

Evaluación de la productividad en el subproceso de envasado de conservas de pescado aplicando Six Sigma.**Evaluation of productivity in the canned fish packaging thread applying Six Sigma.****Avaliação da produtividade no segmento de embalagem de conservas de pescado aplicando Seis Sigma.**

Alva Acosta Nayeli Yolanda¹, Gómez Mattos Chrisna Alejandra², Chucuya Huallpachoque Roberto Carlos³, Rojas Chavez Samir Boset⁴

Resumen

El objetivo general de esta investigación fue incrementar la productividad en el subproceso de empaque aplicando la metodología Six Sigma en Pesquería KARSOL SAC, siendo el tipo aplicado con diseño pre-experimental, la población estuvo compuesta por la productividad del proceso en la línea de cocción y la muestra fue la productividad del proceso de envasado. Para la recolección de datos de la variable independiente se utilizó la técnica de observación con el instrumento de registro temporal, además de la técnica de análisis de documentos con el instrumento de matriz de registro, y para la variable dependiente, la técnica de análisis de datos con el instrumento Matriz de registro para organizar la producción. informes de datos. Inicialmente hubo una eficiencia de 0.890, eficiencia de 83 cajas / hora y productividad de 75 cajas / hora con un nivel sigma de 1.4, luego del tratamiento hubo un aumento del 9% en la productividad, eficiencia de 0.889 y eficiencia de 91 cajas / hora alcanzando un nivel sigma de 2.4, que indica una mejora en el subproceso de empaque, es decir, los pesos empacados están cerca de los valores estipulados por la empresa para el hermoso producto filete.

Palabras clave: Six Sigma, Productividad, Eficiencia, Eficacia, Control Estadístico, Proceso de Envasado.

Abstract

The general objective of this research was to increase the productivity in the packaging sub-process by applying the Six Sigma methodology in Fishery KARSOL SAC, being the type applied with a pre-experimental design, the population was composed of the productivity of the process in the cooking line and the sample was the productivity of the packaging process. For the data collection of the independent variable, the observation technique with the temporal registration instrument was used, in addition to the document analysis technique with the registration matrix instrument, and for the dependent variable, the data analysis technique with the Registration Matrix instrument to organize production. data reports. Initially there was an efficiency of 0.890, efficiency of 83 boxes / hour and productivity of 75 boxes / hour with a sigma level of 1.4, after treatment there was an increase of 9% in productivity, efficiency of 0.889 and efficiency of 91 boxes / hour reaching a sigma level of 2.4, which indicates an improvement in the packaging thread, that is, the packed weights are close to the values stipulated by the company for the beautiful fillet product.

Keywords: Six Sigma, Productivity, Efficiency, Effectiveness, Statistical Control, Packaging Process.

Resumo

O objetivo geral desta pesquisa foi aumentar a produtividade no subprocesso de embalagem aplicando a metodologia Seis Sigma no Fishery KARSOL SAC, sendo do tipo aplicada com desenho pré-experimental, a população foi composta pela produtividade de o processo na linha de cozimento e a amostra foi a produtividade do processo de embalagem. Para a coleta de dados da variável independente, foi utilizada a técnica de observação com o instrumento de registro temporal, além da técnica de análise documental com o instrumento de matriz de registro, e para a variável dependente a técnica de análise de dados com o instrumento de matriz de registro para organizar dados de relatórios de produção. Inicialmente havia uma eficiência de 0,890, eficiência de 83 caixas / hora e produtividade de 75 caixas / hora com nível sigma de 1,4, após o tratamento obteve-se um aumento de 9%

¹ Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. nalvaa@ucvvirtual.edu.pe. <http://orcid.org/0000-0002-4170-1482>

² Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. cgomezma99@ucvvirtual.edu.pe. <http://orcid.org/0000-0002-6536-4257>

³ Escuela de Ingeniería Industrial. Magister. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. rchucuya@ucv.edu.pe. <http://orcid.org/0000-0003-1456-8951>

⁴ Department Clean Combustion Research Center (CCRC). Magister. University of Science and Technology. Kingdom - Arabia Saudita. samirboset.rojaschavez@kaust.edu.sa. <https://orcid.org/0000-0002-4247-7371>

Recibido: 28/08/2021

Aceptado: 25/10/2021

na produtividade, eficiência em 0,889 e eficiência de 91 caixas / hora atingindo um nível sigma de 2,4, indicando melhora no subproceso de embalagem, ou seja, os pesos embalados estão próximos aos valores estipulados pela empresa para o produto filé de bonito.

Palavras-chave: Seis Sigma, Produtividade, Eficiência, Eficácia, Controle Estatístico, Processo de Embalagem.

Introducción

El presente estudio es de relevancia para la empresa Pesquera Karsol S.A.C., puesto que ayudó a incrementar la productividad en el área de envasado reduciendo la variabilidad al momento de realizar el pesado, el propósito del estudio es establecer una metodología de control apropiada para cumplir de la forma más adecuada los límites de control impuestas en el pesaje de la carne de pescado, logrando mejorar la productividad en el área de envasado.

A escala internacional la industria pesquera en los años 2017 y 2018 se identificó por el crecimiento considerable y precios elevados, pero en el año 2019 disminuyó causando tensiones comerciales por ello se espera que se limite el aumento del PBI internacional a 2.6 de 2.9 de cada año viene siendo uno de los sectores más activos en el país (INFOPECSA, 2019). La organización Global Fishing Watch por indicó que existe una alta demanda a nivel nacional e internacional de la industria pesquera, pero a lo largo de la contingencia sanitaria por el covid-19 las actividades del sector pesquero han disminuido a un 6.5% en el sector industrial (Clavelle, 2020).

