16	75	4.52
9	La distribución celular se ha implementado en:	88	2.07	69	4.64
10	La reducción de lote se ha implementado en:	90	1.58	67	4.04
11	Producción nivelada	95	2.22	62	4.56
12	El sistema de jalón se ha implementado en:	96	2.09	61	4.69
13	SMED	102	2.03	55	4.49

En general las técnicas que están integradas a la base del modelo TPS son las que mayor grado de implementación tienen. Posteriormente aquellas con calidad en la fuente a excepción de Jidoka y finalmente las forman parte en la literatura de JIT. Esto es particularmente interesante porque los resultados coinciden con un estudio también realizado en la industria automotriz por Prabhushankar *et al.* (2015) en donde coinciden que entre las técnicas Lean más utilizadas son: trabajo estándar, 5's, dispositivos a prueba de errores entre otras. Las técnicas como 5's y trabajo estándar también se ha encontrado que son las que presentan mayor grado de implementación en otras industrias como se demuestra en un estudio realizado en Katar (Setianto y Haddud, 2016) y en China (Taj y Morosan, 2011).

Adicionalmente, como resultado de un análisis más profundo resulta que las técnicas Lean que Presentan 0 % de implementación se muestran en la Tabla 3. Los resultados de este estudio coinciden con los presentados por Netland (2013). Las técnicas Lean menos consideradas en los modelos XPS son: tamaño de lote, jidoka y SMED. Mientras que las técnicas Lean como el trabajo estándar es una de las más utilizadas, resultados similares presentados en investigaciones anteriores (Chávez-Pineda, 2021a; Chávez-Pineda, 2021b; Chávez-Pineda, 2022).

Tabla 3. Técnicas con 0 % de implementación en las PCMM.**Table 3.** Lean techniques 0 % implementation in PCMM.

Orden	Variable	Número de plantas
1	La reducción de lote se ha implementado en:	88
2	Se han implementado sistemas de identificación automática de defectos (jidoka) en:	83
3	SMED	68
4	La distribución celular se ha implementado en:	60
5	El sistema de jalón se ha implementado en:	58
6	El mapeo de flujo de valor (VSM) se ha implementado en:	48
7	El mantenimiento preventivo total (TPM) se ha implementado en:	48
8	Producción nivelada	46
9	El flujo continuo se ha implementado en:	30
10	En la planta se ha implementado calidad a la primera y dispositivos a prueba de errores en:	20
11	El trabajo estándar se ha implementado en:	20
12	La administración y controles visuales se han implementado en:	15
13	5 S se ha implementado en:	8

Los resultados también nos indican que en general las técnicas con menor grado de adopción considerando el modelo de TPS son aquellas que están relacionadas con el pilar de JIT, como son reducción del tamaño de lote, SMED, Distribución celular, sistema de jalón, VSM y TPM. Las técnicas Lean con mayor grado de implementación están relacionadas a la base del TPS como son 5's, trabajo estandarizado, control visual y flujo continuo. Del lado del pilar de la calidad está el énfasis en dispositivos a prueba de errores, pero con poca consideración a jidoka. En general, estos resultados son consistentes con los mostrados por Netland (2013).

Finalmente, para responder a la pregunta de investigación P1) ¿Cuál es el grado de madurez de los programas de mejora en las plantas de las PCMM del sector automotriz en México? Los resultados nos indican que el 10.1 % (16/157) presentan esta característica. Este porcentaje es similar al presentado por Chávez Pineda (2022b) del 12.8 % para la industria eléctrica y electrónica y ambos superiores cuando se consideran a otras industrias como la aeroespacial y la médica (Chávez Pineda, 2021).

