



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“SIX SIGMA Y EL IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES”: una revisión de la literatura científica en el período 2010 – 2019.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Industrial**

**Autores:**

Walter De la Cruz Ispilco  
Luz Aurora Ramos Tarrillo

**Asesor:**

MBA. Odar Roberto Florián Castillo

Cajamarca - Perú

2019

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

## INDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Artículos analizados de la Revisión Sistemática.....	16
Anexo 1: Artículos científicos de bases de datos consultadas responden a la pregunta de estudio.....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma de descarte e inclusión de “Six Sigma y el impacto en la productividad de los procesos industriales”: una revisión de la literatura científica en el periodo 2010 - 2019.....	18
Figura 2: Artículos desarrollado por país y año para el “Six Sigma y el impacto en la productividad de los procesos industriales”.....	19
Figura 3: Recurso utilizado para el “Six Sigma y el impacto en la productividad de los procesos industriales”.....	20

## RESUMEN

La presente revisión sistemática tiene como objetivo: Analizar el impacto del six sigma en la productividad de las empresas industriales, de artículos científicos publicados en los últimos 10 años, para ello se consultó a los buscadores académicos recomendados como Scielo, Redalyc, Dspace, Dialnet, Scencedirect , Dialnet, utilizando la palabra clave “six sigma y la productividad de los procesos industriales”, utilizándose como criterios de inclusión para la revisión, debe corresponder al año 2010 al 2019, el idioma Español, calidad de resumen.

De los resultados se afirma el compromiso del personal de la empresa industrial a un 87.50% en la implementación de la metodología six sigma, esto presupone un nivel alto de efectividad en los procesos industriales.

Del estudio se llega a concluir la existencia del impacto positivo a un 87% debido al nivel alto de implementación del six sigma en la productividad de las empresas industriales.

La presente revisión sistemática recomienda el uso de la metodología del six sigma para mejorar los procesos industriales, y un compromiso del personal en todos los niveles de la organización, para tener mejores resultados.

La limitación es el costo de la implementación del six sigma, y el alto costo de capacitación del personal.

**PALABRAS CLAVES:** Six sigma, productividad, procesos industriales, calidad.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Evaluar el impacto de la metodología six sigma en las empresas industriales, es relevante para la toma de decisiones, el cual permite mejorar la calidad y los costos de la empresa industrial.

**La presente revisión sistemática, propone la pregunta de estudio:** ¿Qué se conoce del impacto del six sigma en la productividad de los procesos industriales, de artículos publicados en el periodo 2010 al 2019?

**Objetivo de estudio:** Analizar el impacto del six sigma en la productividad de las empresas industriales, de artículos científicos publicados en los últimos 10 años.

La presente revisión sistemática es **importante** debido a que, a través de la búsqueda de bibliografía se sistematiza la información para generar nuevo conocimiento sistémico. El uso de la metodología six sigma es relevante en sí misma porque permite mejorar la productividad de los procesos industriales, para la toma de decisiones, de acuerdo con Herrera, Pérez, y Venecia (2017) explica:

En mercados inteligentes y competitivos como los actuales, las compañías deben incursionar en la búsqueda de nuevas metodologías que permitan mejorar sus procesos e incrementar la satisfacción de los clientes, el six sigma proporciona una metodología adaptada por la empresa industrial, bajo el análisis del Seis Sigma encaminado a apoyar la toma de decisiones.(p. 2)

El estudio de la revisión de la literatura científica se **justifica** en la necesidad imperante del uso de las metodologías como el six sigma para mejorar la productividad de los procesos industriales, de acuerdo con Pérez, y Rojas, (2017) afirma:

Los niveles de competitividad que la globalización impone a las empresas, les exige emplear herramientas como el six sigma, para mejorar continuamente los niveles de productividad y eficiencia en sus procesos productivos, deficiencias recurrentes de las empresas. Dentro de la clasificación de desperdicios, que afectan la productividad, destaca el tiempo como uno de los más incidentes, siendo el tiempo de respuesta, desde que el cliente coloca el pedido hasta que la empresa se lo entrega físicamente, un factor diferenciador entre un proveedor y otro, pues los clientes valoran la entrega oportuna como criterio prioritario (p. 259).

La competitividad global exige de las empresas inteligentes el uso de metodologías para incursionar en los mercados agresivos y exigentes. De acuerdo con Arias, Portilla, y Castaño (2008) menciona:

El Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios, logrando impactar en forma significativa en resultados en grandes empresas. Hoy se continúa asociando a Six Sigma con empresas de gran porte. No obstante, los beneficios obtenidos por estas compañías no son garantía de un éxito seguro para cualquier otra empresa. El Six Sigma tiene que ser accesible a todos los integrantes de la empresa y en ella todos deben practicar determinadas destrezas relacionadas con él. (p. 2)

Ahora en día lo difícil es lograr mejoras continuas en los procesos de las industrias, las empresas tienen que enfocarse en los problemas de raíz, de acuerdo con Caicedo (2011) describe:

La dificultad ahora en día de las empresas es poder lograr mejoras continuas en todos sus procesos, tanto administrativos como de manufactura, mejoras se logran incorporando en la cultura empresarial filosofías que permitan llevar a cabo proyectos que den respuesta a los problemas raíz de las compañías los cuales afectan a los procesos, los productos, el ambiente organizacional, la forma de gerencia y en general toda la empresa; lo importante de los proyectos de mejora es que generan ventajas competitivas sostenibles. (p. 65)

La gestión de la calidad tiene relación de dependencia con la productividad, el cual incide en el crecimiento económico de la industria, para Fontalvo, Dhoz y Morelos. (2018)

La productividad en las organizaciones, es el alcance de las metas y objetivos propuestos a nivel empresarial, y su relación, con otros aspectos importantes de la empresa como son los costos y la gestión de calidad. El impacto de los sistemas de gestión de calidad en la productividad de las organizaciones, permite a los procesos y los factores en la industria incidir en los indicadores de crecimiento económico. (p. 3)

Los artículos científicos seleccionados de bases de datos recomendadas como: Scielo, Redalyc, Dspace, Dialnet, Scienedirect , Dialnet, a través de estrategias de búsqueda, permitirán determinar el objetivo propuesto del estudio.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El presente estudio es una revisión sistemática de la literatura científica, esta describe el uso, de acuerdo con Lopez (2014) afirma:

La finalidad de un artículo de revisión sistemática es examinar, seleccionar y determinar cuál es la bibliografía publicada óptima para responder una pregunta de investigación claramente formulada mediante un proceso sistemático y explícito. La revisión sistemática sintetiza los resultados de las investigaciones primarias mediante estrategias que limitan el sesgo y el error aleatorio. (p. 1)

Además se menciona a la revisión sistemática como una unidad de análisis para sintetizar información, de acuerdo Ferreira, et al. (2011) como:

Las revisiones sistemáticas son investigaciones científicas en las cuales la unidad de análisis son los estudios originales primarios. Constituyen una herramienta esencial para sintetizar la información científica disponible, incrementar la validez de las conclusiones de estudios individuales e identificar áreas de incertidumbre donde sea necesario realizar investigación. (p. 688)

La revisión de la literatura científica, se reúne los artículos científicos, de acuerdo a los criterios de elegibilidad del investigador, determinados para desarrollar el estudio, para responder a la pregunta ¿Qué se conoce del impacto del six sigma en la productividad de los procesos industriales, de artículos publicados en el periodo 2010 al 2019?

**El criterio de inclusión** permite la selección de la información de acuerdo a la palabra clave “six sigma y la productividad de los procesos industriales”, se utilizó para la inclusión de los artículos y revisiones, los criterios como: año de publicación, correspondiente a los años 2010 al 2019, el idioma que debe corresponder es el idioma español, además en la inclusión se consideró la calidad del título y resumen del estudio.

Los artículos y revisiones deben responder a la pregunta ¿Qué se conoce del impacto del six sigma en la productividad de los procesos industriales, de artículos publicados en el periodo 2010 al 2019?

**Los recursos de información** utilizados para recabar los artículos científicos corresponden a buscadores académicos como Scielo, Redalyc, Dspace, Dialnet, Scimedirect, Dialnet, para acceder a la consulta se utilizó las estrategias de búsqueda, se utilizó la palabra clave “six sigma y la productividad de los procesos industriales” y los criterios idioma, año y calidad del título y el resumen de la investigación.

Los estudios incluidos responden a la pregunta: ¿Qué se conoce del impacto del six sigma en la productividad de los procesos industriales, de artículos publicados en el periodo 2010 al 2019?