A escala nacional, la Sociedad Nacional de Pesquería anunció que el 1.5% del PBI es forjado por el sector pesquero y la extracción de pescado, esto implica la contratación de forma indirecta de servicios terceros creando hasta el 2.5% de PBI (Sociedad Nacional de Pesquería, 2020). Además, en el presente año 2021 la industria pesquera ha iniciado favorablemente la captura de insumos marítimos, puesto que se incrementó un 74.89% en la pesca respecto al año anterior a pesar de la presente coyuntura, el cual el 12.9% de la pesca realizada fue derivada al sector conservero creando grandes cantidades de producción y con ello aporta a más de 700 mil puestos de trabajo a peruanos que en la presente coyuntura sanitaria se necesita y escasea (Omnia Solution, 2021). Además, en el Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola se expone que las conservas de pescado son procesadas en su mayoría con un 60,6% en Chimbote, 14,5 % en Paita, 5,5% en Coishco y 4,8 % Callao siendo este último el de menor producción (Ministerio de producción de la Producción, 2016).

De igual manera la Pesquera KARSOL S.A.C. dedicada a la producción de conservas de pesca fresca, viene teniendo problemas en el área de producción, sobre todo en el subproceso de envasado de filete (latas de ½ Lb-Tuna), pues estuvo paralizada un largo tiempo, esta línea también es primordial debido a que está ligado con la calidad del producto, por lo tanto, el peso de la carne de pescado es trascendente para la calidad de las conservas de pescado que se entregará al cliente. Además, la variabilidad tiene gran influencia en dicha línea, puesto que está estrechamente ligado con la productividad total, en la actualidad el peso al envasar demuestra que no se cumple en su mayoría con las especificaciones estipuladas, asimismo, no está establecido una metodología de control apropiada a pesar de contar con los límites de control.

Para lo cual se formuló la siguiente pregunta: ¿En qué medida se incrementó la productividad del subproceso de envasado en la Pesquera KARSOL S.A.C. aplicando el Six Sigma - 2021?, justificándose, socialmente, metodológicamente, de manera práctica y económica.

Por ello, el objetivo general de esta investigación fue “Incrementar la Productividad en el subproceso de envasado aplicando la metodología Six Sigma en la Pesquera KARSOL S.A.C.- 2021”, así mismo, los objetivos específicos fueron analizar la situación actual en el subproceso de envasado, aplicar la metodología Six Sigma en el subproceso de envasado y evaluar el incremento de la productividad luego de implementar la metodología Six Sigma en el subproceso de envasado.

Dado ello, se recopilaron los siguientes estudios vinculados directamente con las variables, como Del Castillo y Noriega (2018) quienes en su investigación propusieron un modelo de gestión aplicando Six Sigma para incrementar la productividad, logrando un mejor control en sus parámetros establecidos alcanzando un incremento en su productividad del 91.66% y 2.10 sigmas, puesto que paso de 2.35 sigmas a un 4.45 sigmas. De la misma manera, Decky y Ilhamyah (2018) tuvieron el objetivo de aumentar la productividad con mencionada metodología, después de ejecutarla la cantidad de

producción fue de 891210 partes terminadas con solo 13834 defectos, obteniendo así un DPMO de 15522.72 con un nivel sigma de 3.7. Por otra parte, Aguilar (2018) en su tesis tuvo como objetivo determinar e incrementar la eficiencia en el área de producción, teniendo como una eficiencia inicial del 91.86%, y al haber aplicado y ejecutado la metodología la eficiencia aumentó en un 96.15%, de igual manera la productividad mejoró en un 95.56% puesto que anteriormente se encontraba en un 88.45%. Asimismo, Matzunaga (2017) implementó un sistema de mejora de la calidad y productividad en la línea de fileteado y envasado de pescados en conservas, pero basado en las herramientas de la metodología mencionada anteriormente, como resultado se obtuvo la mejora del proceso de fileteado disminuyendo los defectos del pescado en un 63.19% en nivel de DPMO y aumentando su productividad de las fileteras en un 8.37%, en cuanto al proceso de envasado se mejoró la capacidad de proceso ya que llegó con un nivel Cpk del 0.65 y Z de 2 (nivel sigma). Mientras que, Purnama, Suparto y Pramudia (2016) tuvieron como objetivo principal reducir los productos defectuosos con el método Six Sigma, concluyendo que al utilizar la metodología y sus herramientas se logra un aumento en la productividad en 0.81% en la empresa pues en un inicio tenían una productividad total del 2.98% y posterior a la aplicación obtuvieron un 3.79% de productividad total.

