

# Evidence of Lean mediation between Supply Chain Management and Competitive Industrial Performance

Mario Roberto Acevedo Amaya<sup>1</sup>, Cesar H. Ortega-Jimenez<sup>1,2</sup>, Jose Antonio Domínguez Machuca<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, mario.acevedo@unah.edu.hn, cortega@unah.edu.hn (Facultad de Ingeniería)

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica Centroamericana, Facultad de Postgrado, Honduras, cortegaj@unitec.edu

<sup>3</sup>Universidad de Sevilla, España, jmachuca@us.es

*Abstract– Market globalization spurs companies to improve their competitive performance through methodologies, accreditations, standards and practices that implicitly involve cost, time and waste reductions which, together or individually, mediate or moderate their entire productive chains. Cross mediation is a tool that can be used to measure this phenomenon. The results show that lean practices, whether individual or aggregated in a construct, wholly or partially mediate the relationship between the supply chain management and the competitive performance of operations in 309 automotive, machinery and electronics plants in 14 countries on three continents (Europe, Asia and America).*

*Keywords– Supply chain management, Competitive performance, Lean.*

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.304>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

# Las evidencias de mediación de los programas de lean en la Cadena de Suministro y el Rendimiento Competitivo de las Operaciones de las empresas bajo Producción de Alto Rendimiento

Mario Roberto Acevedo Amaya<sup>1</sup>, Cesar H. Ortega Jiménez<sup>2</sup>, Jose Antonio Domínguez Machuca<sup>3</sup>,  
<sup>1,2</sup>Universidad Nacional Autónoma de Honduras, <sup>3</sup> Universidad de Sevilla, Honduras, [mario.acevedo@unah.edu.hn](mailto:mario.acevedo@unah.edu.hn),  
[cortega@unah.edu.hn](mailto:cortega@unah.edu.hn), [jmachuca@us.es](mailto:jmachuca@us.es)  
<sup>2</sup>Universidad Tecnológica Centroamericana, Honduras, [cortegaj@unitec.edu](mailto:cortegaj@unitec.edu)

**Resumen—** *La globalización de los mercados impulsa a las empresas a mejorar sus rendimientos competitivos, a través de metodologías, certificaciones, estándares y prácticas que lleven implícito la reducción del costo, tiempos, desperdicios, etc. que en conjunto o de manera individual medien o moderen a lo largo de sus cadenas productivas. En tal sentido, la mediación transversal se convierte en una herramienta para la medición de este fenómeno. Los resultados demuestran que las prácticas de lean HPM, tanto individual como en constructos, median total y parcialmente la relación entre la cadena de suministro y el rendimiento competitivo de las operaciones.*

**Palabras clave—** *Cadena de suministros, Rendimiento competitivo, Lean.*

## I. INTRODUCCIÓN

Ante la globalización de los mercados, las empresas cada día buscan mejorar los resultados de sus operaciones para alcanzar el alto rendimiento y convertirse en empresas de clase mundial. En vista de ello, y como paso que lleva al alto rendimiento, algunos consultores y directivos recomiendan implementar en las compañías cada una de las nuevas técnicas/prácticas avanzadas de producción y operaciones que van surgiendo (ej.: JIT, MRP, TOC, TPM, etc.). Desafortunadamente, estas técnicas/prácticas y enfoques no son necesariamente “universalmente aplicables”. Por ello, su implementación puede ser muy compleja y requerir de una gran cantidad de recursos, que terminará desdibujando las oportunidades reales para la mejora que se desea [1]. Sin embargo, a pesar que con el paso del tiempo, la revolución en la manufactura, la customización, ajuste, agilidad y adaptabilidad de las empresas han sido parte de los grandes retos para las empresas en el siglo XXI, las mismas siguen en la búsqueda de nuevas metodologías, filosofías y herramientas que les permitan moverse conforme a las dinámicas de los mercados globalizados [2]. En vista de ello, las empresas se encuentran en el afán de introducir nuevas prácticas que jueguen un rol mediador y en algunos casos un rol de moderador, de manera que los procesos cuando se vean estimulados, afectados, soportados o intervenidos, sean más consistentes no solo en sus tiempos y calidad, sino también en la reducción de los desperdicios y costos que llevan implícitos los procesos productivos a lo largo de la cadena de

suministros. Todo ello, bajo el precepto de incrementar o mejorar los resultados del rendimiento competitivo de sus operaciones. Dichos roles mediadores se han valorado desde las décadas pasadas hasta la fecha, para ello, se han desarrollado una serie de modelos, entre los que resaltan las propuestas de Hayes y wheelwright (1984). La literatura especializada en el tema muestra una inclinación hacia elementos mediadores tales como; nuevas prácticas de producción, las capacidades, facilidades, tecnología e integración vertical, afectando positiva o negativamente en el rendimiento de las operaciones. En vista de lo anterior, filosofías como lean, se convierten en acciones fundamentales a aplicar en las empresas para alcanzar tal fin.