**La búsqueda** de artículos y revisiones sistemáticas obedecen a una estrategia de búsqueda, a través de la palabra clave “six sigma y la productividad de los procesos industriales”, y los criterios año, el cual debe corresponder a los años 2010 al 2019, el idioma de búsqueda utilizado es el español.

La búsqueda debe responder a la pregunta de estudio ¿Qué se conoce del impacto del six sigma en la productividad de los procesos industriales, de artículos publicados en el periodo 2010 al 2019?

Los recursos de información han sido consultados durante el mes de setiembre del año 2019, de los cuales se realizó la inclusión de 32 artículos (ver Anexo 1) una vez ordenados de acuerdo a la búsqueda realizada.

**El descarte e inclusión** de la revisión de la literatura ha permitido sistematizar adecuadamente los artículos y revisiones sistemáticas, las que obedecen a una estrategia de búsqueda, responden a la pregunta ¿Qué se conoce del impacto del six sigma en la productividad de los procesos industriales, de artículos publicados en el periodo 2010 al 2019?

Descarte de artículos: los artículos que han sido descartados no corresponden al año de publicación, del 2010 al 2019, la literatura descartada ha sido aquella que no pertenecía al idioma español, se excluyó además los estudios que no desarrollan la metodología de un artículo científico y una revisión sistemática.

**Inclusión de artículos:** Los artículos han sido independientemente seleccionados, obedecen a la pregunta de estudio ¿Qué se conoce del six sigma, y el impacto en la productividad de los procesos industriales, a través de la literatura científica de los años 2010 al 2019?, de acuerdo a la palabra clave y los criterios año, calidad de título y resumen, además de pertenecer a buscadores recomendados.

**La selección de datos** en la presente revisión de la literatura científica, de acuerdo a la pregunta de estudio, ¿Qué se conoce del six sigma, y el impacto en la productividad de los procesos industriales, a través de la literatura científica de los años 2010 al 2019?, sintetizo en 10 artículos debidamente seleccionados para determinar el objetivo propuestos, de los estudios desarrollados durante los últimos 10 años, presentados a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1:

Artículos analizados de la Revisión Sistemática

N°	Autores	Título	País	Año	Palabra clave	Tipo de estudio	Enfoque metodológico
1	Eduardo Navarro Albert, Victor Gisbert Soler, Ana Isabel Pérez Molina	Metodología e implementación de Six Sigma	España	2017	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
2	Heriberto Felizzola Jiménez, Carmenza Luna Amaya	Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas	Colombia	2014	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
3	Manuel Baro-Tijerina, Mauricio Estrada-Ruiz, Iván García	Una aplicación de la metodología seis sigma para la optimización de línea de producción de arneses	México	2016	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
4	Marialys Dubé Santana, Francis Hevia Lanier, Ester Michelena Fernández, Daiana Ivis Suárez Ordaz, Oisleidys Puerto Díaz	Procedimiento de mejora de la cadena inversa utilizando metodología seis sigma	Cuba	2017	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
5	Esteban Pérez López, Minor García Cerdas	Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal	Costa Rica	2014	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
6	Tomás José Fontalvo Herrera	Aplicación de Seis Sigma en una empresa productora de Cemento	Colombia	2011	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
8	German Herrera Vidal, Yisel Pérez Aguas, Elizabeth Venecia Puello	Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo	Colombia	2017	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
9	Édgar Alejandro Barbosa-Saucedo, Santos Gracia-Villar, Luis Alonso Dzul-López	¿Cómo mejorar la competitividad de las empresas Tamaulipecat?: Seis Sigma, una alternativa para las pequeñas y medianas empresas.	México	2011	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo
10	Giampaolo Orlandoni Merli	Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma	Venezuela	2012	six sigma y el impacto en la productividad de procesos industriales	Descriptivo, explicativo	Cuantitativo

*Fuente: Artículos consultados de buscadores académicos como Scielo, Redalyc,*

*Dspace, Dialnet, Sciencedirect, Dialnet*

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el estudio de Revisión Sistemática, se realizó la inclusión de 32 artículos científicos y revisiones sistemáticas, de acuerdo a la palabra clave “six sigma y la productividad de los procesos industriales” y a los criterios de selección como son el idioma español, el periodo de publicación del 2010 al 2019, la calidad del resumen de buscadores académicos recomendados como son Dialnet (14), Scielo (3), Sciencedirect (2) Redalyc (12), Riunet (1), que respondieron a la pregunta de estudio ¿Qué se conoce del six sigma, y el impacto en la productividad de los procesos industriales, a través de la literatura científica de los años 2010 al 2019?

En la presente revisión sistemática, se realizó el descarte e inclusión de los artículos, la exclusión de artículos ha sido por la duplicidad del artículo, siendo 4 artículos descartados, representando un 12,5% del total de ellos, quedando de ellos sin duplicidad en total 28 artículos científicos y revisiones sistemáticas, de los cuales se realizó la exclusión por no ser artículo o revisión los cuales llegaron a hacer 7, que representa a un 21,88%, de los cuales cumplieron con el título y la calidad del resumen 21 artículos científicos, sin embargo estos no correspondían a la palabra clave Six Sigma y productividad 11 estudios que representa un 34,38%, de los cuales finalmente se tienen 10 estudios, del cual 1 artículo se descartó por no corresponder al periodo de estudio, quedando 9 artículos incluidos de acuerdo al procedimiento realizado para la sistematización de las investigaciones.

A continuación, se muestra la figura del flujograma de descarte y exclusión de la revisión sistemática.

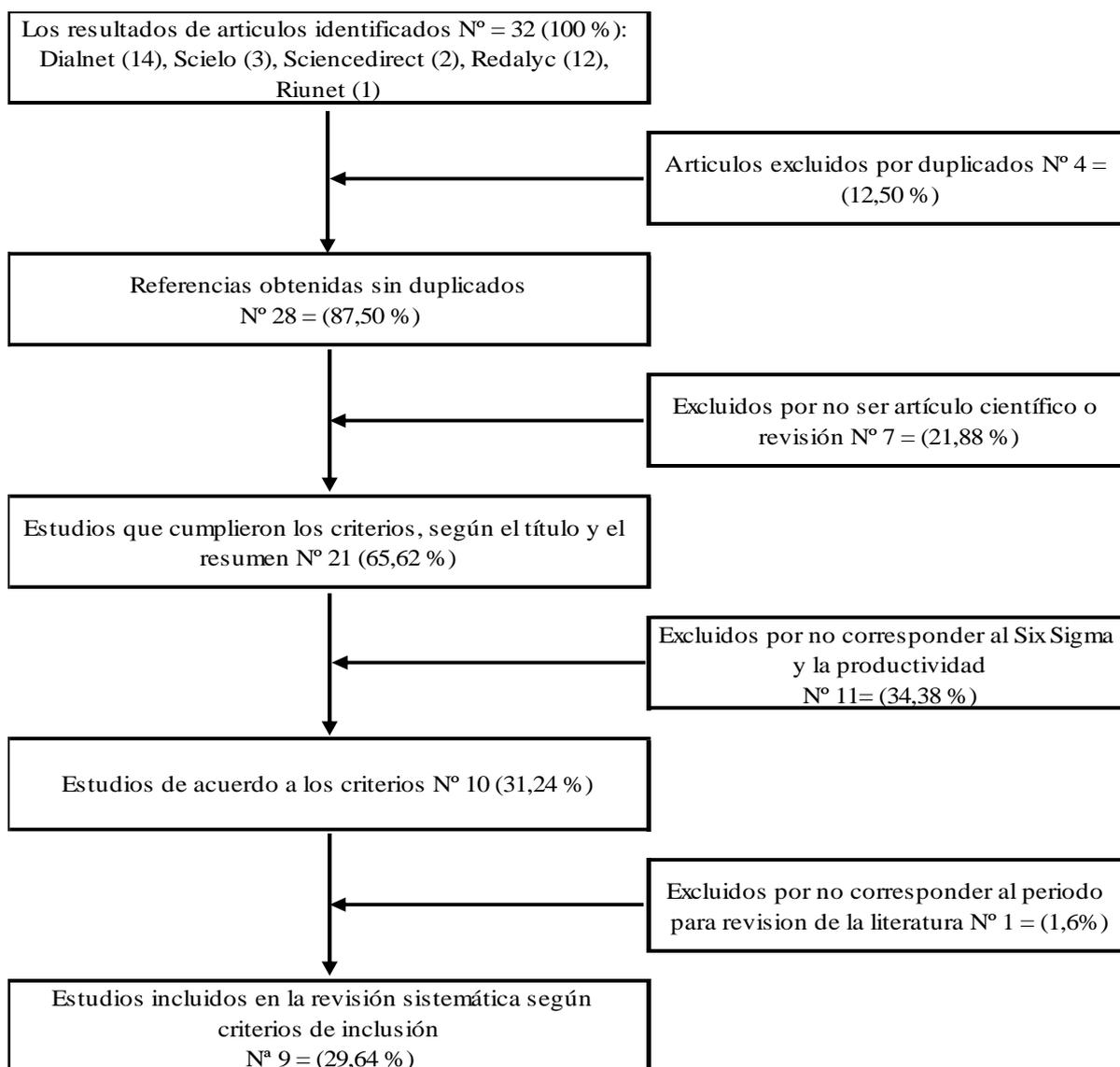


Figura 1: Flujograma de descarte e inclusión de “Six Sigma y el impacto en la productividad de los procesos industriales”: una revisión de la literatura científica en el periodo 2010 - 2019.

