



# Factores de Éxito de Lean Seis Sigma en la Industria Alimentaria

Lean Six Sigma Success Factors in the Food Industry

Andrea M. Insfran<sup>a,\*</sup>, Eduardo D. Redondo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

\*Corresponding author: [andrea.insfran@ing.una.py](mailto:andrea.insfran@ing.una.py)

**Abstract**— This study explores success factors associated to process quality in the food industry based on Lean Six Sigma (LSS), which consists of a useful methodology that leads to improvements of both efficiency and productivity of industrial processes. The objective was to conduct an exhaustive literature review and a meta-analytical summary. Studies published between 2008 and 2017 were included. In order to emphasize the chronological evolution of LSS in this field, two periods of 5 years each were considered. Therefore, a total of 110 works was analyzed and 22 of the most frequently mentioned factors were considered as the main success factors. Finally, a classification of the selected factors in three groups was proposed: those that increased, decreased and remained constant in the two periods considered.

**Keywords**— Food industry, lean six sigma, meta-analysis, success factors

**Resumen**— Este estudio explora Factores de Éxito (FE) relacionados a la calidad de procesos en la industria alimentaria con base en Lean Six Sigma (LSS), que consiste en una metodología de vasta utilidad para mejorar la eficiencia y productividad en procesos industriales. El objetivo principal fue analizar los FE de LSS en la industria alimentaria mediante una revisión exhaustiva de la literatura y un resumen meta-analítico. Se incluyeron investigaciones publicadas entre 2008 y 2017. Con el fin de enfatizar la evolución cronológica de LSS en este ámbito, dos periodos de 5 años cada uno fueron considerados. De esta forma, 110 trabajos fueron analizados y 22 de los factores con mayor frecuencia de citación fueron considerados como los principales FE en la industria alimentaria. Finalmente, se propuso una clasificación de los factores seleccionados en tres grupos: los que aumentaron, disminuyeron y se mantuvieron constantes en los dos periodos considerados.

**Palabras Claves**— Factores de éxito, industria alimentaria, lean seis sigma, metaanálisis.

## I. INTRODUCCIÓN

LA inocuidad alimentaria está incrementando el interés en la salud pública debido al aumento de las enfermedades transmitidas por los alimentos [1]. De esta manera, la inocuidad se define como la garantía de que un producto alimenticio es sano y está libre de pesticidas, toxinas, contaminantes químicos, físicos y patógenos microbiológicos [2]. En los últimos años, ha habido casos en que la salud de las personas estuvo expuesta a riesgos debido a la contaminación de los alimentos [3-8], es por eso que uno de los objetivos fundamentales de los gobiernos es incrementar los niveles de protección de la salud pública [9]. Para lograrlo, diferentes organizaciones han sido

creadas con el propósito de elevar el control de inocuidad en productos alimenticios [10-11]. Sin embargo, el cumplimiento de las regulaciones y estándares gubernamentales por parte de las industrias de bebidas y alimentos sólo provee el mínimo de seguridad en relación con la inocuidad del producto [12]. En este sentido, las herramientas de LSS contribuyen a la implementación de un sistema de inocuidad de alimentos para minimizar el riesgo, incrementar la productividad y la calidad de los productos, y reducir desperdicios y tiempo [13].

Manufactura Esbelta (LM) es una metodología para reducir desperdicios en una organización, mientras que Seis Sigma (SS) es una metodología para reducir defectos asociados a procesos o productos. LSS es una combinación de principios, herramientas y técnicas de ambas

metodologías, en donde se logran la reducción de defectos y desperdicios en simultáneo [14].

No obstante, a pesar de que la implementación de LSS en la industria alimentaria es aún limitada [15], en este trabajo se determinan los FE estudiados en la literatura correspondientes a otras industrias manufactureras [16-18] y que han sido mencionadas en la implementación de LSS en la industria alimentaria. Esto es debido a que, a pesar de las diferencias con otras industrias manufactureras, también existen muchas similitudes, y por más que las consideraciones de inocuidad y salud añaden complejidad al producto, no altera el hecho de que son procesos que pueden ser mejorados [19].