Así como también Añazco (2019), en su tesis obtuvo una eficacia inicial del 95.75%, una eficiencia inicial del 72% y una productividad inicial del 68.83%, sin embargo, al implementar el six sigma se logró mejorar la eficacia con un 98.42%, la eficiencia con un 79.67% y la productividad con un 78.50%. De igual manera Freire, Flor y Álvarez (2020), al implementar la metodología ayudó a mantener una productividad promedio del 4,16 g-m²/d, esta mejora permitió disminuir la actividad de escalado de 3.0 a 1.5 cada año, incrementando en un 33% la producción de espirulina, dentro de los límites de control establecidos. Por otra parte, D.S (2016) obtuvo un nivel sigma de 2.02 y 3.7 respectivamente dando resultados por debajo de 6 sigma, concluyendo que luego de implementar la metodología en conjunto con la herramienta DMAIC el nivel sigma incrementará, asimismo el poner en marcha el plan HACCP dará una mejor supervisión y por ende la productividad en el área de producción. Wannabuppha (2018) en su investigación, obtuvo resultados positivos puesto que la empresa tenía una productividad inicial de 69.47 y una producción pérdida de vidrio del 18.2%, en los resultados se obtuvo que la producción pérdida de vidrio en el proceso paso a disminuir en un 8% mensualmente, logrando que la productividad pase a 88.05 obteniendo un aumento del 18.58 luego de aplicar la metodología y herramientas del Six Sigma. Por último, Chiminelli (2018) en su tesis luego de la implementación se logró un Cpk de 1.33, indicando la reducción de desperdicio que era de 543 kg/mes de materia prima con un costo cercano a 16290/año.

De igual manera se investigó teorías relacionadas al estudio siendo las siguientes:

Six Sigma es una metodología que ofrece a las manufactureras las herramientas para aumentar la capacidad de sus procesos. Esta reducción en la variación del proceso e incremento en el desempeño conlleva a minimizar los defectos y mejorar las ganancias, la moral del empleador, y principalmente la calidad de los servicios o productos (Altman, 2018, p.10).

Productividad se refiere a la conexión entre los recursos empleados y resultados logrados, y estos últimos se miden en unidades producidas, utilidades, etc., mientras tanto los recursos empleados se refieren al tiempo total empleado, etc. (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p.6).

Capacidad de un proceso se basa en saber la amplitud de la variación de un proceso, ya que permitirá conocer en qué medida cumple las especificaciones de las características de la calidad (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p.17).

Con respecto al Control Estadístico de procesos (SPC), consiste en abordar los diferentes problemas que aparecen al implantarse los procesos y brinda ayuda para resolverlos bajo los criterios de cuantificar, detectar y modificar, asimismo, usa las siete herramientas de calidad como también las cartas de control (Cuatrecasas y González, 2017, p.250-251).

El manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) tiene como finalidad el mejoramiento de los procesos, asimismo, asegurar la realización de ellos de la mejor manera, tanto eficaz como eficiente, su enfoque se sujeta de componentes estratégicos y/u operacionales, el uso de técnicas y herramientas además es un aliado para mejorar procesos aislados o procesos que pasan desapercibidos, buscando también óptima solución de estas (Rodríguez, 2015).

Por otro lado, respecto a la teoría de la criticidad o análisis de criticidad es un método que permite el establecimiento de la jerarquía o las prioridades de los procesos, equipos y sistemas, en función al impacto de las consecuencias relacionadas a los distintos eventos de falla referente a un proceso productivo en particular, facilitando las decisiones respecto a criterios en donde se tenga mayor impacto (Martínez, 2018).

Material y métodos

El tipo de investigación es aplicada porque se orienta a solucionar una problemática identificada, asimismo, el diseño fue de tipo pre-experimental puesto que se realizó una confrontación de un antes y un después (Pre test y Post test) para medir el tratamiento experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.141); donde al grupo de estudio (G) se le aplicó (O1) antes de la metodología, posteriormente se ejecutó la metodología Six Sigma (X), después se le aplica (O2) después de la ejecución.

Así mismo, se destacaron dos variables de estudio, donde la independiente se define como Six Sigma, cuyas dimensiones son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Por otra parte, la variable dependiente se define como Productividad, cuyas dimensiones son eficiencia y eficacia.

La población estuvo compuesta por la productividad del proceso en la línea de cocido, teniendo como criterio de inclusión al proceso de envasado, considerando los datos de productividad del proceso marzo – junio 2021 siendo la productividad inicial y julio - octubre 2021 siendo la productividad final, el tipo de muestreo es no probabilístico.

Para la variable independiente “Six Sigma” se utilizó la técnica de observación pues permitió obtener información y diagnosticar la situación del proceso de envasado, el instrumento fue un registro temporal el cual se elaboró según los datos que se desearon recolectar, asimismo se empleó la técnica análisis documental con el instrumento matriz de registro. Asimismo, para la variable dependiente “Productividad” se utilizó la técnica de análisis datos para seleccionar los datos que el estudio necesitó de los reportes de producción de la línea de cocido y como instrumento se empleó la matriz de registro para organizar la data de los reportes de producción.

Resultados

Para identificar la situación actual de las diversas áreas de la planta se empleó una matriz de criticidad con el fin de realizar un diagnóstico para dar a conocer el área más crítica la cual fue el área de envasado pues contó con una criticidad de 50 siendo un área de criticidad mediana más cercana al área roja, seguidamente se realizó una nueva gráfica de criticidad para cada actividad del área de envasado, obteniendo que las actividades de llenar latas con carne de pescado y pesaje de latas con carne de pescado fueron las actividades con mayor calificación ubicándose en el área roja de la gráfica, es decir, son un sistema crítico pues alcanzaron 128 y 120 de criticidad respectivamente como se muestra a continuación en la figura 1.