*Fuente: Buscadores académicos Dialnet, Scielo, Sciencedirect, Redalyc, Riunet.*

Tabla 2

Frecuencia de Mejora de Procesos y Nivel de Implementación del Six Sigma

			Nivel de Implementación del Six Sigma		Total
			Alto	Moderado	
<b>Mejora de Procesos</b>	<b>Eficiente</b>	Recuento esperado	6,1	0,9	7,0
		% del total	87,5%	0,0%	87,5%
	<b>Bueno</b>	Recuento esperado	0,9	0,1	1,0
		% del total	0,0%	12,5%	12,5%
<b>Total</b>	Recuento esperado	7,0	1,0	8,0	
	% del total	87,5%	12,5%	100,0%	

Fuente: Desarrollado por el Investigador

Se observa de la tabla un 87% la eficiencia gracias a un nivel alto de implementación del six sigma en la productividad de las empresas industriales, solo el 12,5% es moderada la productividad, y eso es debido a nivel moderado en la implementación de la metodología six sigma aun cuando sea buena productividad de los procesos industriales, de esta manera se afirma el impacto positivo que tiene el six sigma en la implementación para mejorar la productividad de las empresas industriales.

De acuerdo a la siguiente figura:

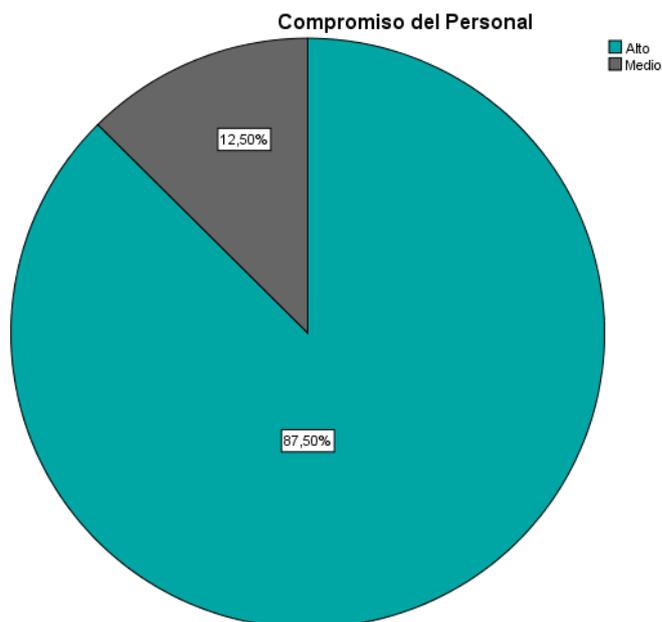


Figura 2: Compromiso del Personal de la Empresa Industrial

Fuente: Desarrollado por el Investigador

De acuerdo a la figura para que sea eficiente los procesos industriales a un nivel alto de implementación del six sigma se necesita un 87.50% del compromiso del personal, de lo contrario no se lograra la eficiencia deseado y el impacto será negativo en la productividad de los procesos industriales.

De los 9 artículos ordenados y sistematizados, se observa la importancia del six sigma para mejorar la productividad de impacto positivo, permitiendo gestionar adecuadamente los recursos asignados en los procesos industriales, estudios realizados en los países de España, Cuba y Colombia el año 2017, el 2016 desarrollado en México, el 2014 en Colombia y Costa Rica, de la misma manera en Venezuela el año 2011, tal como se presenta en la siguiente figura.

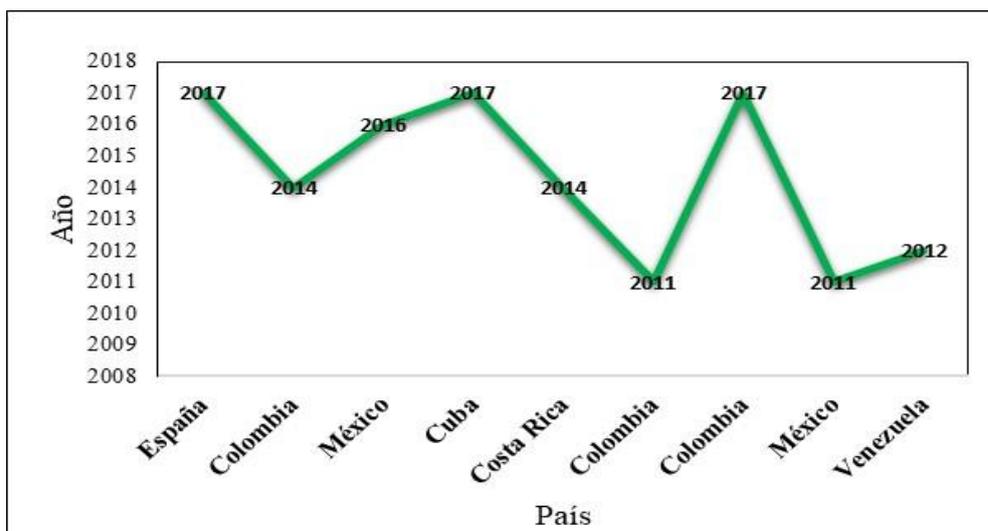


Figura 2: Artículos desarrollado por país y año para el “Six Sigma y el impacto en la productividad de los procesos industriales”

*Fuente: Buscadores académicos: Dialnet, Scielo, Scienedirect, Redalyc, Riunet.*

De los artículos de la literatura científica se identifica la importancia del tema para los buscadores académicos, del total de artículos y revisiones sistemáticas incluidas se tiene un 66,67% para Dialnet, y un 33,33% para Redalyc revista española.

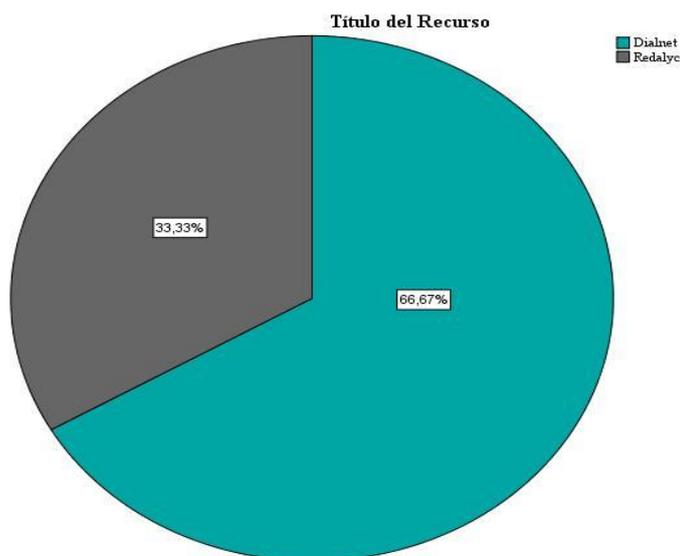


Figura 3: Recurso utilizado para el “Six Sigma y el impacto en la productividad de los procesos industriales”

*Fuente: Buscadores académicos: Dialnet, Redalyc.*

De los estudios encontrados se ha intervenido la calidad del resumen, el cual permite describir la metodología, el cual mide y mejora la calidad llegando al punto más óptimo de producción de procesos industriales; esta metodología examina los procesos productivos; el seis sigma es diseño, comunicación, integración, formación, producción, administración, para la implementación tiempo y compromiso. El six sigma requiere de inversión económica, el cual se convertirá en ahorro de costes para la empresa y en una mejora para los procesos internos de la organización.