Por otro lado, los FE se definen como aquellos elementos esenciales que deben funcionar correctamente para garantizar la implementación exitosa de cualquier estrategia en una organización [20]. De esta manera, el objetivo de este trabajo es determinar los FE utilizados en el marco de LSS en la industria alimentaria y la evolución de estos mediante un estudio meta analítico, y de esta manera ser de utilidad para la toma de decisiones en la industria alimentaria y aumentar la probabilidad de éxito al implementar LSS.

## II. METODOLOGÍA

Se realizó una exhaustiva revisión de literatura en artículos científicos, revistas, tesis y capítulos de libros pertenecientes a diferentes países. Estos trabajos se encontraron en las siguientes bases de datos electrónicas: Ebsco Host, Science Direct, Emerald, Gale, ProQuest, Springer Link, Wiley, PubMed, Taylor and Francis, Inderscience and Google Scholar. Las Palabras Claves fueron: *manufactura esbelta*, *seis sigma*, *lean seis sigma*, referentes a industrias alimentarias. Se consideraron los trabajos que trataban sobre SS, LM y LSS. La búsqueda se realizó en los idiomas inglés y español. Al respecto, se identificaron 110 trabajos que cumplieron con los criterios de inclusión: trabajos correspondientes a la implementación de LM, SS o LSS en la industria alimentaria y que mencionan factores basados en los trabajos de [16-18].

Una vez seleccionados los trabajos, se procedió a identificar los FE. Para este trabajo, el criterio de inclusión de un FE fue la frecuencia de mención en la literatura; si un factor fue mencionado al menos dos veces en los 10 años considerados, fue incluido como FE. Luego se realizó el estudio meta-analítico propuesto por [21-22]. Para lograrlo, se dividieron los trabajos en dos periodos de tiempo; el primer periodo abarcó desde el 2008 hasta el 2012 y el segundo periodo fue desde el 2013 hasta el 2017. Se eligió esta división con el objetivo de abarcar los últimos 10 años y dividir los periodos en partes iguales, de 5 años cada uno.

A continuación, se utilizaron odds y odds ratio para calcular los cambios en los periodos con cada factor, considerando la presencia y ausencia de los FE encontrados en la revisión de literatura. Para realizar los cálculos, se

utilizó el software StatsDirect. Las hipótesis utilizadas fueron:

$H_0 = p_1 - p_2 = 0$ , no existen diferencias entre los dos periodos

$H_1 = p_1 - p_2 \neq 0$ , existen diferencias entre el primer y segundo periodo

Con el fin de encontrar la variación entre los factores, se realizó el estudio de los efectos aleatorios del metaanálisis. Las fórmulas utilizadas para este trabajo fueron:

$$Odds = \frac{presencia}{ausencia} \quad (1)$$

$$Odds\ ratio = \frac{Odds\ 1}{Odds\ 2} \quad (2)$$

## III. RESULTADOS

En la revisión de literatura, se identificaron 22 FE utilizados en la industria alimentaria al aplicar LSS:

1. Enfoque al cliente (ECl)
2. Entrenamiento y educación (EyE)
3. Cambios culturales (CC)
4. Seguridad del producto (SP)
5. Compromiso e involucramiento de la alta dirección (CeIAD)
6. Equipo correcto (EC)
7. Sistema de datos (SD)
8. Comunicación del equipo (CE)
9. Disponibilidad de recursos (DR)
10. Compromiso e involucramiento del equipo (CeIE)
11. Entendimiento de la metodología, técnicas y herramientas LSS (EMTyH)
12. Priorización y selección de proyectos (PySP)
13. Liderazgo (L)
14. Ambiente seguro (AS)
15. Infraestructura organizacional (IO)
16. Vinculación LSS a los proveedores (VLSSP)
17. Objetivos logrados (OL)
18. Vinculación LSS a negocios estratégicos (VLSSNE)
19. Habilidades en la gestión de proyectos (HGP)
20. Programa de incentivos (PI)
21. Vinculación LSS a los recursos humanos (VLSSRH)
22. Seguimiento y revisión de proyectos (SyRP)