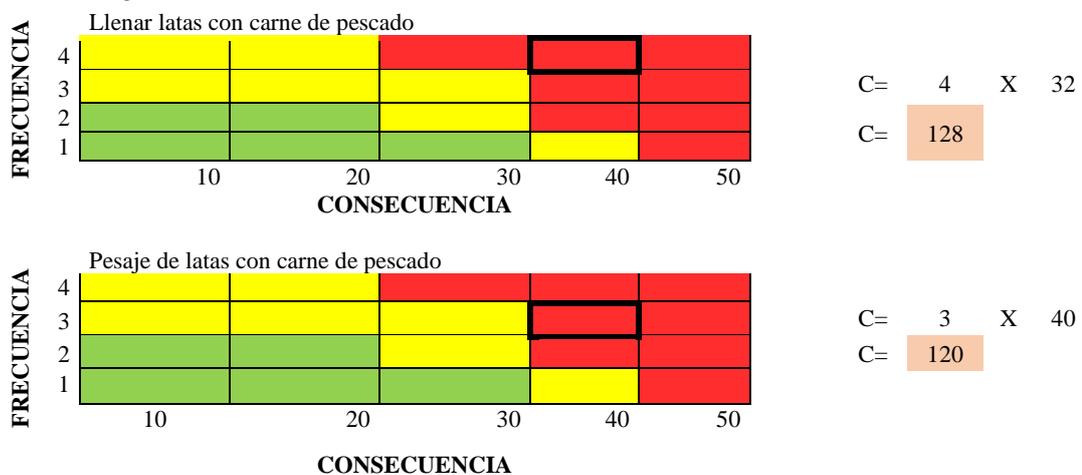


Figura 1. Gráfica de criticidad de las actividades llenar latas y pesaje de latas con carne de pescado.

Nota: Elaboración propia.

En la figura 1 se observa que dos de las siete actividades en el área de envasado son las que presentan mayores problemas: llenar latas con carne de pescado y pesaje de latas con carne de pescado.

Por otro lado, se identificó la productividad previa a la aplicación de la metodología Six Sigma, mejor dicho, la productividad inicial, para ello se analizaron los reportes de producción de la empresa de los meses marzo a junio del presente año en la producción de filete bonito y con ello se tomaron datos para el llenado de la matriz de registro, esta matriz se tomó como instrumento de recolección de datos y se plasmó en la tabla 1:

Tabla 1.

Resumen de la producción, eficiencia, eficacia y productividad inicial en el subproceso de envasado de la empresa pesquera karsol S.A.C.

RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN, EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD INICIAL EN EL SUBPROCESO DE ENVASADO DE LA EMPRESA PESQUERA KARSOL S.A.C.														
PRODUCTO	MESES	MATERIA PRIMA COCIDA (KG)	MATERIA PRIMA FILETEADA (KG)	PRODUCCIÓN ESTIMADA (CAJAS)	ENVASES UTILIZADOS (CAJAS)	DÍAS DE PRODUCCIÓN	TIEMPO TOTAL DE PROCESO (hrs)	TIEMPO PARADAS (hrs)	EFICIENCIA (Tiempo útil/Tiempo Total)	EFICACIA (Cajas producidas/Tiempo útil)	PRODUCTIVIDAD TOTAL MENSUAL	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO MENSUAL	PRODUCTIVIDAD TOTAL (INICIAL)	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO TOTAL (INICIAL)
FILETE BONITO	MARZO	575445	331210	24469.9	23376.1	14	176.5	18.5	0.8951	143	1796	128	2858	75
	ABRIL	487312	137252	8564.6	8713.3	11	107	11	0.8989	86	844	77		
	MAYO	88655	19242	1177.1	1168.4	2	18.5	1.5	0.9181	68	126	63		
	JUNIO	133065	14900	899.2	860	3	25	3.5	0.8574	35	92	31		
									0.8924	83				

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 1 se puede observar que se obtuvo como resultado una eficiencia inicial de 0.89 encontrándose por debajo de lo establecido ya que la empresa tiene como indicador que la eficiencia de envasado debe ser superior a 0.92, una eficacia inicial de 83 cjs/h, teniendo en cuenta que se dispone con una máquina selladora de 4 cabezales que debe botar 150 cjs/h y una productividad inicial de 75 cjs/hora.

Para la aplicación de la metodología Six Sigma se desarrolló de acuerdo con sus dimensiones, la primera fue DEFINIR, y aquí se realizaron observaciones al proceso productivo y se realizó un diagrama de Ishikawa y diagrama, obteniendo como resultado que la inexistencia de formatos de control, la falta de capacitación, la falta de herramientas estadísticas y la inadecuada supervisión, son las causas que más influyen en la variación del peso de la carne de pescado. La segunda dimensión es MEDIR, y aquí se recolectaron los pesos envasados en el registro temporal, para ello se tomaron 20 muestras por cada día de producción y esos datos fueron ordenados utilizando el Software Minitab 18, para visualizar la conducta de las muestras pre-test tomadas, en el que se observa una media de 103.32 gr., con una desviación estándar de 1.983 gr, el primer cuartil indica 102.072 gr.