Se analiza el uso de la metodología del seis sigma, según los estudios realizados, como una herramienta que no solo se aplica en grandes empresas, sino además se puede desarrollar y aplicar en las PYMES, para mejorar la calidad a un nivel de perfección de sus procesos industriales.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

**Discusión:** de acuerdo al artículo científico presentado por el investigador (Felizzola, H. y Luna, C., 2014) quien afirma:

Six Sigma y Manufactura Esbelta son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios. Pero en la actualidad investigadores y expertos en el tema han encontrado hallazgos que evidencian dificultades en la implementación de este tipo de enfoques en pequeñas y medianas empresas (PYMES). Por esta razón, el presente artículo propone una metodología para la implementación de un enfoque integrado, comúnmente llamado Lean Six Sigma (LSS), el que se adapta a las necesidades y características de las PYMES. (p. 2)

En la presente revisión de la literatura científica, luego de analizar 9 artículos científicos, se ha inferido como una metodología para mejorar la calidad llegando al punto más óptimo de producción de procesos industriales. El six sigma requiere de inversión económica, el cual se convertirá en ahorro de costes para la empresa y en una mejora para los procesos internos de la organización, punto coincidente con el antecedente propuesto.

### **Conclusión:**

En el estudio de Revisión Sistemática, se realizó la inclusión de 32 artículos científicos de buscadores académicos recomendados como son Dialnet (14), Scielo (3), Scencedirect (2) Redalyc (12), Riunet (1), el cual, mediante el descarte e inclusión de los artículos, se obtuvo 9 artículos incluidos según el procedimiento realizado para la sistematización de las investigaciones.

Existe un impacto positivo en 87% gracias al nivel alto de implementación del six sigma en la productividad de las empresas industriales, solo el 12,5% es moderada la implementación de la metodología six sigma registrando una buena calidad en la productividad de los procesos industriales, el presente resultado evidencia el logro del objetivo propuesta en el presente estudio, y la respuesta a la pregunta planteada.

Se infiere del estudio el compromiso del personal a un 87.50% para la implementación de la metodología six sigma a un nivel alto para tener alto nivel de eficiencia, y mayor productividad en los procesos industriales.

En la presente revisión sistemática se intervino el resumen de los artículos sistematizados, del cual se afirma en un 75% de los artículos sistematizados, la metodología del six sigma tiene un impacto positivo en la productividad de los procesos industriales, además se observa la aplicabilidad no solamente a empresas industriales grandes sino además a medianas y pequeñas empresas, se describe además que requiere de inversión económica para su implementación, el cual se convertirá en el futuro en ahorro de costes

para la empresa y en una mejora de la calidad para los procesos industriales de la organización.

La presente revisión sistemática recomienda el uso de la metodología del six sigma para mejorar los procesos industriales, a mayor implementación mejor productividad.

Se recomienda además el compromiso de todo el personal en todos los niveles de la organización, para tener mejores resultados.

La limitación es el costo de la implementación del six sigma, incremento del costo en las capacitaciones del personal.

## REFERENCIAS

- Arias, L., Portilla, L. M. y Castaño, J. C. (2008). *Aplicación de Six Sigma en las organizaciones*. Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903846>
- Caicedo, N. (2011). *Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones*. Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250980010>
- Felizzola, H. y Luna, C. (2014). *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas*. Colombia. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4687506>
- Ferreira, I., Urrútia, G. y Coello, P. A. (2011). *Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación*. España. Obtenido de <https://www.revespcardiol.org/es-revisionessistematicas-metaanalisis-bases-conceptuales-articulo-S0300893211004507?redirect=true>
- Herrera, G., Pérez, Y. y Venecia, E. (2017). *Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo*. Colombia. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29055967005/index.html>
- Herrera, G., Pérez, Y. y Venecia, E. (2017). *Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo*. Colombia. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29055967005/index.html>
- Pérez, I. G. y Rojas, J. A. (2017). *Lean, Seis Sigma y Herramientas Cuantitativas: Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia*. Colombia. Obtenido de <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/3218>

Santamaria, M. V. (2015). *Las modificaciones al diseño original del colector tipo tunel*

*Victor Hugo entre los tramos comprendidos en las abscisas 1+119,28 - 2+700,00 y su incidencia en los parametros hidráulicos del flujo de aguas residuales. Ambato. Ecuador.*

Torres, A. y Lopez, D. (2014). *Criterios para publicar artículos de revisión sistematica .*

España .

Varela, J. A. , Flores, E. y Tolamatl J. (2010). *Disminución de la Variación de un Proceso*

*de Producción de Muebles con Seis Sigma. México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415759008>*

## ANEXOS

### Anexo 1: Artículos científicos de bases de datos consultadas responden a la pregunta de estudio.

Nº	Autores	Título	País	Año	Título del Recurso	Link	Resumen	Palabras claves
1	Eduardo Navarro Albert, Victor Gisbert Soler, Ana Isabel Pérez Molina	Metodología e implementación de Six Sigma	España	2017	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6300067">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6300067</a>	Este artículo presenta la metodología e implementación del modelo Six Sigma en los diferentes tipos de organizaciones. Six Sigma es una herramienta con la finalidad de medir y mejorar la calidad. Se define como una metodología basada en datos para conseguir la calidad más cercana a la perfección. Esto se consigue examinando los procesos productivos de manera exhaustiva. Seis Sigma es diseño, comunicación, formación, producción, administración, etc. Para la implantación de esta metodología se requieren principalmente dos cosas: tiempo y compromiso. También requiere de una inversión económica que en poco tiempo se convertirá en un ahorro en costes para la empresa y en una mejora para los procesos internos de la organización.	Seis Sigma, DMAIC, Calidad, Mejora continua, Cinco ¿Por qué?
2	Martín Dario Arango Serna, Rodrigo Andrés Gómez Montoya, Karla Cristina Álvarez Uribe	Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma	Colombia	2011	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=154485">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=154485</a>	Este artículo, presenta una aplicación de Six Sigma como técnica que facilita la identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón, con el objetivo de obtener un desarrollo eficiente y buscando la satisfacción de las necesidades de los clientes. Se muestra la importancia del Six Sigma como técnica para reducir la variabilidad en la operación del cargue del carbón en el transporte, permitiendo reducir errores y contribuir a la satisfacción del cliente, basado en la identificación de factores críticos de calidad. Además, en el caso empresarial se representa el impacto potencial para contribuir a la productividad del sector de la minería del carbón.	Gestión del Cargue, Transporte, Carbón Térmico, Six Sigma, Productividad, Colombia
3	Daniela María Arango Martínez, Beatriz Elena Ángel Álvarez	Plan de implementación de six Sigma en el proceso de admisiones de una institución de educación superior	Colombia	2012	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=244132">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=244132</a>	Este artículo presenta una propuesta de implementación de la metodología Six Sigma para el proceso de Admisiones de una IESI en Colombia. En primer lugar se realizó un diagnóstico de la situación actual, se analizaron las variables más influyentes por medio de la matriz DOFA2 y se propuso el cálculo del nivel sigma del proceso. Posteriormente se realizó: evaluación de las causas raíces de los problemas detectados por medio del diagrama causa- efecto, ponderación de dichas causas, mediante la técnica del “cinco ¿Por qué?” y desarrollo de la metodología DMAIC3. Finalmente, con la información obtenida se propuso un plan de acción, el cual fue validado por medio de un análisis de expertos, concluyendo que esta metodología es apropiada para el proceso de Admisiones de una IES.	Six Sigma, Causas raíces, DMAIC, IES, DOFA, Cinco ¿Por qué?
4	Heriberto Felizzola Jiménez, Carmenza Luna Amaya	Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas	Colombia	2014	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=687506">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=687506</a>	Six Sigma y Manufactura Esbelta son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios. Pero en la actualidad investigadores y expertos en el tema han encontrado hallazgos que evidencian dificultades en la implementación de este tipo de enfoques en pequeñas y medianas empresas (PYMES). Por esta razón, el presente artículo propone una metodología para la implementación de un enfoque integrado, comúnmente llamado Lean Six Sigma (LSS), el que se adapta a las necesidades y características de las PYMES. La metodología está compuesta de cuatro fases: donde la primera establece los factores claves en los cuales las PYMES deben prepararse para implementar LSS; en segundo lugar se plantea la identificación de focos de mejora y definición de un portafolio de proyectos; en tercer lugar, la ejecución de los proyectos priorizados; y por último, la evaluación de los resultados obtenidos. La metodología fue validada en una PYME dedicada a la fabricación de muebles de madera, donde la ejecución de los dos primeros proyectos LSS generaron importantes ahorros en costos de mala calidad, disminuciones en las devoluciones de productos, además de lograrse la implementación de buenas prácticas en la gestión de los procesos.	Six Sigma, manufactura esbelta, PYMES, enfoque metodológico, Lean Six Sigma.