El lean, es una de las filosofías con una antigüedad superior a los cuarenta años, cuyo concepto fue originado después de la segunda guerra mundial y tomó su auge a partir del siglo XIX en Japón, en función de su relación con programas tales como el mantenimiento productivo total (TPM) y el método Justo a Tiempo (JIT) [3]. Con el paso del tiempo, el concepto ha tomado apogeo y autores como Womack and Jones (1996) [4] definen lean como la implementación de cinco principios básicos para la reducción de los desperdicios en las organizaciones, siendo estos; el valor específico, identificación del valor de la cadena, flujos, empuje y perfección. De dichos principios cuya base es constante, se derivan varias prácticas, entre ellas; el Justo a Tiempo, Sistemas de Producción, Mantenimiento Productivo Total, Manufactura Celular, Cambios de troqueles en menos de tiempo, Mezclas de los modelos de producción, Modelos de pruebas de errores, entre otros [5].

Complementariamente, se ha identificado que la aplicación del lean tiene altos potenciales cuando es considerado para su implementación en las cadenas de suministros de las organizaciones (de ahí su naturaleza). En cuando a la cadena de suministros, aunque de manera más reciente que la filosofía planteada en los párrafos anteriores, fue introducida bajo el término de la Administración de la Cadena de Suministros (SCM por sus siglas en inglés), concepto que es regularmente utilizado por los gerentes de producción y operaciones [6] cuya finalidad consiste en establecer vías de administración de la mejor manera en las

líneas de producción y sus recursos, buscando la maximización de las operaciones que den paso al incremento de la competitividad de la organización. En este sentido, por la naturaleza de ambas disciplinas se atribuye que existe una fuerte articulación entre las mismas (lean y SCM), lo que lleva implícito importantes aportes tales como, el asociado a uno de los principales cambios que enfrentan las compañías con la inclusión del lean a lo largo de la cadena de suministros; la mejora e incremento de integración con sus proveedores y clientes claves [7]. Por tal razón, a lo largo del tiempo SCM ha estado presente en las operaciones y ha sido conocida como; redes de proveedores, trabajos, fuentes, gestión de las líneas de trabajo, administración de la cadena de valor, etc. Despertando con el paso del tiempo un interés especial para los académicos, consultores y gerentes de las empresas, por sus aportes al rendimiento competitivo de las operaciones [8]. A la vez, la revisión de la literatura acerca de SCM, soportan la afirmación que la mejora continua en las organizaciones está asociada a su buena gestión, influyendo en el rendimiento competitivo de las empresas [9]. No obstante, de la revisión de la literatura desarrollada para la presente investigación no se encontró evidencias específicas de la medición del cambio de estado o efecto mediador que existe cuando interviene una práctica vinculadas al lean a largo de las cadenas productivas.

Si bien es cierto, en dicha literatura se da a conocer que SCM es comúnmente referido a la integración simultánea de las necesidades de los clientes, procesos internos, y el rendimiento de los proveedores [10], y aunque al mismo tiempo, SCM integra la cadena de suministros, proveedores, manufactureros y clientes para alcanzar y mejorar los objetivos financieros y de crecimiento de las organizaciones. Pero, a pesar de las vinculaciones detalladas, las iniciativas de SCM por sí solas no pueden mejorar el rendimiento competitivo de las operaciones y sus mercados, es necesario la vinculación de diferentes programas y prácticas para lograrlo, entre ellas, la filosofía lean [11].

Es por ello por lo que, aunque no exista disponible o estén en proceso las mediciones de las intervenciones y aportes que se den entre estas disciplinas, la literatura por sí sola y a lo largo del tiempo demuestra que, si ha existido y existe una relación positiva con variaciones en su significancia entre el rendimiento competitivo de las operaciones, cada vez que interviene una práctica asociada a la filosofía lean, a lo largo de SCM. Al mismo tiempo, se atribuye que los rendimientos son incrementales cuando estas prácticas son aplicadas secuencialmente en las empresas denominadas de alto rendimiento [12]. Entre los beneficios más citados en la literatura cuando se aplican las prácticas asociadas con el lean a lo largo de SCM son; mejora en la calidad y productividad, reducción de los desperdicios y tiempos de entrega, adaptabilidad, ajuste, los ciclos de los tiempos de producción y por ende la reducción de los costos [13], aspectos que soportan y dan validez a las evidencias empíricas que apuntan a los beneficios que tienen la mediación de las prácticas de

lean en el rendimiento de las operaciones de las organizaciones.

Es importante resaltar que las investigaciones empíricas del uso de varias prácticas de manufactura como mediadoras y que expresen directamente los efectos de la mediación aun no son visibles en la literatura, no se muestran evidencias conclusivas de la mediación de las prácticas asociadas a lean a lo largo de SCM y su efecto en el rendimiento, ya sea esto, a nivel de muestras de mediación parcial o total.

Negrao et al. (2015) expresa que la aplicación de lean aún sigue llevándose a cabo de manera fragmentada, sin tener en cuenta el vínculo sistémico que es esencial para la manufactura esbelta. Ante las evidencias inconclusas, se logró constatar que en al menos unos cuarenta y un artículos se ha sugerido un efecto positivo de las prácticas lean en al menos una métrica ya sea; operativa, financiera y de desempeño ambiental. Sin embargo, de estos artículos, cinco estudios mostraron que algunas prácticas de lean tuvieron un efecto negativo en el desempeño operacional o financiero [14], dejando una brecha o duda razonada para dar paso a la discusión acerca de las implicaciones en el desempeño de las operaciones a través de las prácticas que se consideran en la escala lean, y para este documento, específicamente los elementos considerados para la escala lean en el proyecto internacional de Producción de Alto Rendimiento (HPM), quienes caracterizan a las fábricas productivas de clase mundial desde un punto de vista tanto teórico como empírico.