En cuanto a la cantidad de FE mencionados en cada estudio, el detalle se observa en las Tablas I y II. Para el primer periodo, que abarcó desde el 2008 hasta el 2012, se encontraron 47 trabajos (Tabla I) y para el segundo periodo, considerado desde el 2013 hasta el 2017, constó de 63 trabajos (Tabla II).

TABLA I

FACTORES DE ÉXITOS EN EL PRIMER PERIODO 2008 - 2012					
FE	Presencia	Ausencia	n	Odd	Proporción
EC	3	44	47	0.068	0.064
EyE	15	32	47	0.469	0.319
SD	4	43	47	0.093	0.085
CeIE	10	37	47	0.270	0.213
PySP	5	42	47	0.119	0.106
L	6	41	47	0.146	0.128
OL	2	45	47	0.044	0.043
Eclt	29	18	47	1.611	0.617
VLSSNE	2	45	47	0.044	0.043
CC	15	32	47	0.469	0.319
CE	11	36	47	0.306	0.234
IO	3	44	47	0.068	0.064
EMTyH	4	43	47	0.093	0.085
HGP	3	44	47	0.068	0.064
VLSSP	5	42	47	0.119	0.106
VLSSRH	5	42	47	0.119	0.106
CeIAD	13	34	47	0.382	0.277
SyRP	3	44	47	0.068	0.064
PI	4	43	47	0.093	0.085
AS	5	42	47	0.119	0.106
DR	4	43	47	0.093	0.085
SP	12	23	47	0.522	0.343

Además, al observar los OddsRatio, se pueden diferenciar tres grupos de factores; los que aumentaron sus usos (OddRatios menores a 1), los que disminuyeron (OddRatios mayores a 1) y los que se mantuvieron constantes (OddRatios muy próximos a 0).

Entre los factores que aumentaron su uso se encuentran: *Equipo Correcto, Entrenamiento y Educación, Compromiso e Involucramiento del Equipo, Liderazgo, Vinculación de*

TABLA II

FACTORES DE ÉXITOS EN EL SEGUNDO PERIODO 2013 - 2017						
FE	Presencia	Ausencia	n	Odd	Proporción	OddsRatio
EC	7	56	63	0.125	0.111	0.545
EyE	29	34	63	0.853	0.460	0.550
SD	2	61	63	0.033	0.032	2.837
CeIE	25	38	63	0.658	0.397	0.411
PySP	6	57	63	0.105	0.095	1.131
L	10	53	63	0.189	0.159	0.776
OL	1	62	63	0.016	0.016	2.756
Eclt	28	35	63	0.800	0.444	2.014
VLSSNE	6	57	63	0.105	0.095	0.422
CC	17	46	63	0.370	0.270	1.268
CE	6	57	63	0.105	0.095	2.903
IO	3	60	63	0.050	0.048	1.364
EMTyH	13	50	63	0.260	0.206	0.358
HGP	1	62	63	0.016	0.016	4.227
VLSSP	10	53	63	0.189	0.159	0.631
VLSSRH	10	53	63	0.189	0.159	0.631
CeIAD	24	39	63	0.615	0.381	0.621
SyRP	2	61	63	0.033	0.032	2.080
PI	4	59	63	0.068	0.063	1.372
AS	1	62	63	0.016	0.016	7.381
DR	5	58	63	0.086	0.079	1.079
SP	18	45	63	0.400	0.286	1.304

*LSS a Negocios Estratégicos, Entendimiento de la Metodología, Técnicas y Herramientas LSS, Vinculación de LSS a los Proveedores, Vinculación de LSS a los Recursos Humanos, Compromiso e Involucramiento de la Alta Dirección y Seguridad del Producto.* Entre éstos, se destaca el de *Entendimiento de la Metodología, Técnicas y Herramientas LSS*, por tener mayor incremento en su proporción (de 8.51% a 20.63%). Lo mismo ocurrió con el Odd, que aumentó de 0.093 a 0.260, generando un OddRatio de 0.358.