5	Carolina Bignone, Eugenia Osinde, Maria Cecilia Pace, Irina Maggioni Blanco, Antonela Molfese, Viviana Osta, Sandra Ayuso	Evaluación del comportamiento en términos de error total y 6Sigma y estimación de la incertidumbre de medida de 16 magnitudes de bioquímica clínica	España	2019	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6884814">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6884814</a>	Dentro del sistema de calidad analítico de los laboratorios de análisis clínicos es usual el cálculo del error total (ET) y del Six sigma (6Sigma). La estimación de la incertidumbre de medida (U) es un parámetro que se debería incorporar como parte de la gestión de calidad, siendo esta una exigencia de la norma ISO 15189. La U aporta un intervalo de valores probables donde puede encontrarse el valor verdadero de un resultado de medida obtenido, proporcionando un valor cuantitativo del nivel de duda para cada valor. Este trabajo tiene como objetivos evaluar el comportamiento analítico de 16 métodos a través del cálculo del ET y del 6Sigma, así como estimar la U mediante un modelo de aproximación según la guía Nordtest. Se utilizaron datos del control interno (CCI) y del control externo de calidad (EQA). Se utilizaron especificaciones de calidad (ETA) basados en CLIA y variabilidad biológica para evaluar la performance de los métodos. Los 16 métodos presentaron un desempeño aceptable siendo los valores de ET obtenidos menores a los ETA propuestos y sus 6Sigma $\geq 3$ de acuerdo a lo deseado. Tres métodos presentaron valores de 6Sigma entre 3 y 4Sigma, 2 métodos presentaron valores entre 4 y 5Sigma, 5 presentaron valores entre 5 y 6Sigma; y 6 presentaron un 6Sigma mayor que 6. La U asociada a cada determinación aporta información complementaria sobre el intervalo de valores en el cual se encuentra el valor verdadero siendo parte del proceso de calidad analítica.	Control Interno, Calidad, 6Sigma
6	Manuel Baro-Tijerina, Mauricio Estrada-Ruiz, Iván García	Una aplicación de la metodología seis sigma para la optimización de línea de producción de arneses	México	2016	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6149019">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6149019</a>	La metodología Seis Sigma es ampliamente utilizada en la industria automotriz, debido a que provee de herramientas y métodos, eficientes para la optimización de procesos de manufactura o de servicios. La metodología Seis Sigma fue aplicada para el aumento de la eficiencia en una línea de producción de arneses automotrices, determinando los factores significativos, a través del ciclo DMAIC. También se realizó un contraste de resultados cuantitativos contra las condiciones iniciales, mediante el uso de métodos estadísticos, con el objetivo de inferir en el aumento de la eficiencia de la línea de producción a un nivel de confianza establecido. De acuerdo a los métodos utilizados, se comprueba que la aplicación de la metodología Seis Sigma auxilia en el aumento de la eficiencia en los procesos de producción, reduciendo los desperdicios y utilizando de forma óptima los recursos disponibles.	Seis Sigma, DMAIC, eficiencia
7	Ángeles Rodrigo Oltra, Victor Gisbert Soler, Ana Isabel Pérez Molina	Qué es Seis Sigma, barreras y claves de funcionamiento en las PYMES	España	2016	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5859837">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5859837</a>	Una de las herramientas más difundidas actualmente para el control de la calidad es el Seis Sigma, sobretodo en empresas de gran renombre, las cuales mediante la aplicación correcta de esta tecnología consiguen un gran impacto en la mejora de procesos y/o servicio. No obstante, su aplicación no es una garantía de éxito seguro, puesto que ésta supone adoptar un cambio cultural dentro de la propia organización, lo cual a veces supone una barrera para las PYMES, como a continuación detallamos.	Isolínea, isopleta, curva de nivel, regulador, atenuador, iluminación, calidad.
8	Daniel Enrique Sánchez Pineda; Natalia Ramírez Torres	Diseño de un modelo para la administración de inventarios en un cultivo de fresa, basado en el modelo de pedido para un solo periodo y las métricas 6 sigma	Colombia	2018	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6309320">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6309320</a>	La administración de inventarios es parte de las actividades fundamentales de toda empresa, por tanto, de su adecuado manejo dependerán los resultados de actividades posteriores. Los modelos de inventario parten del supuesto general de que los productos presentan un tiempo de vida ilimitado, sin embargo, en algunos sistemas existe una generación de costos adicionales, asociados al deterioro de la calidad de los productos, llamados perecederos. A partir de las condiciones productivas, de gestión de inventarios y de control de desperdicio, el presente estudio incluye una propuesta de diseño de un modelo para la administración de inventarios en un cultivo de fresa, basado en un modelo de inventario para productos perecederos, conocido como el modelo de pedido de un solo periodo y la aplicación de métricas 6 sigma, para la consideración y control del nivel de desperdicio y las limitantes de capacidad productiva del cultivo. A partir del modelamiento planteado, se realiza una prueba de verificación del funcionamiento teórico del mismo. El modelo a nivel teórico es funcional, permitiendo evidenciar en un periodo de planeación de un mes, que el modelo permite establecer adecuadamente la cantidad óptima de recolección recomendada; relacionando capacidad esperada de recolección respecto a capacidad real disponible; así como a partir de la cantidad de desperdicio en el cultivo en un periodo determinado, permitiendo establecer controles en el cultivo, teniendo en cuenta el factor de calidad seis sigma y su aplicación como indicador de ocurrencias de desperdicio, que permite garantizar a nivel teórico la planeación y momentos de renovación de cultivo.	Administración de inventarios, capacidad, cultivo de fresa, desperdicio, productos perecederos, 6sigma

9	Ileana Gloria Pérez Vergara; José Alberto Rojas López	Aplicación de metas analíticas y modelo Seis Sigma en la evaluación del control de calidad de Química Clínica	Colombia	2019	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7029302">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7029302</a>	Los niveles de competitividad que la globalización impone a las empresas, les exige emplear herramientas para mejorar continuamente los niveles de productividad y eficiencia en sus procesos productivos. Dentro de la clasificación de desperdicios que afectan la productividad, destaca el tiempo como uno de los más incidentes, siendo el tiempo de respuesta, desde que el cliente coloca el pedido hasta que la empresa se lo entrega físicamente, un factor diferenciador entre un proveedor y otro, pues los clientes valoran la entrega oportuna como criterio prioritario. En empresas que trabajan bajo pedido y emplean sistema pull, el tiempo de cambios de referencias es un factor que incide directamente en el tiempo del ciclo, por lo que reducirlo, incidirá directamente en el nivel de servicio. Entre las causas más frecuentes que generan retrasos se encuentra la mano de obra y los métodos de trabajo pudiéndose reducir sus impactos con la participación de los operarios en el proceso de toma de decisiones. En este trabajo se muestra un modelo, que combina herramientas de Seis Sigma y Lean Manufacturing, con la simulación discreta y la priorización de actividades según procesos participativos soportados en métodos multicriteriales y se muestran los resultados de su aplicación en un caso real de una compañía de artes gráficas colombiana	Seis Sigma, manufactura esbelta, simulación discreta, métodos multicriterio, mejora continua, lean manufacturing.
10	Rosario C. Garza Ríos; Caridad González Sánchez; Ernesto Rodríguez González; Caridad Hernández Asco	Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio	España	2016	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5778889">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5778889</a>	En el presente trabajo se presentan los resultados alcanzados al integrar la metodología Seis Sigma, las técnicas de simulación discreta y las técnicas multicriteriales para la mejora de un servicio de belleza en que se deseaba obtener la mejor solución de compromiso entre los ingresos, los costos, la utilización de los recursos y la satisfacción del cliente. Se utilizó la metodología DMAIC proponiéndose un procedimiento en el que se de ne para cada fase las herramientas de simulación, de toma de decisiones multiatributo, estadísticas y de control y gestión de la calidad. El uso de la simulación permitió analizar las diferentes acciones de mejoras y determinar los valores de las variables de interés de las áreas por el grupo administrativo. Se utilizó dentro de las técnicas multicriteriales, el índice PRES el cual permitió ordenar las acciones considerando las preferencias de los expertos.	Seis Sigma; simulación discreta; lenguaje Arena; índice PRES.
11	Carmen Huerga Castro, Julio Ignacio Abad González, Pilar Blanco Alonso	El papel de la Estadística en la metodología Seis Sigma una propuesta de actuación en servicios sanitarios	Cuba	2012	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4608590">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4608590</a>	La metodología seis sigma es un programa de mejora continua de la calidad que, en base a hechos y datos, persigue reducir errores y avanzar hacia altos objetivos de calidad. Ofrece un enfoque estructurado, analítico y racional para el establecimiento de proyectos de mejora acordes con los objetivos planteados. Si bien la popularidad del seis sigma se deriva de su aplicación en los procesos productivos del sector industrial, cada vez está más extendida su aplicación en el sector servicios y, por ende, en los servicios sanitarios donde la "satisfacción del cliente" adquiere una relevancia vital. La aplicación de seis sigma requiere el uso de un amplio abanico de herramientas estadísticas, de hecho, el término sigma representa la desviación típica de una distribución y es el factor clave para conocer la variabilidad de la misma. Por ello, en este trabajo señalamos las herramientas más apropiadas en cada etapa o fase de implementación del seis sigma (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) y presentamos una propuesta de aplicación en un servicio sanitario	Seis sigma; Control estadístico de la calidad; Servicio sanitario.
12	Marialys Dubé Santana, Francis Hevia Lanier, Ester Michelena Fernández, Daiana Ivis Suárez Ordaz, Oisleidys Puerto Dfáz	Procedimiento de mejora de la cadena inversa utilizando metodología seis sigma	Cuba	2017	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6140358">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6140358</a>	La investigación abordó el diseño y aplicación del Procedimiento para la Mejora de la Cadena de Suministro Inversa (CSI), basándose en la metodología Seis Sigma, para minimizar los residuos existentes en los procesos gestionándolos eficientemente, teniendo un impacto favorable sobre el medio ambiente y reducir los costos. El objetivo que se persiguió fue realizar el diseño y aplicación del procedimiento para la mejora de la CSI, basándose en la metodología Seis Sigma, específicamente en la estrategia DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar). Los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento para la mejora de la CSI de Refrescos, fundamentalmente en el proceso de recuperación de los envases de aluminio (latas de refresco de 355 ml) validaron las teorías planteadas en cada una de las etapas, reportando grandes beneficios económicos, aumentando la satisfacción de los clientes, así como la eficiencia y eficacia en la cadena.	Logística Inversa, Procedimiento, Mejora, Cadena de Suministro Inversa, metodología Seis Sigma.
13	Esteban Pérez López, Minor García Cerdas	Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal	Costa Rica	2014	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4896365">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4896365</a>	El presente artículo trata sobre la propuesta de mejora de la eficiencia en la línea de envasado de pet en la Fábrica Nacional de Licores (Fanal), empleando la metodología DMAIC-Seis Sigma. El trabajo se realizó con el fin de solucionar el problema que presentaba la línea de envasado de licores en envase pet, la cual no estaba operando a su máxima capacidad por deficiencias en la línea. Durante el diagnóstico de la situación se pudo determinar que en la línea de envasado de licores en pet se tenían tiempos efectivos de producción muy bajos, exceso de paros en la línea, las máquinas de cada subproceso no alcanzan en ningún momento su capacidad máxima de producción, defectos recurrentes en calidad, procesos repetitivos y desgastantes por parte del personal y no existe capacidad para dar abasto con los picos en temporadas de alta de demanda, entre otros.	DMAIC-Seis Sigma; mejora; eficiencia; productividad; cero defectos; envasado; licores; OEE.