Lo expresado en los apartados anteriores se fundamenta en la revisión de la literatura que se llevó a cabo desde las bases de datos indexadas y asociadas a las revistas de alto impacto, hasta la validación de la información referente a la relación en los congresos internacionales. Estos últimos por ser considerados espacios ideales porque se demuestran los vacíos existentes y se discuten de forma periódica respecto a la medición de los efectos que tienen una práctica mediadora en el rendimiento competitivo de las operaciones. Para ello, se revisó las investigaciones del último congreso mundial de la gestión de la producción y operaciones (P&OM, que representa los conocimientos interdisciplinarios de tres regiones: Euroma, JOMSA y POMS) para encontrar más aportes o evidencias de las tendencias en la literatura e investigaciones respecto a los efectos en las operaciones y en el rendimiento cuando existen variables mediadoras.

Los resultados de la búsqueda en dicho Congreso Mundial dio como resultado un total de; 47 documentos relacionados con SCM, 26 relacionados con el tema de lean, del cual solo 4 de ellos fueron temas que trataron la mediación ya sea a nivel de moderación o mediación misma. Dicho resultado, da paso a continuar soportando la idea que es importante la descripción de otra vía de comprender los efectos dinámicos y bidireccionales que puede tener una práctica de manufactura cuando media a lo largo de la cadena de suministros [15], conduciendo al planteamiento del propósito de la presente investigación, siendo el mismo; mostrar las evidencias de las

## II. METODOLOGÍA

prácticas de lean utilizadas en el proyecto HPM que tienen un efecto de mediación a lo largo de SCM y el rendimiento competitivo de las operaciones (OP).

Para alcanzar el propósito de la investigación, existen diferentes formas de medir el impacto de lean a lo largo de la cadena de suministros de las empresas, una de estas es acerca del conocimiento del impacto real que tiene la variable mediadora sobre las variables independientes y dependientes (efectos directos e indirectos) utilizando el método de la medición de la mediación de forma transversal. Fundamentado la selección de dicho método en que sus parámetros en distintos momentos en el tiempo no presentarían alta variabilidad [16], aunque su aporte sea más limitado. La medición se basará en que el efecto total entre dos variables es igual a la suma del efecto directo y el efecto indirecto. Trabajos previos de autores representativos acerca de la gestión de la cadena de suministro, el rendimiento competitivo de las operaciones y mediación transversal respaldan la decisión metodológica seleccionada para la estimación de la medición (Ej. Ahmad, S., Schroeder, R. G., Scott E. Maxwell, David A. Cole & Melissa A., Flynn, B. B., Judd, CH. M., Kenny, D. A., and Hayes A. F.).

La medición del supuesto de esta investigación se basa en el uso de constructos representativos de las dimensiones de lean, SCM y OP que forman parte de las bases de datos del proyecto HPM, dimensiones que fueron validadas en la cuarta ronda de recolección de información de las compañías objeto de estudio a nivel mundial como parte del proyecto internacional HPM [17]. Dichas dimensiones son utilizadas en el proyecto HPM como parte de los elementos que valoran la competitividad de las empresas de los sectores de electrónica, automoción y maquinaria.

Basado en la discusión presentada en los apartados anteriores, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las prácticas de la escala de lean del proyecto HPM que tienen mediación a lo largo de SCM y OP? La valoración de la interrogante se llevará a cabo mediante la utilización de modelos de ecuaciones estructurales (SEM) para determinar si existe mediación parcial o total de los constructos (escalas) en estudio (lean, SCM, OP). La hipótesis sobre la cual se circunscribe la investigación es: H1: las prácticas de la escala de lean consideradas en el proyecto HPM median de manera individual y en conjunto la relación entre la cadena de suministros y el rendimiento competitivo de las empresas de clase mundial.

Para alcanzar lo anterior, en los siguientes apartados se dan a conocer la metodología empleada, detallando la composición de la muestra, los métodos y técnicas estadísticas para el cálculo de la mediación. Adicionalmente, en el apartado de los resultados se muestra los niveles de mediación entre los constructos considerados para la investigación. Finalmente, las conclusiones detallan los principales hallazgos, las limitaciones y futuras investigaciones.

Las evidencias empíricas utilizadas en esta investigación son tomadas de la cuarta ronda de recolección de datos del proyecto mundial HPM, en la encuesta realizada para el año 2016. La composición de la muestra se determinó a partir de la selección de las plantas de los sectores industriales automotrices, de maquinaria y electrónica cuyo número de empleados fuera igual o superior a 100, y que contaran con evidencias de aplicación de prácticas de manufactura en su cadena de suministros. El tamaño de la muestra es uno de los elementos más importantes a considerar cuando se aplica la metodología de SEM, dado que esto tiene un efecto en la confiabilidad y validez interna de los datos analizados, ajustes del modelo y la robustez de este [17]. Por tal razón, el tamaño de la muestra considerado para la presente investigación fue de 309 empresas de 14 países en tres continentes diferentes (América, Asia y Europa, ver tabla 1), Las escalas de SCM, lean y OP fueron valoradas a partir del uso de escalas de Likert para tal fin.