Se obtuvo como valor de posición central 103 gr. de carne de pescado, el tercer cuartil indica 104.572 gr. El valor de la moda fue 103 gr., la asimetría tuvo como resultado 0.59 siendo mayor a 0, por ende, se estableció que la curva que divide a los datos es asimétricamente positiva, por último, se obtuvo una curtosis de 0.270. Por otro lado, en la misma dimensión se ejecutaron los índices de capacidad de procesos a corto plazo, obteniendo que el índice de capacidad potencial (Cp), dio un resultado de 0.18, demostrando que no cumple con las especificaciones requeridas puesto que, el valor de Cp debe ser mayor a 1. El segundo indicador capacidad real (Cpk) dio como resultado -0.12, no cumpliendo con la especificación teórica donde Cpk no debe ser menor a 1 para tener una capacidad satisfactoria. Finalmente, el índice Z, indicó que el subproceso de envasado obtuvo -0.36. La tercera dimensión es ANALIZAR y aquí se realizó la ejecución del DPU, obteniendo un resultado de DPU del 72.8%, siendo

interpretado como el 72.8% de cada caja presenta defectos. Para obtener el nivel sigma se ejecuta mediante el Yield: obteniendo un resultado del 48.3% que ubicándolo en la tabla de nivel sigma indica 1.4 sigmas. La cuarta dimensión es MEJORAR y aquí se realizó un Manual de Buenas Prácticas de Envasado con la intervención del jefe de Producción para el desarrollo del contenido, parte de este manual empieza con la formación de los integrantes del equipo los cuales se encargarán de cumplir y revisar el sistema cada mes, continúa con temas de control de procesos en el peso de la carne de pescado, capacitación al personal y supervisores, entre otros, se basó en el procedimiento del peso de la carne de la producción de filete bonito, especificando los parámetros establecidos por la empresa, que se deben de cumplir durante el proceso productivo, para ello se creó e implementó un formato de control de peso envasado el cual fue utilizado para observar y tener documentado la variación de sus pesos y así mejorarlos, de igual manera se crearon formatos para documentar la asistencia y cumplimiento de cada capacitación. La última dimensión es CONTROLAR y en esta se emplearon las cartas de control X-R, interpretándose que los gráficos de la línea de control central debían ser 105 gr., y los límites superior e inferior debían ser entre 106 gr. y 104 gr. respectivamente, analizando las 18 muestras para el pre-test se indicó que 104.56 gr, es el peso de carne de pescado promedio más elevado y 102.07 gr. es el peso más bajo, es decir, los pesos no se encuentran próximos a la línea de control central.

Para la evaluación del incremento de la productividad con la metodología Six Sigma implementada se inició desarrollando la segunda dimensión, MEDIR, donde se ha recopilado datos de los nuevos pesos, para visualizar el comportamiento de estas. En la muestra se expresa una mejora de 1 respecto al anterior obteniendo 104.85, con una desviación estándar de 1.420 gr, el primer cuartil es menor o igual a 103.94 gr. Se tomó como un valor de posición central de 105 gr. carne de pescado, el tercer cuartil es menor o igual a 105.71 gr. El valor del modo es de 104 gr., la asimetría fue 0.21 menor a la inicial, por lo que se ha determinado que la curva divide los datos asimétrica a la derecha, finalmente, se ha obtenido una curtosis 0.71 mayor a la preliminar. Por otra parte, al ejecutar los índices de capacidad se ha logrado que Cp resultó en 0.26, para Cpk se obtuvo 0.22, observándose que ambos resultados a pesar de tener un aumento respecto los valores iniciales aún no se respetan las especificaciones necesarias para el filete de bonito. Finalmente, el índice Z indicó que el subproceso de envasado fue 0.31 existiendo una proximidad en el cumplimiento de las especificaciones.

Para la tercera dimensión, ANALIZAR, se obtuvo 19.2% de DPU siendo 52.20% menos de caja con defectos, con un Yield de 81.4% indicando en la tabla de nivel sigma 2.4 sigma, con todos los datos se expresa que la variabilidad del subproceso de filete de bonito ha disminuido. Continuando la dimensión MEJORAR, al ser aprobado el Manual de Buenas Prácticas de Envasado se implementó en conjunto con los formatos de control, en los cuales se visualizó que los pesos en un inicio dieron una alta variabilidad, por ello se elaboró un cronograma tanto para el personal de envasado como supervisores cada uno con los temas pertinentes a su labor, al transcurrir de los días se fue visualizando la disminución de la variabilidad en los pesos envasados. Para finalizar la dimensión CONTROLAR, se supervisó las acciones planificadas por medio de las cartas de control XR, teniendo en cuenta los parámetros para filete de bonito que son límite superior de 106, central de 105 e inferior de 104, se obtuvo 105.467 gr siendo peso superior gr, 104.593 gr. como central y 103.719 siendo el peso más bajo, es decir, los pesos cuentan con menor variabilidad a la inicial encontrándose próximos a los límites de control para el producto filete de bonito.

Finalmente se evaluó la nueva productividad conformado por los meses julio a octubre del año 2021, se precisa que se tomó la productividad en relación la producción estimada y la producción real.