Entre los factores que disminuyeron su uso se encuentran: *Sistema de Datos, Objetivos Logrados, Enfoque al Cliente, Comunicación del Equipo, Habilidades en la Gestión de Proyectos, Seguimiento y Revisión de Proyectos, Ambiente Seguro.* El factor que más disminuyó en cuanto a su proporción fue *Ambiente Seguro* (de 10.64% a 1.59%) y en cuanto al Odd (de 0.119 a 0.016), generando un OddRatio de 7.381

Los factores que mantuvieron constantes sus usos en ambos periodos fueron: *Priorización y Selección de Proyectos, Cambios Culturales, Infraestructura Organizacional, Programa de Incentivos, Disponibilidad de Recursos.*

Para realizar el metaanálisis, se utilizó el software Stats Direct. Los factores que aumentaron de uso generaron un efecto de 0.58, un límite inferior de 0.42 y un límite superior de 0.8, con un intervalo de confianza del 95%. Esto se observa en el gráfico de árbol en la Figura 1.

Los factores que disminuyeron su uso proporcionaron un efecto de 2.56, un límite superior de 1.53 y un límite superior de 4.30, con un intervalo de confianza del 95%. Estos resultados se observan en la Figura 2.

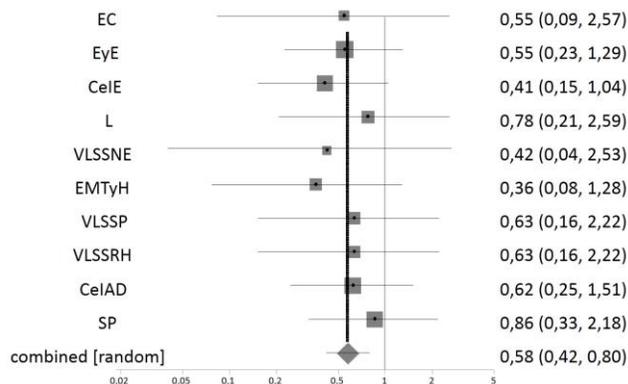


Fig. 1. Factores de éxito que aumentaron su uso

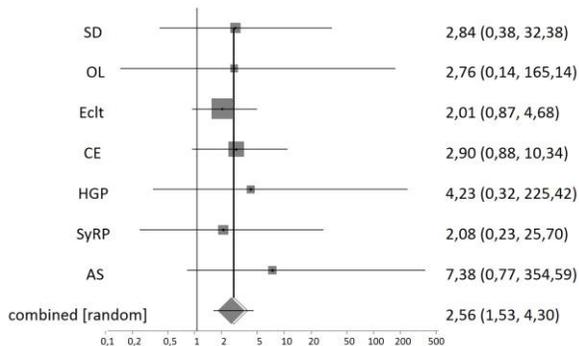


Fig. 2. Factores de éxito que disminuyeron su uso

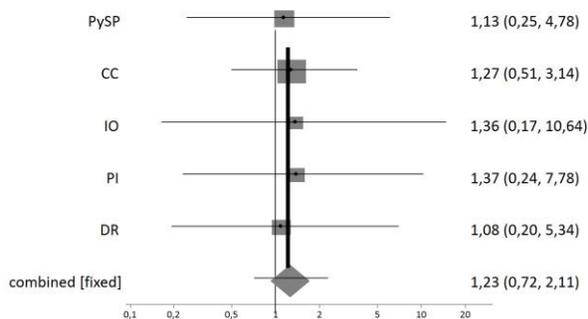


Fig. 3. Factores de éxito que se mantuvieron constantes

Los factores que mantuvieron sus usos entre ambos periodos generaron un efecto de 1.23, con un intervalo inferior de 0.72 y uno superior de 2.11, con un intervalo de confianza del 95%. Esto puede ser observado en la Figura 3.