TABLA I  
DATOS DEMOGRÁFICOS DE LA MUESTRA

PAÍSES / INDUSTRIAS	ELECTRONICAS	MAQUINARIA	AUTOMOTOR	TOTAL
AUS	1	6	1	8
BRA	5	7	9	21
CHN	10	17	3	30
ESP	8	7	10	25
FIN	6	6	5	17
GER	6	13	9	28
ISR	21	5		26
ITA	7	17	5	29
JPN	6	7	9	22
KOR	8	5	13	26
SWE	4	4	1	9
TWN	19	10	1	30
UK	4	5	4	13
VIE	10	7	8	25
TOTAL	115	116	78	309

Las escalas SCM, L y OP fueron revisadas en cuanto a validez y fiabilidad. Para alcanzar los objetivos empíricos de la investigación, se hizo uso del método de mediación parcial [19] usando SEM basado en el enfoque de mínimos cuadrados (PLS por sus siglas en inglés). Los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) han sido ampliamente utilizados por los investigadores en el área de la administración y gestión de las operaciones (OM) [17]. El uso de los modelos basados en SEM implica que una o más modelos pueden ser ajustados a las mismas matrices de covarianzas. La evaluación estadística del ajuste de un modelo a la matriz de covarianza se logra utilizando una prueba referenciada en la distribución  $X_2$ , argumentando la discrepancia entre las covarianzas implícitas en el modelo y las covarianzas de muestra observadas reales (Barrett, 2007).

El modelo conceptual mostrado en la fig. 1, plantea la relación que la investigación persigue demostrar. Cada uno de los constructos mostrados en la fig. 1 están compuestos de siete elementos de cada una de las escalas la cual pertenecen a la encuesta desarrollada por el proyecto HPM. Para la

medición del modelo conceptual se establece que; *el efecto de mediación ocurre cuando una variable mediadora afecta la relación directa entre una variable independiente y una dependiente* [17]. Adicionalmente, este modelo conceptual presenta cada uno de los caminos o vías entre las escalas o constructos, la cual se espera que tengan resultados significativos entre ellos. Donde cada uno de los constructos latentes (observable) está compuesto por número de variables específicas, convertidas por el método de las medias, de variables no observables a variables observables.

Por lo tanto, el constructo denominado SCM considera: S1 (SCO Top Management Support (Suppliers)), S2 (Strategic Implications of SCM), S3 (Supplier Lead Time), S4 (Supply Base Reduction), S5 (Supply Chain Planning), S6 (Supplier Development), S7 (Supply Chain Evaluation and Performance Assessment).

El segundo constructo en evaluación L (lean) está compuesto por; L1 (equipment layout), L2 (kanban), L3 (small lot sizes), L4 (top management leadership for quality), L5 (supply chain quality focus), L6 (multi-function employees), L7 (modularization of products).

El tercer constructo en evaluación (OP) está compuesto por P1 (Unit cost of manufacturing), P2 (Conformance to product specifications), P3 (On time delivery performance), P4 (Fast delivery), P5 (Flexibility to change product mix), P6 (Flexibility to change volume), P7 (Inventory turnover).

Los parámetros de medición del modelo conceptual presentado en la fig. 1 se basará en la revisión y comparación de la existencia de significación estadística (nivel de significancia igual o menor a 0.05 ( $p < 0.05$ )) y el nivel de relación entre las variables. Al mismo tiempo, la identificación de los resultados de la medición de lean como mediador que no tengan correlación significativa (valores menores que 0.5, con niveles de significancia aceptables, valores iguales o menores  $p < 0.05$ ) y que estén afectando la relación entre SCM y OP serán denominadas mediaciones parciales.

Se espera encontrar correlaciones significativas entre las escalas o constructos (valores superiores a 0.5 con niveles de significancia menores que 0.05 entre los constructos presentados en el modelo conceptual) [18].

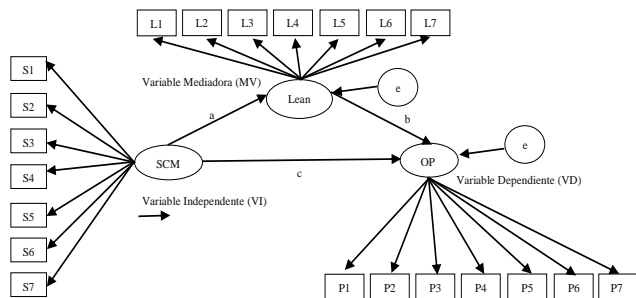


Fig. 1 Modelo conceptual.