Tabla 2. Comparación de la producción, eficiencia, eficacia y productividad final del subproceso de envasado pre y post test

RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN, EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD PRE-TEST Y POST-TEST EN EL ÁREA DE ENVASADO DE LA EMPRESA PESQUERA KARSOL S.A.C.									
PRODUCTO FILETE BONITO	MESES PRE-TEST				MESES-POST-TEST				% VARIACIÓN
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	

MATERIA PRIMA COCIDA (KG)	575445	487312	88655	133065	58659	106524	119651	77984	
MATERIA PRIMA FILETEADA (KG)	331210	137252	19242	14900	20843	36068	41752	26515	
PRODUCCIÓN ESTIMADA (CAJAS)	24470	8565	1177	899	4135	7156	8284	5261	
ENVASES UTILIZADOS (CAJAS)	23376	8713	1168	860	4135	7156	8284	5262	
Días de producción	14	11	2	3	8	10	11	6	
EFICIENCIA (Tiempo útil/Tiempo Total)	0.895	0.899	0.918	0.857	0.845	0.865	0.912	0.936	-0.1%
	0.890				0.889				
EFICACIA (Cajas producidas/Tiempo útil)	143	86	68	35	78	93	89	103	10%
	83				91				
PRODUCTIVIDAD TOTAL MENSUAL	1796	844	126	92	533	893	892	579	
PRODUCTIVIDAD PROMEDIO MENSUAL	128	77	63	31	67	80	81	97	5.6%
PRODUCTIVIDAD PROMEDIO TOTAL	75				81				9%

Nota: Datos recopilados de la matriz de registro pre-test y post-test

En la tabla 2, se aprecia que en los cuatro meses post-test se obtuvo una eficiencia de 0.889 indicando que no tuvieron mejora, respecto a la eficiencia de los cuatro primeros meses a pesar de que en el antepenúltimo, septiembre se encontró próximo al valor estipulado por la empresa, además el último mes, octubre, pasó el indicador establecido por la empresa donde la eficiencia debe ser superior a 0.92, la eficiencia obtenida revela que la materia prima fileteada no se utilizó de la mejor manera, es decir, existen conservas de filete de bonito que no poseen el peso envasado determinado, 105 gr de carne de pescado. Por otro lado, la eficacia de los cuatro meses post-test obtuvieron 91 cjs/h dando una variación positiva de 10% respecto a la eficacia del pre-test de 83 cjs/h, indicando mejora en el subproceso. Finalmente, la productividad promedio mensual de los cuatro meses post-test obtuvieron un resultado de 81 cjs/h dando una mejora del 9% respecto a las 75 cjs/h obtenidas en el pre-test.

Discusión

En el primer objetivo específico, correspondiente al diagnóstico de la situación actual en la que se encuentra la empresa pesquera Karsol S.A.C., se analizaron los problemas que se vienen presentando, obteniendo como resultado que el área de envasado es un área de criticidad mediana más cercana al área roja, por tal motivo se vuelve a utilizar la matriz de criticidad detallando el nivel crítico de cada actividad del área, obteniendo como resultado que la actividad de llenado cuenta con una criticidad de 128 y la actividad de pesado de las latas con carne de pescado con una criticidad de 120, siendo las actividades más críticas en comparación de las demás, todo lo mencionado se sustenta con Martínez (2018) el cual menciona que la matriz o análisis de criticidad es un método que permite el establecimiento de la jerarquía o las prioridades de los procesos, en función al impacto de las consecuencias relacionadas a los distintos eventos de falla referente a un proceso productivo en particular. Como parte del primer objetivo, se analizaron y determinaron los indicadores porcentuales para conocer la productividad inicial en el área de envasado, obteniendo como resultado que la eficiencia inicial fue de 0.89, la eficacia inicial fue de 83 cjs/h, finalmente se obtuvo la productividad inicial dando como resultado 75 cjs/hora, los cuales se concuerdan con Añazco (2019) el cual menciona en su tesis, que se realizó un análisis de productividad en el área de producción teniendo como primer indicador la eficiencia, el cual de forma inicial fue de 72% y como segundo indicador la eficacia, el cual de forma inicial fue de 95.75%, finalmente una productividad inicial del 68.83%, %, estos indicadores se menciona en el marco teórico a través de la publicación de Gutiérrez y De la Vara (2013) el cual menciona que para obtener una buena productividad, se debe analizar bien la eficiencia y eficacia, para así mejorarla.