14	Tomás José Fontalvo Herrera	Aplicación de Seis Sigma en una empresa productora de Cemento	Colombia	2011	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3874538">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3874538</a>	En este artículo de investigación se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de las no conformidades en el proceso de seguridad industrial y salud ocupacional SIHSO, en una empresa Productora de Cemento; en primera instancia se hace una revisión de los sistemas de seguridad industrial y salud ocupacional y de la metodología seis sigma, mostrando los resultados en la medición de variables asociadas a los procesos SIHSO de la empresa, mediante una descripción de la éstos, para lo cual se utilizó un amplio conjunto de herramientas tanto gráficas como estadísticas para llegar a determinar y analizar los problemas que afectan a los procesos. Este estudio desbordó la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos ya que estableció y explicó las relaciones causalmente funcionales que existen entre las variables SIHSO estudiadas.	Seguridad industrial, salud ocupacional, SIHSO, Seis Sigma, método analítico, método inductivo.
15	Heriberto Felizzola Jiménez, Carmenza Luna Amaya	Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico	Colombia	2014	Scielo	<a href="https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=00012-33052014000200012">https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=00012-33052014000200012</a>	Six Sigma y Manufactura Esbelta son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios. Pero en la actualidad investigadores y expertos en el tema han encontrado hallazgos que evidencian dificultades en la implementación de este tipo de enfoques en pequeñas y medianas empresas (PYMES). Por esta razón, el presente artículo propone una metodología para la implementación de un enfoque integrado, comúnmente llamado Lean Six Sigma (LSS), el que se adapta a las necesidades y características de las PYMES. La metodología está compuesta de cuatro fases: donde la primera establece los factores claves en los cuales las PYMES deben prepararse para implementar LSS; en segundo lugar se plantea la identificación de focos de mejora y definición de un portafolio de proyectos; en tercer lugar, la ejecución de los proyectos priorizados; y por último, la evaluación de los resultados obtenidos. La metodología fue validada en una PYME dedicada a la fabricación de muebles de madera, donde la ejecución de los dos primeros proyectos LSS generaron importantes ahorros en costos de mala calidad, disminuciones en las devoluciones de productos, además de lograrse la implementación de buenas prácticas en la gestión de los procesos.	Six Sigma, manufactura esbelta, PYMES, enfoque metodológico, Lean Six Sigma.
16	Aníbal Barrera García, Adrian Cambra Díaz, Javier Antonio González González	Implementación de la metodología seis sigma en la gestión de las mediciones	Cuba	2017	Scielo	<a href="http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2218-36202017000200001">http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2218-36202017000200001</a>	La presente investigación, que ha sido realizada en la Unidad de Negocios Refinería de Cienfuegos, persigue como objetivo diseñar un procedimiento para el perfeccionamiento de la gestión de las mediciones en el proceso de Hidrofinación del Diésel mediante el uso de las técnicas relacionadas con la metodología Seis Sigma. Además, se propone difundir los estudios de repetibilidad y reproducibilidad de la medida (R & R), a partir del diseño experimental. Se determina el porcentaje de variación debido a reproducibilidad y repetibilidad en diferentes ensayos que intervienen en el proceso objeto de análisis, además del número de categorías distintas (nc) que pueden ser distinguidas confiablemente por el sistema de medición. Son realizadas dos corridas del método al ensayo % de Azufre; en la primera se identifica la variabilidad presente en los ensayos, de este primer acercamiento surgen algunos ajustes que son implementados por la empresa y con el afán de mejorar los procesos es planeada la segunda corrida. Terminado el segundo ciclo se obtiene una variabilidad menor a la del primer ciclo.	Repetibilidad, reproducibilidad, mediciones, seis sigmas.
17	M. F. Silgado Bernal, I. Basto Benítez y G. Ramírez García	Uso de la metodología Seis Sigma en la preparación de mezclas de nutrición parenteral	Colombia	2014	Scielo	<a href="http://scielo.icsiii.es/pdf/fh/v38n2/05origin_al03.pdf">http://scielo.icsiii.es/pdf/fh/v38n2/05origin_al03.pdf</a>	Objetivo: Usar las herramientas de la metodología Seis Sigma para el control estadístico de elaboración de mezclas de nutrición parenteral en el punto crítico de control gravimétrico. Métodos: Entre agosto de 2010 y septiembre de 2013 se realizó análisis gravimétrico al 100% de las mezclas dividiendo los datos en dos grupos adultos y neonatos. Se determina el porcentaje de aceptación, las gráficas de tendencia y el nivel de sigma. Se realizó análisis de normalidad con el test Shapiro Wilky se calcula el porcentaje total de mezclas dentro de límites de especificación. Resultados: Los datos de gravimetría entre agosto de 2010 y septiembre de 2013 cumplen con el test de normalidad (W = 0,94) y presentan mejoramiento en el nivel de sigma a través del tiempo llegando a 6/6 en adultos y 3.8/6 para neonatos. Selogra que el 100% de las mezclas para adultos y neonatos cumplan con límites de especificación, estando siempre dentro de los límites de control del proceso. Conclusión: Los planes de mejoramiento junto a las herramientas de la metodología Seis Sigma permiten controlar el proceso, garantizando la concordancia entre la orden médica y el contenido de la mezcla.	Nutrición parenteral; Seis Sigma; Control de calidad