### III. RESULTADOS

En el modelo conceptual presentado en la fig. 1, los constructos SCM, L y OP fueron considerados durante la valoración como constructos reflectivos. El tamaño de la muestra utilizada fue de 309 encuestas en 14 distintos países de 3 continentes. Para la estimación de la mediación se utilizaron los softwares AMOS y Stata. Los ítems de cada escala (constructos), variables, descripciones, pesos o coeficientes (R), fiabilidad y AVE son mostrados en la tabla 2. Todos los coeficientes de los ítems mostraron resultados superiores a 0.50, con una significancia al nivel de 0.001 mostrando validez de convergencia [17], con un nivel de fiabilidad aceptable, superior a 0.70 [21]. A la vez, se hizo uso de las rotaciones promax para la reducción de las cargas factoriales. El cálculo de las mediciones en base a los modelos desarrollados muestra un valor AVE superior a 0.50, mostrando convergencia de validez a nivel de constructos a nivel de las evaluaciones en AMOS.

TABLA II  
MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES REFLECTIVAS DEL MODELO

Escala	Variable	Descripción	Coficiente	Fiabilidad	AVE
SCM	S6	Supplier development	0.703	0.898	0.806404
		Supply chain evaluation and performance assessment	0.520		
	S7	Supply base reduction	0.380		
	S4	Supply lead time	0.311		
	S3	Supply chain planning	0.348		
	S5	Multi-function Employees	0.490		
Lean	L5	Supply Chain Quality Focus	0.466	0.755	0.570025
	L4	Equipment Layout	0.310		
	L1	Unit cost of manufacturing	0.932		
OP	P1	On time delivery performance	0.974	0.798	0.636804
		Conformance to product specifications	0.380		
	P3	Flexibility to change product mix	0.866		
	P5	Flexibility to change volume	0.814		
	P6	Inventory turnover	0.814		

Con respecto a la calidad del modelo o el ajuste del conjunto de observaciones evaluadas, se calculó el ajuste de este a partir de la metodología denominada en inglés Goodness of Fit (GoF) mediante la ecuación de Wetzels et al. (2009):  $GoF = (Promedio AVE) * (Promedio R-Cuadrados) = (0.576) * (0.671) = 0.3868$ . Se siguen haciendo validaciones a la base de dato de manera que se incremente la consistencia interna de la misma. Por otra parte, el uso de la reducción de

los factores permitió determinar la homogeneidad de las variables de cada uno de los constructos en la base de datos, basados en la correlación entre los mismos, mostrando independencia y haciendo conocimiento de la validez de convergencia a nivel de los constructos. Las pruebas de KMO y de Bartlett dieron como resultados valores de 0.767 con significancia de 0.000. En cuanto a la valoración de la mediación, se establece que la misma se desarrollara en tres momentos; 1. Medición del efecto total (cálculo de correlaciones entre SCM y OP), 2. Inclusión de la variable mediadora en cada uno de sus ítems, para medir los caminos a y b, 3. La medición del efecto directo e indirecto de L a lo largo de SCM y OP.

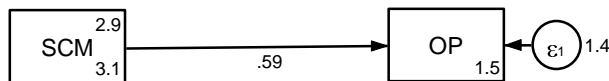


Fig. 2 Medición del efecto directo entre SCM y OP

Una vez calculado los ajustes del modelo, la confiabilidad, robustez y la reducción por factores, se procedió a la valoración del efecto total, un efecto significativo del coeficiente *c*, es considerado como efecto total. Los resultados al interior de los recuadros de la fig. 2 muestran una media de 2.90, una media estándar de 3.1 y una varianza de 1.56. Los resultados de este primer cálculo dan a conocer que existe un efecto de SCM sobre OP con un coeficiente de 0.59 (con niveles de significancia representativos). La siguiente tabla muestra los resultados de la valoración.

TABLA III  
MEDICIÓN DEL EFECTO DIRECTO ENTRE LAS VARIABLES

	OIM / Std.		Z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Err.				
SP <-						
scm	0.2775767	0.0696388	3.99	0.022	0.1410871	0.4140663
_cons	2.16437	0.2771998	7.81	0	1.621069	2.707672
Varianza						
e.rendimiento	2.332815	0.1876791			1.992505	2.731247

LR test of model vs. saturated:  $\chi^2(0) = 0.00$ , Prob >  $\chi^2 = 0.00$

Por otra parte, para la comprobación del supuesto de la investigación se llevará a cabo el testeo de la mediación de cada una de las variables. Es decir, se valorará el efecto de la mediación desde L1 sobre SCM y OP, hasta alcanzar la medición de la mediación de L7 a lo largo de SM y OP. Los elementos de la escala de lean a valorar son: Distribución del equipo (L1), Kanban (L2), Tamaños de lotes pequeños (L3), Liderazgo de la dirección para la calidad (L4), Cadena de suministros enfocada en la calidad (L5), Multifuncionalidad de los empleados (L6), Modularización de los productos (L7). Mediante la valoración individual de estas variables se podrá determinar elementos de lean tienen una incidencia o no de manera directa sobre la cadena de suministros y el rendimiento

competitivo de las operaciones, la valoración se llevará a cabo mediante la medición de; a) el efecto total, b) efecto directo, c) efecto indirecto, d) determinación de la mediación. Esto permite identificar qué actividades, aportes, limitaciones, factores restrictivos y áreas que requieren del empuje de la mejora continua o modificaciones en las prácticas para elevar su rendimiento. A continuación, se detallan las valoraciones de la mediación de cada uno de los elementos de lean considerados para la presente investigación:

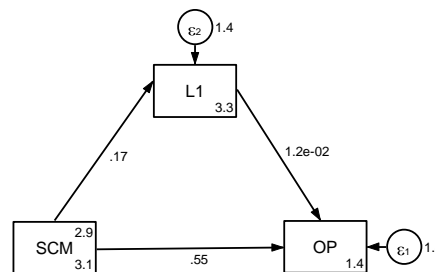


Fig. 3 Mediación de L1 a lo largo de SCM y OP

$$\text{Efecto total} = 0.55 + (0.17)(0.0012) = 0.55204$$

$$\text{Efecto directo} = 0.55$$

$$\text{Efecto indirecto} = (0.17)(0.0012) = 0.00204$$

Resultado: Mediación completa, dado que el valor de *c* disminuye, y no es significativo  $p=0.835$

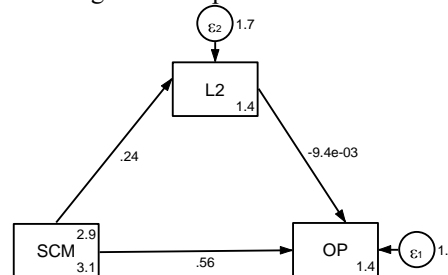


Fig. 4 Mediación de L2 a lo largo de SCM y OP

$$\text{Efecto total} = 0.56 + (0.24)(-0.09159) = 0.55554$$

$$\text{Efecto directo} = 0.56$$

$$\text{Efecto indirecto} = (0.24)(-0.09159) = -0.0227$$

Resultado: Mediación completa, el valor de *c* disminuye, y no es significativo  $p=0.856$

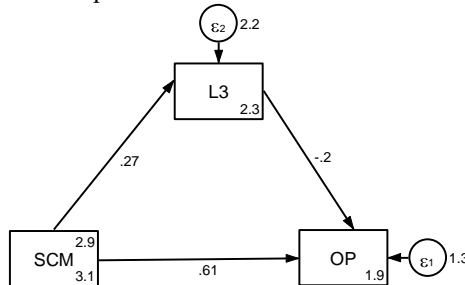


Fig. 5 Mediación de L3 a lo largo de SCM y OP

$$\text{Efecto total} = 0.61 + (0.27)(-0.20019) = 0.55546$$

$$\text{Efecto directo} = 0.61$$

Efecto indirecto =  $(0.17)(-0.20019) = -0.05424$   
 Resultado: Mediación parcial, el valor de  $c$  disminuye, y es significativo  $p=0.000$

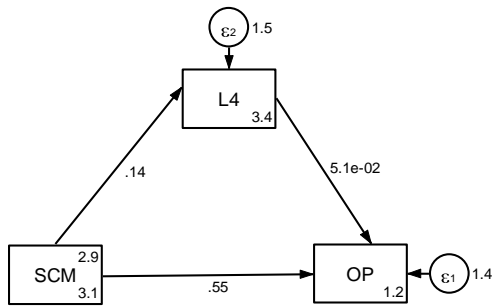


Fig. 6 Mediación de L4 a lo largo de SCM y OP

Efecto total =  $0.55 + (0.14)(0.05119) = 0.55554$   
 Efecto directo = 0.55  
 Efecto indirecto =  $(0.14)(0.05119) = 0.00730$   
 Resultado: Mediación completa, el valor de  $c$  disminuye, y no es significativo  $p=0.35800$

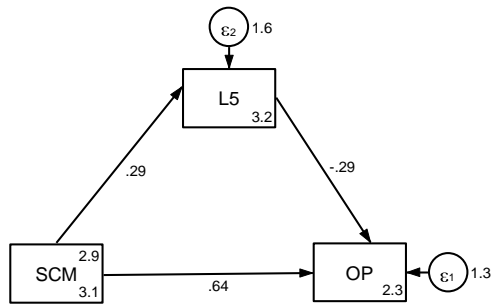


Fig. 7 Mediación de L5 a lo largo de SCM y OP

Efecto total =  $0.64 + (0.29)(-0.2903) = 0.55554$   
 Efecto directo = 0.64  
 Efecto indirecto =  $(0.29)(-0.2903) = -0.08539$   
 Resultado: Mediación parcial, el valor de  $c$  disminuye, y es significativo  $p=0.000$

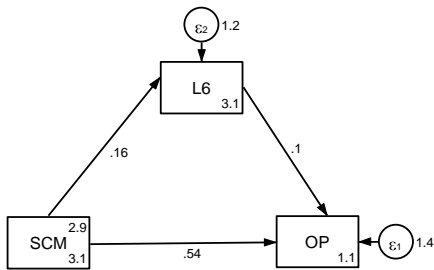


Fig. 8 Mediación de L6 a lo largo de SCM y OP

Efecto total =  $0.54 + (0.16)(0.10215) = 0.55554$   
 Efecto directo = 0.54  
 Efecto indirecto =  $(0.16)(0.10215) = 0.01611$

Resultado: Mediación completa, el valor de  $c$  disminuye, y no es significativo  $p=0.09600$