Como segundo objetivo específico correspondiente a la aplicación de la metodología Six Sigma en el área de envasado, se comenzó desarrollando la primera dimensión en la que se realizaron observaciones al proceso productivo y se realizó un diagrama de Ishikawa para identificar las causas del problema principal el cual es la variación de los pesos, obteniendo 12 causas principales, de las cuales 4 son las más influyentes por medio del diagrama de Pareto, por tal motivo se concuerda con Decky y Ilhamyah (2018) los cuales mencionan en su investigación que realizar la espina de pescado y el diagrama de Pareto, les permitió encontrar, analizar y ordenar las causas de sus problemas, obteniendo 20 causas principales siendo 4 las más influyentes. La segunda dimensión se recolectaron los pesos envasados en el registro temporal, para ello se tomaron 20 muestras por cada día de producción y esos datos fueron ordenados utilizando el Software Minitab 18, obteniendo como resultado una estadística descriptiva en la que se observa una media de 103.32 gr., con una desviación estándar de 1.983 gr, el primer cuartil indica que el 25% de la muestra tomada es menor o igual a 102.072 gr. Se obtuvo como valor de posición central 103 gr. de carne de pescado, el tercer cuartil que es el 75% de la muestra es menor o igual a 104.572 gr. El valor de la moda fue 103 gr., la asimetría tuvo como resultado 0.59 siendo mayor a 0, estableciéndose que la curva que divide a los datos es asimétricamente positiva, por último, se obtuvo una curtosis de 0.270, lo expuesto se concuerda con Matzunaga (2017) quien en su investigación tomaron 10 muestras por cada día de producción, obteniendo como resultado una estadística descriptiva en la que se observa una media de 125.24 gr., con una desviación estándar de 2.02, el primer cuartil indicando que el 25% de la muestra tomada es menor o igual a 123.70 gr. Se obtuvo como valor de posición central 125.40 gr. de pescado envasado, el tercer cuartil indicando que el 75% de la muestra es menor o igual a 126.60 gr. El valor de la moda fue 126.60 gr, la asimetría tuvo como resultado -0.45 siendo menor a 0, estableciéndose que la curva que divide a los datos es asimétricamente negativa, por último, se obtuvo una curtosis de -0.05. Como parte de la segunda dimensión, también se ejecutaron los índices de capacidad obteniendo que el índice de capacidad potencial (Cp), dio un resultado de 0.18, demostrando que no cumple con las especificaciones requeridas puesto que, el valor de Cp debe ser mayor a 1. El segundo indicador capacidad real (Cpk) dio como resultado -0.12, no cumpliendo con la especificación teórica donde Cpk no debe ser menor a 1 para tener una capacidad satisfactoria. Finalmente, el índice Z, indicó que el subproceso de envasado obtuvo -0.36, todo lo mencionado se concuerda con Chiminelli (2018) quien en su investigación calculó el Índice de capacidad potencial (Cp) y el indicador de capacidad real (Cpk) los cuales obtuvieron un valor negativo lo que significó que los productos de las muestras estaban fuera de los límites de peso estipulado siendo catalogado como un proceso incapaz, puesto que el resultado de su línea de control era de 327.36 gr. y no 300 gr. En la tercera dimensión se realizó la ejecución del DPU, obteniendo un resultado de DPU del 72.8%, siendo interpretado como el 72.8% de cada caja presenta defectos; para obtener el nivel sigma se ejecuta mediante el Yield: obteniendo un resultado del 48.3% que ubicándolo en la tabla de nivel sigma indica 1.4 sigmas. En la cuarta dimensión se realizó un Manual de Buenas Prácticas de Envasado con la finalidad de asegurar un mejor control, una mejor manipulación del producto siguiendo con los parámetros establecidos para garantizar el control del peso de la carne de pescado, lo expuesto se sustenta con Rodríguez (2015) que menciona en su investigación que implementar un BPM ayuda a mejorar los procesos y asegurar la realización de cada uno de ellos de la manera más eficiente y eficaz, puesto que está sujeta a componentes estratégicos, con técnicas y herramientas buscando la mejor solución. En la quinta dimensión se emplearon las cartas de control X-R y analizando las 18 muestras para el pre-test se indicó que 104.56 gr, es el peso de carne de pescado promedio más elevado y 102.07 gr. es el peso más bajo, es decir, los pesos no se encuentran próximos a la línea de control central, lo mencionado se concuerda con Matzunaga (2017) quien en su investigación identificaron que la línea de control central es 125.24 gr. concluyendo que el proceso está fuera de control ya que no están dentro de la línea de control, lo expuesto se sustenta con Cuatrecasas y González (2017) que mencionan que las cartas de control X-R simbolizan el valor de una característica de calidad siendo esta la variabilidad que se quiere inspeccionar en referencia a la unidad de producto controlado.

Para el tercer objetivo específico, evaluar el incremento de la productividad luego de implementar la metodología Six Sigma en el área de envasado, se desarrolló la segunda dimensión, MEDIR, donde se comparó los resultados pre-test y post-test, se obtuvo que la media mejoró en 1.26 gr., siendo 104.580 gr., una desviación estándar de 1.410 demostrando disminución de variabilidad en 0.573, el primer cuartil indica el 25% de muestra tomada menor o igual a 104 gr. aumentando en 2.056 gr. Como moda