18	Mario Galindo-Méndez Alaciel Sánchez López	Aplicación de metas analíticas y modelo Seis Sigma en la evaluación del control de calidad de Química Clínica	Colombia	2018	Sciencedirect	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888400817300806">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888400817300806</a>	Con el objetivo de asegurar la confiabilidad de sus resultados, los laboratorios de análisis clínicos deben implementar un programa de control de calidad interno suficientemente bueno para alcanzar metas analíticas con los mayores estándares posibles. Materiales y métodos: Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo y longitudinal. Para este estudio se emplearon los resultados del control de calidad interno del área de Química Clínica de un laboratorio mexicano obtenidos en el periodo comprendido entre julio y diciembre del 2016.	Seis Sigma Variabilidad biológica Control de calidad
19	Olga Lucía Mantilla Celis José Manuel Sánchez García	Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma	México	2012	Sciencedirect	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592312702140">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592312702140</a>	El presente artículo describe un modelo propuesto por los autores, cuyo propósito es el de orientar a las empresas en el mejoramiento de su desempeño logístico, analizado desde la perspectiva de incremento del nivel de servicio y reducción de costos. Para esto, se utilizaron conceptos de cadena de suministros, logística, manufactura esbelta, seis sigma y lean six sigma. La metodología propuesta para el desarrollo del modelo es la dmaic (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), soportada en diversas herramientas seleccionadas para cada fase de la misma, y que conducen a la eliminación del desperdicio en flujos y operaciones, reducción del tiempo de entrega, reducción de la variación en los procesos y el aumento de valor.	Cadena de Suministro manufactur a esbeltaseis sigmaLean six sigma
20	Felix Enrique Tinoco Angeles	Six sigma en logística: aplicación en el almacén de una unidad minera	Perú	2013	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390008">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390008</a>	El presente artículo trata sobre la aplicación de una herramienta moderna de administración total de la calidad: Six Sigma, en la logística de una empresa minera ubicada en la sierra central del Perú. Se detalla la aplicación de las cuatro primeras fases del ciclo DMAIC, habiéndose identificado las variables en las que la organización debe centrar sus esfuerzos para reducir el defecto de inicio inicialmente.	Six Sigma, Ciclo DMAIC, logística, supply chain, administración total de la calidad
21	Leonel Arias Montoya, Liliana Margarita Portilla, Juan Carlos Castaño Benjumea	Aplicación de Six Sigma en las organizaciones	Colombia	2008	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903846">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903846</a>	Desde sus inicios Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios, logrando impactar en forma significativa en resultados en grandes empresas. Hoy se continúa asociando a Six Sigma con empresas de gran porte. No obstante, los beneficios obtenidos por estas compañías no son garantía de un éxito seguro para cualquier otra empresa. El Six Sigma tiene que ser accesible a todos los integrantes de la empresa y en ella todos deben practicar determinadas destrezas relacionadas con él. Lo que queremos en este documento es quitarle el misterio a esta revolucionaria filosofía gerencial; y mostrar que básicamente el Six Sigma les está enseñando a todos a ser mas eficaces y eficientes.	Calidad, Productividad, Procesos, Servicio, Six Sigma.
22	Sergio Ramos-Lara	Optimización del Análisis de Falla de Tarjetas Electrónicas con Seis Sigma	España	2018	Redalyc	<a href="http://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94459796008/index.html">http://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94459796008/index.html</a>	Este artículo presenta la aplicación de la metodología de Seis Sigma para la investigación e identificación de los defectos que generaron fallas funcionales en tarjetas electrónicas para telecomunicaciones. Dichas tarjetas fueron retornadas a una planta de manufactura para el diagnóstico de la falla. Utilizando la metodología de Seis Sigma, análisis estadístico, diseño de experimentos y una microscopía de componente, -una técnica de laboratorio que analiza la morfología de materiales sólidos-, se identifican los principales detractores que generan la mayor cantidad de averías y retornos del cliente. Al obtener esta identificación la investigación se torna en la corrección del defecto y la disminución de la falla principal causada por fallas de LED que representa el 15.24% de defectivo y que genera un alto inventario de tarjetas retornadas a la fábrica, propiciando que el tiempo de ciclo empleado en las operaciones involucradas en el análisis de falla sea un promedio de 30 días. Debido a este problema la fábrica ha establecido un objetivo de 15 días de tiempo de ciclo, para que una tarjeta sea diagnosticada y reparada y un 0.5% de defectivo generado en la línea de producción para las fallas de LED.	Fallas, Seis Sigma, Causa raíz.

23	Céspedes Quevedo, María Cristina; Agüero Martén, Raiza; Roca Serra, Lisandra; Cuadra Brown, Yolanda	Evaluación de la calidad de los procesos analíticos en un laboratorio clínico mediante el cálculo del error total y la métrica seis sigma	Cuba	2019			Se realizó una investigación experimental, retrospectiva y longitudinal en el Laboratorio Clínico del Hospital Oncológico Docente Provincial Conrado Benítez García de Santiago de Cuba, con vistas a evaluar la calidad de los procesos analíticos por medio del cálculo del error total y la métrica seis sigma, para lo cual se tomaron los parámetros de glucemia, colesterol, gammaglutamil transferasa y alanina aminotransferasa, registrados en el control de calidad interno mensual durante el año 2017. La evaluación de cada medición química se había efectuado con dos controladores: Elitrol 1 y Elitrol 2. En más de 90 % de los meses fue aceptable la competencia en la determinación de los analitos controlados, excepto en la glucemia 1; así mismo existió un desempeño aceptable en las mediciones de la gammaglutamil transferasa y la alanina aminotransferasa, mientras que la glucemia y el colesterol mostraron el nivel inferior. Se concluyó que el cálculo del error total y la métrica seis sigma fortalecen el control de la calidad interno, garantizan la calidad de los resultados través del laboratorio clínico y, con ello, la calidad de la asistencia médica a los pacientes.	Laboratorio clínico, calidad en laboratorio clínico, cálculo del error total, métrica seis sigma.
24	Nicolas Rincon García, Hugo Santiago Aguirre Mayorga, Juan Pablo Caballero Villalobos	Business process management y seis sigma en el análisis de procesos: caso de estudio	Venezuela	2014	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29031856005">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29031856005</a>	En el analisis y mejoramiento de procesos pueden emplearse diferentes aproximaciones donde Business Process Management y Seis Sigma se encuentran entre las principales metodologias empleadas por las organizaciones. Si bien estas metodologias tienen enfoques diferentes, no son excluyentes y en la literatura se recomienda su uso complementario, dado que Business Process Management tiene un enfoque cualitativo y un componente de integración con los sistemas de información que soportan los procesos, mientras que las herramientas cuantitativas de Seis Sigma se emplean para valorar las oportunidades de mejora. En la presente investigación se desarrolla un caso de estudio en un proceso de compras de una organización educativa con el objetivo de analizar cómo se pueden complementar estas metodologías mediante el análisis de manuales de trabajo, entrevistas, análisis del soporte informático y análisis estadístico. El análisis cualitativo de Business Process Management permite alinear el proyecto de mejoramiento con la estrategia organizacional y sus herramientas de análisis del flujo de proceso y sistemas de información permiten identificar la información necesaria para ser analizada con herramientas cuantitativas de Seis Sigma, las cuales permiten establecer las variables críticas que deben controlarse para mejorar el proceso y estimar las posibles mejoras. En el caso de estudio se comprueba que las dos metodologías pueden complementarse.	Business Process Management, seis sigma, análisis de procesos.
25	Miguel Oswaldo Pérez Pulido, Giampaolo Orlandoni Merli, Universidad de Santander, Josefa Ramoni Perazzi.	Percepción de la calidad en la prestación de servicios de salud con un enfoque seis sigma	Colombia	2017	Redalyc	<a href="http://www.redalyc.org/jatsRepo/214/21458813010/index.html">http://www.redalyc.org/jatsRepo/214/21458813010/index.html</a>	Introducción: Garantizar el acceso a servicios de salud de calidad es una de las condiciones necesarias para la reducción de la pobreza y de la desigualdad en un país. Objetivo: Analizar la percepción de la calidad en la prestación de servicios de salud en un hospital asistencial. Métodos: Estudio transversal realizado en pacientes atendidos durante los meses de marzo y abril de 2016 en las áreas de urgencias y consulta externa del Hospital Lázaro Alfonso Hernández Lara, Colombia. La muestra quedó conformada por 220 pacientes, seleccionados de forma aleatoria. Se aplicó la metodología seis sigma, útil para organizar el mejoramiento continuo de los servicios de salud. Los datos de la población objetivo se obtuvieron mediante la encuesta SERVQUAL, instrumento que mide la percepción de la calidad. Resultados: Respecto a la calidad de atención percibida, la dimensión seguridad apareció confundida con empatía, y, como factor diferenciador, surgió la dimensión comodidad, separada de elementos tangibles. La calificación global de la percepción corroboró que alrededor del 50 % de los pacientes tuvieron percepciones bajas en las dimensiones de calidad evaluadas. Conclusiones: Los pacientes manifiestan una baja percepción de la calidad en servicios de salud recibidos. Ello permite recomendar a las directivas del hospital revisar los procesos relacionados con la calidad de los servicios prestados, y proponer políticas de mejoramiento en las áreas de urgencias y de consulta externa de acuerdo con las necesidades y las condiciones de los usuarios.	Gestión de la calidad total, calidad de atención en salud, análisis factorial.