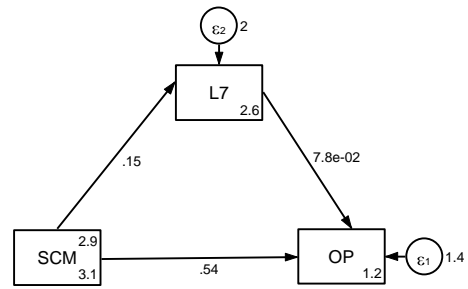


Fig. 9 Mediación de L7 a lo largo de SCM y OP

Efecto total =  $0.54 + (0.15)(0.07759) = 0.5554$   
 Efecto directo = 0.54  
 Efecto indirecto =  $(0.15)(0.07759) = 0.01201$   
 Resultado: Mediación completa, el valor de  $c$  disminuye, y no es significativo  $p=0.10300$

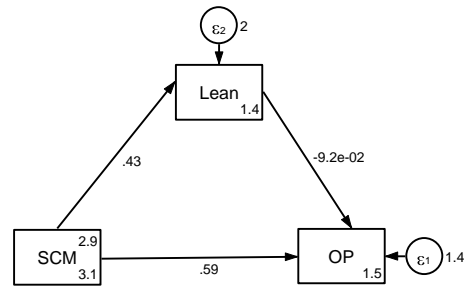


Fig. 10 Mediación de L a lo largo de SCM y OP

Efecto total =  $0.59 + (0.43)(-0.0916) = 0.5554$   
 Efecto directo = 0.59  
 Efecto indirecto =  $(0.43)(-0.0916) = -0.03910$   
 Resultado: Mediación completa, el valor de  $c$  disminuye, y no es significativo  $p=0.05400$

Con las evidencias disponibles y el número de observaciones utilizadas para la presente investigación se puede establecer que en cada una de las valoraciones realizadas en las estimaciones de mediación de manera individual muestran que cuando interviene cualquier elemento relacionado con la filosofía lean desde la perspectiva de HPM, a lo largo de la cadena de suministros, se puede incrementar el rendimiento competitivo de las operaciones con distintos niveles de incidencia.

En vista de lo anterior, se acepta la hipótesis de investigación, la cual plasma la interrogante acerca de la existencia de mediación de lean de forma desagregada en cada una de las prácticas de lean utilizadas para el proyecto HPM, y de igual forma, cuando se estima como constructo. A pesar de ello, se resalta que es necesario hacer revisiones y validaciones de las desviaciones, errores, consistencia entre las variables,

incrementar la robustez del modelo y complementar los análisis con mayores escalas que den paso a una medición integral de las mismas.

La tabla IV muestra los resultados de la mediación consolidados, detallando los niveles de relación y los niveles de significancia determinados a partir de las pruebas llevadas a cabo.

TABLA IV  
MEDICIÓN DE LA MEDIACIÓN DE L, SCM Y OP

Mediador	c	b	a	c''	p<0.05
L1	0.59	0.01187	0.17363	0.55348	0.83500
L2	0.59	-0.00937	0.24200	0.55781	0.85600
L3	0.59	-0.20019	0.27097	0.60971	0.00000
L4	0.59	0.05119	0.14260	0.54824	0.35800
L5	0.59	-0.29036	0.29410	0.64093	0.00000
L6	0.59	0.10215	0.15775	0.53942	0.09600
L7	0.59	0.07759	0.15475	0.54353	0.10300
L	0.59	-0.09159	0.42688	0.59464	0.05400

La tabla V presenta el cálculo del efecto total y la valoración del tipo de mediación que, a partir de los datos utilizados, se está generando.

TABLA V  
MEDICIÓN DEL EFECTO TOTAL Y MEDIACIÓN

Mediador	a*b	ET	Resultado
L1	0.00206	0.55554	Mediación total
L2	-0.00227	0.55554	Mediación total
L3	-0.05424	0.55546	Mediación parcial
L4	0.00730	0.55554	Mediación total
L5	-0.08539	0.55554	Mediación parcial
L6	0.01611	0.55554	Mediación total
L7	0.01201	0.55554	Mediación total
L	-0.03910	0.55554	Mediación total

#### IV. CONCLUSIONES

La evidencia mostrada en la investigación permite afirmar que existe una mediación transversal completa de las variables en estudio, demostrando la integración que existe entre las prácticas y entre el área donde se desarrollan las mismas. Aclarando que los datos requieren de mayor robustez, futuras investigaciones en el tema abordaran complementariamente más escalas y variables de los constructos evaluados. Aunque, la literatura expresa que no solo se trata de mejorar el rendimiento, sino también de lograr una integración de las actividades, miembros y entornos a las practicas asociadas al lean, queda como una asignación pendiente analizar entornos y

choques externos dentro de las medidas objetivas del instrumento aplicado a las organizaciones.

Otro elemento importante a resaltar y que se deriva de la investigación, es la forma en que la literatura especializada en el tema ha evaluado los constructos de lean, extendiendo su noción a una visión más integral y un estudio a profundidad del JIT, TPM, TQM, HR, etc., con la triangulación entre medidas de rendimiento objetivas y subjetivas para la mejora continua de las operaciones, la reducción de los desperdicios, costos y el incremento de la competitividad, en donde cada día existen nuevos campos, sectores y modelos de transformación de bienes y servicios que están adoptando modelos de mediación, moderación o intervención de metodologías y prácticas para garantizar un buen rendimiento competitivo de las operaciones de las empresas.