De las técnicas Lean que componen al modelo del TPS bajo estudio, 5's, trabajo estándar, administración y control visual y calidad en la fuente con dispositivos poka yoke son técnicas que cumplen con estos parámetros. Es importante destacar que las técnicas como 5's y trabajo estándar presentan mayor grado de profundidad de adopción no solo en la industria automotriz, sino como se demostró en otros estudios en otras industrias como la aeroespacial, eléctrica y electrónica y médica. Es posible que este comportamiento se origine a partir de que se utilice el enfoque de "recolectar las frutas más bajas" que consiste en seleccionar aquellas actividades Lean que permiten lograr un mayor impacto con el menor costo en el menor tiempo, es decir seleccionar los proyectos más simples con beneficios rápidos. Este enfoque "recolectar las frutas más bajas" está basado en la teoría económica de "destinar recursos en donde el producto marginal es el más alto" (Winter, 1994, p. 91).

Los resultados nos indican que las PCMM se encuentran en un proceso de transformación para llevar a sus programas de mejora continua a mayores niveles de madurez. Las técnicas con mayor grado de adopción son aquellas que son menos complejas de implementar como 5's y trabajo estándar. Mientras que el grado de implementación de aquellas que son más complejas y requieren de un tiempo mayor como la reducción del tamaño de lote y Jidoka presentan menores niveles de implementación.

En este sentido, las técnicas que integran a JIT involucran cambios extensos que requieren periodos de tiempo mucho mayores como distribución de planta, maquinaria y equipo, así como el desarrollo de nuevas habilidades. Este tipo de proyectos requieren no solo de más recursos sino de un compromiso gerencial mucho más profundo (Netland y Ferdows, 2014). El grado de complejidad, el tiempo y la cantidad de recursos necesarios tanto humanos como económicos para realizar un cambio profundo como JIT son mucho mayores que en las técnicas mencionadas anteriormente.

Quizá por esta razón son las técnicas Lean relacionadas con JIT, son las que presentan menores grados de implementación aun en aquellas compañías con más tiempo de haber implementado su programa de mejora continua. Este comportamiento también es posible que se deba a las presiones que se someten las áreas de mejora continua por presentar resultados favorables en el corto plazo y se seleccionen aquellas técnicas Lean con grado de complejidad menor al momento de su implementación. Este último es un tema que se recomienda seguir estudiando con más profundidad.

4. Conclusiones

Los resultados presentados contribuyen a conocer con más profundidad el estado actual de la adopción de las técnicas Lean mediante la evaluación del grado de madurez de sus programas de mejora continua en las compañías multinacionales de manufactura en México. Los resultados indican que el 10.1 % de las PCMM bajo estudio presentaron un alto grado de madurez en la implementación de las técnicas Lean.

De esta investigación se puede inferir que probablemente este comportamiento se deba a la estrategia de "recolectar las frutas más bajas", en donde se le otorga prioridad a la implementación de las técnicas que son más sencillas y rápidas de ser implementadas como: calidad a la primera y dispositivos a prueba de errores, 5's, trabajo estándar y está limitando la profundidad en la implementación de aquellas técnicas que requieren de más recursos técnicos como humanos como aquellas asociadas al JIT y Jidoka del TPS. Lo que sugiere seguir investigando esta posible barrera para lograr mayores grados de madurez de los programas de mejora Lean en las PCMM.

Conflicto de interés

El autor del presente artículo expresa que no existe ningún conflicto de interés en la elaboración y publicación del presente estudio.