El resumen general de todos los factores se muestra en la Figura 4, en donde se observa un efecto global de 0.96, un límite inferior de 0.72 y un límite superior de 1.29, con un intervalo de confianza del 95%. Esto significa que el uso de todos los factores en general se mantuvo constante, es decir, no hubo aumento ni disminución de su uso entre ambos periodos.

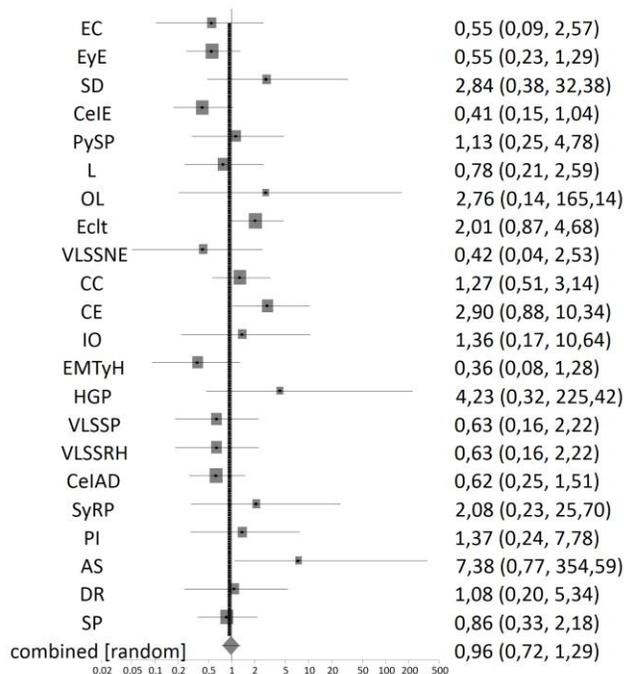


Fig. 4. Efecto global de los 22 factores de éxito

#### IV. DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que 5 FE representan el 54.34% de las menciones totales en los últimos 5 años; éstos fueron: *Entrenamiento y Educación* (12.72%), *Enfoque al Cliente* (12.28%), *Compromiso e Involucramiento del Equipo* (10.96%), *Compromiso e Involucramiento de la Alta Dirección* (10.53%) y *Seguridad del Producto* (7.89%).

En cuanto al *Entrenamiento y Educación*, la revisión de bibliografía indicó que en ambos periodos fue uno de los FE más mencionados. Además, los resultados de este estudio meta analítico mostraron un incremento en su utilización en el segundo periodo. En este sentido, la educación y capacitación apropiadas les proporcionan a los involucrados una mejor comprensión de los fundamentos, herramientas y técnicas. La capacitación es parte de las técnicas de comunicación que se utilizan para garantizar que los gerentes y empleados apliquen e implementen técnicas complejas de manera efectiva [23]. Como consecuencia, se debe capacitar en los diferentes niveles de cinturones y liderazgos, como así también al resto del personal [24]. En un sistema de cinturones de LSS se espera que los mismos incorporasen la filosofía LM a SS y difundieran en toda la compañía [25].

Por otro lado, el *Enfoque al Cliente* es un factor que disminuyó su uso, sin embargo, se encuentra entre los dos factores más mencionados en ambos periodos. La importancia de este factor podría ser debido a que desde sus

orígenes LSS es una metodología enfocada en el cliente; SS está orientada a su satisfacción [26] y LM a las actividades que agregan valor para el mismo [27]. En este sentido, el enfoque debe darse en aquellas características del proceso que son críticas para el cliente interno o externo [28]. Así, en una industria de alimentos, los requisitos pueden estar relacionados por ejemplo con la temperatura o con la entrega JIT del producto [29]. El objetivo final es que con LSS se alcance a reducir la variación en las industrias alimentarias con un enfoque centrado en el cliente [30].