Finalmente, se destaca que este estudio es una primera aproximación al estudio integral de los modelos de mediación bajo las variables objeto de análisis, mayores elementos son analizados, incluyendo la segregación de los actores, participación de los mandos o directores y los actores que soportan a lo externo la cadena de suministros. También, es importante mencionar que los constructos bajo estudio pueden verse influenciados por aspectos internos, vinculados a elementos coyunturales, de entorno, ambiente, etc. que pueden alterar los resultados de las operaciones ante las dinámicas comerciales en mercados altamente globalizados. A pesar de ello, las empresas de Alto rendimiento siguen mostrando la inclusión y la mejora de sus operaciones potenciando la integración y mejora continua de las prácticas como lean a sus operaciones. Futuras investigaciones pueden evaluar este problema desde una perspectiva longitudinal para una mayor comprensión.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es financiada parcialmente por el proyecto PAR IIES (UNAH) y la acción especial de HPM (Junta de Andalucía Proyecto 2015/148 (ref. SBAPA 2015/006) El ministerio de Ciencia e Innovación de España, Proyecto DPI-2009-11148, y por la Junta de Andalucía proyecto P08-SEJ-03841. Los autores agradecen a la UNAH, el Gobierno de España y el Gobierno de Andalucía por su apoyo.

#### REFERENCIAS

- [1] Schroeder, R. and Flynn, B. (2001), *High Performance Manufacturing: Global Perspectives*, New York: John Wiley & Sons.
- [2] Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *IJOPM*, 34(7), 876-940.
- [3] Ohno, T. (1998), *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, USA, Productivity Press.
- [4] Womack, J. and Jones, D. (1996), "Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection," *Harvard Business Review*, Vol. 74, No. 5, pp. 140-158.
- [5] Doolen, T. L., & Hacker, M. E. (2005). A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. *Journal of manufacturing System*, 24(1), 55-67.



- [6] Alfalla-Luque, R. and Medina-López, C. (2009), "Supply chain management: Unheard of in the 1970s, core to today's company," *Business History*, Vol. 51, No. 2, pp. 202-221.
- [7] Perez, C., Castro, R. d., Simons, D., & Gimenez, G. (2010). Development of lean supply chains: a case study of the Catalan pork sector. *Supply Chain Management: An international Journal*, 15(1), 55-68.
- [8] Laming, R., & Hampson, J. (1996). The environment as a supply chain management issue. *British Journal of Management*, 7(Special Issue), 45-62.
- [9] Naylor, J. B., Naim, M. M. and Berry, D. (1999), "Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain," *International Journal of Production Economics*, Vol. 62, No. 1, pp. 107-118.
- [10] Handfield, R. B. and Nichols, E. (1998), *An Introduction to Supply Chain Management*, 1 ed. NJ: PrenticeHall.
- [11] Tan, K.-C., Kannan, V. R., Handfield, R. B. and Ghosh, S. (1999), "Supply chain management: An empirical study of its impact on performance," *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 10, pp. 1034-1052.
- [12] Sakakibara, S., Flynn, B., Schroeder, R. and Morris, W. (1997), "The impact of just-in-time manufacturing and its infrastructure," *Management Science*, Vol. 43, No. 9, pp. 1246-1257.
- [13] Shah, R. and Ward, P. T. (2003), "Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance," *Journal of Operation Management*, Vol. 21, No. 1, pp. 129-149.
- [14] Negrao, L. L., Filho, M. G. and Marodin, G. (2017), "Lean practices and their effect on performance: A literature review," *Production Planning & Control: The Management of Operations*, Vol. 28, No. 1, pp. 33-56.
- [15] Machuca J. A., Reiner G., Cespon R., Ortega C. H., Gomez M., and Acevedo J. (2016), "*Joining P&OM forces worldwide: Present and future of operation management*," Cuba: Universidad Tecnologica de la Habana Jose Antonio Echeverria.
- [16] Hayes, A. F. (2013), *Introduction to Mediation, Moderation and Conditional Process Analysis*, New york(Ohio): The Guilford Press.
- [17] Peng, D. X. and Lai, F. (2012), "Using partial least squares in operations management research: A practical guideline and summary of past research," *Journal of Operations Management*, Vol. 30, No. 6, pp. 467-480.
- [18] Judd, C. and Kenny, D. (1981), *Estimating the Effects of Social Interventions*. New York, Cambridge University Press.
- [19] Maxwell, S. E. and Cole, D. A. (2011), "Bias in cross-sectional analyses of longitudinal mediation: Partial and complete mediation under an autoregressive model," *Multivariate Behavioral Research*, Vol. 46, No. 5, pp. 816-841.
- [20] Grunberg, L. (2006), "Downsizing and alcohol use: A cross-lagged longitudinal analysis," *IBS University of Colorado at Boulder*, Vol. 22, No. 1, pp. 51-68.
- [21] Nunnally, J. C. (1967), *Psychometric Theory*, New York: McGraw-Hill.