26	Néstor Caicedo Solano	Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones	Colombia	2011	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250980010">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250980010</a>	Una empresa esbelta es aquella que logra una mejora continua en todos sus procesos tanto administrativos como de manufactura, estas mejoras se logran incorporando en la cultura empresarial filosofías que permitan llevar a cabo proyectos que den respuesta a los problemas raíz de las compañías los cuales afectan a los procesos, los productos, el ambiente organizacional, la forma de gerenciar y en general toda la empresa; lo importante de los proyectos de mejora es que generan ventajas competitivas sostenibles. Este artículo se enfoca en la aplicación de un programa Seis Sigma, cuya actividad principal es la confección y distribución de material de intendencia para las Fuerzas Armadas Colombianas. La aplicación del proyecto da como resultado una reducción significativa en los costos de no calidad y un aumento en la capacidad de los procesos.	Seis Sigma, Costos de no calidad, Control estadístico de calidad, Diseño de experimentos.
27	Rosario C. Garza Ríos, Caridad N. González Sánchez, Ernesto L. Rodríguez González, Caridad M. Hernández Asco	Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio	España	2016	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233148815002">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233148815002</a>	En el presente trabajo se presentan los resultados alcanzados al integrar la metodología Seis Sigma, las técnicas de simulación discreta y las técnicas multicriteriales para la mejora de un servicio de belleza en que se deseaba obtener la mejor solución de compromiso entre los ingresos, los costos, la utilización de los recursos y la satisfacción del cliente. Se utilizó la metodología DMAIC proponiéndose un procedimiento en el que se define para cada fase las herramientas de simulación, de toma de decisiones multiatributo, estadísticas y de control y gestión de la calidad. El uso de la simulación permitió analizar las diferentes acciones de mejoras y determinar los valores de las variables de interés de las áreas por el grupo administrativo. Se utilizó dentro de las técnicas multicriteriales, el índice PRES el cual permitió ordenar las acciones considerando las preferencias de los expertos.	Seis Sigma; simulación discreta; lenguaje Arena; índice PRES.
28	German Herrera Vidal, Yisel Pérez Aguas, Elizabeth Venecia Puello	Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo	Colombia	2017	Redalyc	<a href="http://www.redalyc.org/jatsRepo/290/2905967005/index.html">http://www.redalyc.org/jatsRepo/290/2905967005/index.html</a>	Resumen: En mercados inteligentes y competitivos como los actuales, las compañías deben incursionar en la búsqueda de nuevas metodologías que permitan mejorar sus procesos e incrementar la satisfacción de los clientes, el objetivo del presente artículo es proporcionar una metodología adaptada a una empresa del sector lácteo bajo el análisis del Seis Sigma y el Proceso Analítico Jerárquico encaminado a la toma de decisiones. La investigación es de tipo descriptiva, aplicada a una empresa caso de estudio, dedicada a la fabricación y distribución de productos lácteos. La metodología se basa en el análisis de cinco procesos básicos como definición, medición, análisis, mejora y control. Para ello fue necesario una revisión de literatura, donde no se encontraron evidencias de integración de estos dos enfoques, luego se exponen las generalidades del caso estudiado y partir de esto se llevan a cabo herramientas cuantitativas necesarias en cada fase. Los hallazgos encontrados muestran que ambas metodologías pueden integrarse en pro de la solución de un problema. A partir de esto se concluye que adoptar este tipo de enfoque híbrido permite organizar y analizar la problemática, aumentar la capacidad del proceso y reducir los productos no conforme.	Seis sigma, proceso analítico jerárquico, mejora de procesos.
29	Édgar Alejandro Barbosa-Saucedo, Santos Gracia-Villar, Luis Alonso Dzul-López	¿Cómo mejorar la competitividad de las empresas Tamaulipecat?: Seis Sigma, una alternativa para las pequeñas y medianas empresas.	México	2011	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942923006">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942923006</a>	Este artículo expone una forma más sencilla de hacer proyectos basados en la metodología de mejora seis sigma para empresas pequeñas y medianas. Seis sigma es una metodología en donde se usan datos reales para mejorar la calidad y reducir costos. Se ha hecho una encuesta en empresas pyme tamaulipecas, obteniendo resultados que nos ayudan a ver qué tan factible es ejecutar estos proyectos de manera exitosa, lográndose conclusiones interesantes sobre el potencial que se tiene para mejorar la competitividad de este tipo de empresas.	seis sigma, pyme, calidad, proyectos, ISO 9000.

30	José Antonio Varela Loyola, Elena Flores Ávila, Jacobo Tolamatl Michcol	Disminución de la Variación de un Proceso de Producción de Muebles con Seis Sigma	México	2010	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415759008">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415759008</a>	Desde sus inicios Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios que ha logrado impactar en forma significativa en resultados en empresas. El presente trabajo tiene como finalidad el mostrar la manera en que se puede disminuir la variabilidad de un proceso de fabricación de muebles por medio del uso de la metodología Seis Sigma, además de comprobar si es aplicable a una mediana empresa. Este proyecto se llevó a cabo en la empresa MADECOR S.A de C.V, la cual tenía problemas en la separación de marcos de las uniones a 45° del mueble de madera bufete. Para el desarrollo, se identificaron las variables que afectan el problema; se establecieron métricas y la aplicación del ciclo DMAIC a través del cual se identificaron las causas raíces, lo que permitió encontrar soluciones gracias a la implementación de las mejoras; y se les dio seguimiento en un periodo de 3 meses para estandarizar el proceso, logrando alcanzar las metas planteadas. Para el análisis, se emplearon herramientas del control estadístico de procesos y el uso del software Minitab para el procesamiento y análisis de datos.	Seis Sigma, defecto, ensamble, análisis, variación.
31	Giampaolo Orlandoni Merli	Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma	Venezuela	2012	Redalyc	<a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99323311008">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99323311008</a>	El concepto de Calidad se refiere a ciertos atributos mensurables de un producto, servicio o proceso, para los que se ha establecido cierto estándar. Un producto o servicio es de calidad cuando satisface las necesidades de los usuarios en cuanto a seguridad, fiabilidad y servicio (Juran y Godfrey, 2001). Los conceptos de calidad y productividad están estrechamente relacionados. La baja calidad de un producto, manifestada como defectos de fabricación y baja confiabilidad en su rendimiento, afecta la productividad global de la empresa y su rentabilidad final. El mejoramiento de la calidad contribuye a eliminar el desperdicio, reducir el retrabajo de piezas, minimizar los requerimientos para inspección y prueba, y las pérdidas por garantía, además de mejorar la satisfacción del consumidor, logrando así que la empresa se convierta en un productor confiable, de alta calidad y bajo costo para la industria. Cuando la gerencia incluye como inicio de su plan estratégico los requerimientos de consumidores y la calidad de los productos competidores, entonces la calidad se convierte en estrategia de competitividad.	Six sigma, calidad, rentabilidad
32	Añaguari Yarasca Miluska Aylin	Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes.	España	2016	Riunet	<a href="https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72921/TFM%20Integraci%C3%B3n%20Lean%20Seis%20Sigma%20A%C3%B1aguari.pdf?sequence=3">https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72921/TFM%20Integraci%C3%B3n%20Lean%20Seis%20Sigma%20A%C3%B1aguari.pdf?sequence=3</a>	El presente Trabajo de Fin de Máster tiene por finalidad realizar una guía de integración entre Lean Manufacturing y Seis Sigma que marque las directrices de forma sencilla y clara para que las Pymes puedan acceder al uso de esta metodología. Se revisará la literatura actual existente y analizará si es posible una integración de estas dos metodologías, como se complementan entre ellas y cuál es su enfoque para el cliente analizando los beneficios de su implementación así como el despliegue de actividades, herramientas y técnicas. La guía planteada en el trabajo fue validada mediante un panel de expertos los cuales cumplimentaron un cuestionario con preguntas relacionadas a los objetivos, alcance y beneficios de la integración, así también brindaron recomendaciones y observaciones que serán tomadas en el trabajo y para líneas futuras de investigación. Por último, se concluye que el trabajo en mención cumplió los objetivos planteados y que su implementación puede generar un mayor rendimiento de los procesos con miras a la excelencia de calidad.	Six sigma, integración, Lean Manufacturing

Fuente: Artículos seleccionados de buscadores académicos, durante los días 2 al 13 de setiembre del 2019.