En un estudio de aplicación de SS, se indicó que el primer paso fue definir los efectos de los problemas y comprometer al equipo para que se centre en los requisitos del cliente [31]. En este sentido, el *Compromiso e Involucramiento del Equipo* es un factor que aumentó su uso en los últimos 5 años. Involucrar a todos los empleados en la mejora diaria de los procesos de producción es parte del esfuerzo por mejorar el entorno laboral [32]. Asimismo, el *Compromiso e Involucramiento de la Alta Gerencia* es otro factor muy mencionado en ambos períodos y que aumentó su uso en este último. De esta manera, el trabajo en conjunto de propietarios y empleados pueden mejorar la capacidad de producción y la calidad de sus productos [14]. Entonces, la administración y el personal de la organización son los jugadores centrales en la forma en que se aplican los sistemas de calidad [33]. Los hallazgos de este trabajo coinciden con otros estudios aplicados a la industria de alimentos, en donde también ese encontró que el papel de la alta dirección y el trabajo en equipo fueron claves para el éxito del proyecto [34-35].

La *Seguridad del Producto*, relacionado con la inocuidad del alimento, es otro FE que adquirió mayor preponderancia en el segundo período. En una encuesta aplicada en diferentes países de Europa se encontró que el enfoque en la inocuidad tiene mayor preponderancia que en el de la mejora de procesos [36]. Las causas probables de esto sean los numerosos escándalos alimentarios que ocurren con frecuencia en todo el mundo, la escalada de las demandas de los consumidores con respecto a alimentos seguros y de calidad y la competencia en el mercado global [37]. Probablemente, en una industria alimentaria, la implementación de LSS deberá tener como base los conceptos de inocuidad.

Estos 5 FE mencionados tienen en común que se encuentran relacionados con la acción de las personas, por lo tanto, se los podría englobar y llamar "*Factores Humanos*". De esta manera, es probable que la tendencia en la industria de alimentos sea prestar mayor atención a los factores que involucren a las personas para garantizar el éxito en la implementación de LSS.

## V. CONCLUSIÓN

Con este trabajo se logró identificar los FE en la implementación de LSS en la industria alimentaria. Al respecto, 110 trabajos fueron analizados y 22 factores fueron identificados, de los cuales 5 representan el 54% de las menciones y corresponden a *Entrenamiento y Educación, Enfoque al Cliente, Compromiso e Involucramiento del Equipo, Compromiso e Involucramiento de la Alta Dirección y Seguridad del Producto*. Además, se alcanzó a identificar tres grupos de factores: los que aumentaron su uso, los que disminuyeron y los que se mantuvieron constantes.

Entre los que aumentaron su uso se encontraron: *Equipo Correcto, Entrenamiento y Educación, Compromiso e Involucramiento del Equipo, Liderazgo, Vinculación de LSS a Negocios Estratégicos, Entendimiento de la Metodología, Técnicas y Herramientas LSS, Vinculación de LSS a los Proveedores, Vinculación de LSS a los Recursos Humanos, Compromiso e Involucramiento de la Alta Dirección y Seguridad del Producto*.

Entre los que disminuyeron su uso se encontraron: *Sistema de Datos, Objetivos Logrados, Enfoque al Cliente, Comunicación del Equipo, Habilidades en la Gestión de Proyectos, Seguimiento y Revisión de Proyectos, Ambiente Seguro*.

Por último, los que se mantuvieron constantes en ambos periodos fueron: *Priorización y Selección de Proyectos, Cambios Culturales, Infraestructura Organizacional, Programa de Incentivos, Disponibilidad de Recursos*.