5. Referencias

- Chávez-Pineda, J. (2022a). 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, 11 (30):28-50. <https://doi.org/10.36677/recai.v11i30.16919>
- Chávez-Pineda J. (2022b). Adopción parcial e integral de la filosofía lean en la industria de manufactura eléctrica y electrónica en México. TECNOCENCIA Chihuahua, 16(3): e1048. <https://doi.org/10.54167/tch.v16i3.1048>
- 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, 10 (28): 41-68. <https://doi.org/10.36677/recai.v10i28.15295>
- Deming, W. E. (1986) Out of the crisis: quality, productivity and competitive position. Cambridge University Press.
- Emiliani, M.L. & Stec, D.J. (2005). Leaders lost in transformation. Leadership and Organization Development Journal 26(5): 370-387. <https://doi.org/10.1108/01437730510607862>
- García-Alcaraz, J. L., Díaz-Reza, J. R., Sánchez-Ramírez, C., Limón-Romero, J., Jiménez-Macías, E.; Lardies, C. J. & Rodríguez Medina, M. A. (2021). Lean manufacturing tools applied to material flow and their impact on economic sustainability. Sustainability 13 (19): 10599. <https://doi.org/10.3390/su131910599>
- Hekneby, T., Ingvaldsen, J. & Benders, J. (2022). Orchestrated learning: creating a company-specific production system (XPS). International Journal of Lean Six Sigma 13(2): 361-381. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2020-0139>
- Hernández, J. C. & M. A. Vizán Idoipe,. (2013). Lean manufacturing: concepto, técnicas e implantación. Escuela de Organización Industrial. <https://goo.su/2C8db>
- INEGI (2016). Estadísticas a propósito de la industria Automotriz. <https://n9.cl/almdd>
- Japanese Management Association (1985). Kanban Just-in time at Toyota. Management Begins at the Workplace. Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/9780203749715>
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. Sloan Management Review 30(1): 41-52. <https://goo.su/uRqW>
- Lean certification Alliance. (2021). Society for Mechanical Engineers. <https://www.sme.org/training/lean-certification/about-the-lean-certification-alliance/>
- Liker, J. K. & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: The case of lean product development. Academy of Management Perspectives 20 (2): 5-20. <https://doi.org/10.5465/amp.2006.20591002>
- Monden, Y. (1994). Toyota Production System. An Integrated Approach to Just-In-Time. Springer US. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-9714-8>

- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press. ISBN-10: 0915299232
- Nawanir, G., Kong Teong, L. & Noresam Othman, 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. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2012-0027>
- Netland, T. H. (2013). Exploring the phenomenon of company-specific production systems: one-best-way or own-best-way? *International Journal of Production Research* 51(4): 1084-1097. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.676686>
- Netland, T.H. & Aspelund, A. (2014). Multi-plant improvement programmes: a literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management* 34(3): 390-418. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2012-0087>
- Netland T.H & Ferdows, K. (2016). The S-curve effect of lean implementation. *Production and operations management* 25 (6): 1106-1120. <https://doi.org/10.1111/poms.12539>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory*. (2nd. ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota production system: Beyond large scale production*. Productivity Press. <https://goo.su/s1O6i8B>
- Productivity Development Team, (1999). *Cellular manufacturing: one-piece flow for work teams*. CRC Press. ISBN 13: 978-1-56327-213-4.
- Prabhushankar, G.V., Kruthika, K., Pramanik, Souradeep & R. S. Kadadevaramath. (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>
- Piña-Domínguez, R., León-Balderrama, J. I. & Preciado-Rodríguez, J. M. (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. <https://recai.uaemex.mx/article/view/11283>
- Powell, D. & Coughlan, P. (2020). Corporate lean programs: practical insights and implications for learning and continuous improvement, *Procedia CIRP* 93: 820-825. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.072>
- Secretaría de Economía (2012). *Industria Automotriz*. Monografía. Dirección general de industrias pesadas y de alta tecnología. <https://n9.cl/hgdp8>
- Setianto, P. & Haddud, A. (2017). A maturity assessment of lean development practices in manufacturing industry. *International Journal of Advanced Operations Management* 8(4): 294-322. <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2016.084150>

Taj, S. & Morosan, C. (2011). The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. *Journal of manufacturing technology management* 22: 223-240. <https://doi.org/10.1108/17410381111102234>

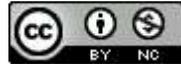
Velázquez, L., Mungía, N., de los Ángeles Navarrete M. & Zavala, A. (2006). An overview of sustainability practices at the maquiladora industry in Mexico. *Management of Environmental Quality* 17(4): 478-489. <https://doi.org/10.1108/14777830610670535>

Winter, S. W. (1994). Organizing for continuous improvement: evolutionary theory meets the quality revolution. In Baum J.A.C & Singh, J.V. (Ed). *Evolutionary Dynamics of organizations*. (pp. 90-108). Oxford University Press. <https://goo.su/UmR7>

Womack, J. P. & Jones D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York Free Press. <https://goo.su/IEWUM>

2023 TECNOCENCIA CHIHUAHUA

Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0 Internacional.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>