Entre todos los factores, se destaca el *Entendimiento de la Metodología, Técnicas y Herramientas LSS* debido a que fue el que presentó el mayor incremento en los últimos años, teniendo en cuenta su proporción y su OddRatio.

Finalmente, se recomienda prestar mayor atención a los *factores humanos*, ya que aparentemente son claves al momento de implementar con éxito LSS en la industria de alimentos.

## VI. REFERENCIAS

- [1] Rao, H. R. and Thejaswini, M. L. , "Six sigma concept for food industry," 2014.
- [2] Roberts, C. A. "The food safety information handbook,," Greenwood Publishing Group, 2001.
- [3] Gumbulevich, E., "Lean and Agile Manufacturing in Natural Food Production: The Key to Saving America's Health and Environment (Doctoral dissertation, Lehigh University)," 2015.
- [4] Rao Vemula, S.; Naveen Kumar, R.; Polasa, K., "Foodborne diseases in India-a review," British Food Journal, Vol. 114, no. 5, pp. 661-680, 2012.
- [5] Li, Y., "Application and research of Six Sigma management method in hotel food food safety control," Carpathian Journal of Food Science & Technology, Vol. 6, no. 2, 2014.
- [6] World Health Organization, "Food safety," Retrieved from <http://www.who.int/foodsafety/en/>, 2011.
- [7] World Health Organization, "Food safety and foodborne

- illness," Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs237/en/>, 2007.
- [8] Mead, P. S.; Slutsker, L.; Dietz, V.; McCaig, L. F., "Food-related illness and death in the United States," *Journal of Environmental Health*, Vol. 62, no. 7, p. 9, 2000.
- [9] Rodríguez, V.; Amorrtortu, I.; Álvarez, M. J. , "Setting parameters in the cold chain. *Tecnura*," Vol. 15, no. 30, pp. 71-81, 2011.
- [10] Jol, S.; Kassianenko, A.; Wszol, K.; Oggel, J., "The Cold Chain, one link in Canada's food safety initiatives," *Food Control*, Vol. 18, no. 6, pp. 713-715, 2007.
- [11] Likar, K. and Jevšnik, M., "Cold chain maintaining in food trade," *Food Control*, Vol. 17, no. 2, pp. 108-113, 2006.
- [12] Nelson, I., "Improvement in food safety through the integration of Six Sigma, the Malcolm Baldrige criteria, and ISO Standards," California State University, Dominguez Hills, 2013.
- [13] Zhen, Y., "Food safety and Lean Six Sigma Model," Doctoral dissertation, University of Central Missouri, 2011.
- [14] Patel, R., "Modeling Lean Six Sigma in the small packaging industry in India," Doctoral dissertation, Rochester Institute of Technology, New York, 2011.
- [15] Dora, M.; Kumar, M.; Van Goubergen, D.; Molnar, A.; Gellynck, X. , "Food quality management system: Reviewing assessment strategies and a feasibility study for European food small and medium-sized enterprises," *Food control*, Vol. 31, no. 2, pp. 607-616, 2013.
- [16] Tlapa, D.; Limon, J.; Baez, Y.; Valles-Rosales, D. J, "Critical success factors of six sigma: An overview," *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) 2014 IEEE International Conference*, pp. 818-822, 2014.
- [17] Achanga, P.; Shehab, E.; Roy, R.; Nelder, G., "Critical success factors for lean implementation within SMEs," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 17, no. 4, pp. 460-471, 2006.
- [18] Coronado R.B. and Antony, J., "Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations," *The TQM magazine*, vol. 14, no. 2, pp. 92-99, 2002.
- [19] Heymans, B., "Lean manufacturing and the food industry," 2013.
- [20] Boynton, A. C. and Zmud, R. W., "An assessment of critical success factors," *Sloan management review*, Vol. 25, no. 4, pp. 17-27, 1984.
- [21] Borenstein, M.; Hedges, L. V.; Higgins, J. P. T.; Rothstein, H., *Introduction to Meta-Analysis.*: John Wiley & Sons, Ltd., 2009.
- [22] Monteón, M. A. M.; Acosta, C. G.; Sandoval, G. L.; López, E. J., "Revisión Meta-Analítica de Factores Críticos de Éxito de Seis Sigma en las Instituciones de Educación Superior," *Latin American Journal of Applied Engineering*, Vol. 2, no. 2, pp. 1-6, 2018.
- [23] Kwak Y. H. and Anbari, F. T., "Benefits, obstacles, and future of six sigma approach," *Technovation*, Vol. 26, no. 5-6, pp. 708-715, 2006.
- [24] Benitez Sanchez, J. M.; Lira Robles, E.I.; Morales Vargas, D. J.; Solis Arellano, N.; Vargas González, S., "Evaluación económica del proyecto de aplicación de la metodología Seis Sigma en una empresa de productos alimenticios (Doctoral dissertation)," 2009.
- [25] Scherrer-Rathje M.; Boyle, T. A.; Deflorin, P., "Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation," *Business Horizons*, Vol. 52, no. 1, pp. 79-88, 2009.
- [26] Pande, P. S.; Neuman, R. P.; Cavanagh, R. R., "The six sigma way: How GE, Motorola, and other top companies are honing their performance," McGraw-Hill, 2000.
- [27] Yang, M. G. M.; Hong, P.; Modi, S. B., "Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms," *International Journal of Production Economics*, Vol. 129, no. 2, pp. 251-261, 2011.
- [28] Seow, C. and Liu, J., "Innovation in maintenance strategy through Six Sigma: insights of a Malaysian SME," *Management of Innovation and Technology*, 2006 IEEE International Conference on, Vol. 2, pp. 793-797, 2006.
- [29] Kagi, J., "Six sigma in foodservices: evaluating the utility of the six sigma hybrid model in foodservice environment," (Doctoral dissertation, The Hong Kong Polytechnic University), 2004.
- [30] Kovach T. and Cho, R., "Better processes make Good Eats: Food industry can benefit from lean Six Sigma principles," *Industrial Engineer: IE*, Vol. 43, no. 1, p. 36, 2011.
- [31] Bunce, M. M.; Wang, L.; Bidanda, B., "Leveraging Six Sigma with industrial engineering tools in crateless retort production," *International journal of production research*, Vol. 46, no. 23, pp. 6701-6719, 2008.
- [32] Englund, E. H.; Breum, G.; Friis, A., "Optimisation of large-scale food production using Lean Manufacturing principles," *Journal of foodservice*, Vol. 20, no. 1, p. 4-14, 2009.
- [33] Kivela, J. and Kagi, J. , "Applying Six Sigma in foodservice organizations," *Turizam: znanstveno-stručni časopis*, Vol. 56, no. 4, pp. 319-337, 2009.
- [34] Dora, M. and Gellynck, X., "Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study," *Quality and Reliability Engineering International*, Vol. 31, no. 7, pp. 1151-1159, 2015.
- [35] Torkko, M.; Linna, A.; Katajavuori, N.; Juppo, A. M. , "Quality KPIs in pharmaceutical and food industry," *Journal of Pharmaceutical Innovation*, Vol. 8, no. 4, pp. 205-211, 2013.
- [36] Dora, M.; Kumar, M.; Van Goubergen, D.; Molnar, A.; Gellynck, X., "Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs," *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 31, no. 2, pp. 156-164, 2013.
- [37] Psomas, E. L. and Fotopoulos, C. V., "Total quality management practices and results in food companies," *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 59, no. 7, pp. 668-687, 2010.

Este estudio fue financiado por los autores. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Copyright © 2020 Andrea Insfran, Eduardo Redondo



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales.

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumendelicencia](#) - [Textocompletodelalicencia](#)