104 gr. 1.083 más respecto al pre-test, el tercer cuartil es el 75% de muestra menor o igual a 105.250 gr mostrando aumento en 0.556 gr. El valor moda fue 104 gr., la asimetría en 0.310 siendo menor al pre-test 0.498 y a cero, por ende, se estableció que la curva que divide a los datos es asimétricamente positiva, por último, una curtosis de 1.210 siendo mayor en 0.712 respecto al anterior, por ende, menor dispersión de valores en relación a la media, pese a la mejora los datos no se localizaban en las especificaciones requeridas para el filete de bonito que son 104 gr., 105 gr, y 106 gr. Los resultados obtenidos son respaldados por Matzunaga (2017) quien, en seguida de la aplicación de su tratamiento, obtuvo que la estadística descriptiva mejoró considerablemente en el post-test tomando en cuenta que el peso envasado óptimo tenía que ser 123 gr. pero aún no se hallaba dentro de los parámetros permisibles. Se prosiguió a comparar los resultados obteniendo un Cp y Cpk de 0.24, siendo un proceso no capaz, pero con un aumento de 0.02. Finalmente, el índice Z, obtuvo 0.72 de distancia entre la media y las especificaciones de peso requeridas para el subproceso, indicando que respecto a lo anterior un aumento de 0.05. Lo mencionado es respaldado por Chiminelli (2018) en su investigación los índices de capacidad potencial (Cp) y el indicador de capacidad real (Cpk) obtuvieron un valor negativo representando muestras fuera de los límites de peso determinados, siendo etiquetado como proceso incapaz. En la tercera dimensión ANALIZAR se obtuvo un DPU de 20.6%, es decir, DPMO de 212000 teniendo una disminución de DPMO de 328000 respecto al pre-test, obteniendo mejora en el Yield 33.1% respecto al anterior, pues el post-test tuvo un valor de 81.4% y un nivel sigma de 2.3 siendo 0.9 más del pre-test, lo mencionado se sustenta con Purnama, Suparto y Pramidia (2016) quienes mencionan que luego de la aplicación de la metodología six sigma se obtuvo una mejora en la flexión del producto de 10933.05 de DPMO y mejora del rendimiento en DPMO de 49008.78, incrementando un nivel sigma de 0.64, logrando 3.15 sigma. Asimismo, Del Castillo y Noriega (2018) afirma que luego de la ejecución el nivel sigma pasó de 2.35 a 4.45 sigmas, afirmando que en la investigación donde se aplica el Six Sigma si beneficia al incremento de la productividad. En MEJORAR, se dio a conocer la aprobación del Manual de Buenas Prácticas de Envasado, se ejecutó en conjunto de la implementación de formatos de control, además se realizó un cronograma de capacitación tanto para el personal de envasado como al personal supervisor, al paso de los días se visualizó en los formatos la disminución de la variabilidad de los pesos envasados. Lo expuesto es respaldado por D.S (2016) quien expresa que empleó las herramientas del six sigma como tratamiento y en conjunto implementó el plan HACCP en el cual se llevó en paralelo con el BPM dando como resultado un aumento en el nivel sigma y por ende la productividad. La dimensión, CONTROLAR, la supervisión fue a través de las cartas de control X-R, se para comparó los resultados con el pre-test, se tiene en cuenta que la línea de control central debería ser 105 gr., y el superior e inferior 106 gr. y 104 gr. respectivamente, se indicó que 105.467 gr es el peso promedio más elevado de carne de pescado y 103.719 gr. es el peso más bajo, en cuanto a la variabilidad, se indicó que las muestras respecto al pre-test se mejora de 1 gr. en los límites, aunque se visualiza una mejora, el subproceso de envasado no se encuentra bajo control estadístico, puesto que escasos pesos se encuentran próximos a la línea de control central, indicando que se requiere tener un seguimiento al subproceso, lo mencionado es respaldado por Freire, Flor y Álvarez (2020) quien luego de la aplicación del tratamiento se visualizó que los datos se encontraban en su mayoría dentro de las líneas de control, siendo el límite superior de 9.63, central de 9.37 e inferior de 9.11, y muy pocos datos, 24 datos de 100, se hallaban fuera de los límites mencionados, indicando que el proceso se próximo a un control estadístico y por lo tanto se debe contar con una mejor supervisión.

Como parte del tercer objetivo, calculó de la productividad final, para luego ser comparada con los resultados pre-test, se obtuvo de los cuatro meses post-te eficiencia de 0.889% siendo menor al anterior puesto que la empresa tiene como indicador eficiencia envasado superior a 0.92, además, la eficacia obtuvo 91 cjs/h existiendo un 10% de mejora respecto al pre-test, se obtuvo una productividad promedio total de 80 cjs/hora siendo un 5% mayor al pre-test existiendo una mejora gradual en la variabilidad en los pesos envasados en el subproceso de envasado. Los resultados obtenidos con anterioridad sobre la productividad son respaldados por Wannabuppha (2018) donde expresa que tuvo una productividad promedio inicial de 69.47% y luego de la metodología y herramientas six sigma pasó a 88.05%, dando así un paso al control de la producción pues este se encontraba dentro de los parámetros establecidos. De la misma forma, Aguilar (2018) respalda los datos anteriores pues expresa que luego de la implementación del six sigma obtuvo una eficiencia de 96.15% y eficacia de 99.41%, teniendo un aumento de 4.29% y 3.12% respecto a los valores iniciales, dando paso a una productividad promedio

de 7.11% más de lo anterior, es decir mejoró a 96.15% con un nivel sigma que paso de 3.9 a 4.3 sigma, disminuyendo así defectos por millos de oportunidad. Además, en la validación de la hipótesis al ejecutar **T de Student** para muestras paramétricas, esta dio un resultado mayor a 0.05, aceptando la hipótesis nula como se muestra en la tabla 3, este resultado expresa que estadísticamente el aumento de la productividad no fue significativo, lo que indica que la implementación debe realizarse por más tiempo para que estadísticamente sea significativa, pues como se observa en tabla 2 si se dio una mejora en 9% en la productividad del subproceso de envasado, lo señalado es respaldado por Luna y Matos, enuncian que Six Sigma en el sector pesquero Chimbotano cuenta con deficiencias en implantación total de herramientas, como control estadístico y el plan de control, en su investigación tomaron un mínimo de 50 trabajadores donde solo el 15% son trabajadores óptimos para la implementación, dicho de otro modo, fue progresiva la mejora de la eficiencia puesto que se tiene que capacitar a los trabajadores.

Tabla 3. Validación de hipótesis

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)		
Par	PRE_TEST - POST_TEST	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
					Inferior	Superior				
1	PRE_TEST - POST_TEST	16.933	67.281	12.283	-8.189	42.056	1.37	29	0.179	

Nota: Datos fue las productividades diarias obtenidas por la matriz de registro del pre-test y post-test

Conclusiones

Se concluye que en el primer objetivo se diagnosticó la situación actual de la empresa, obteniendo el área que presenta más problemas el cual fue el área de envasado con una criticidad de 50 en comparación de las demás, siendo las actividades de llenado y pesado de carne de pescado en las latas teniendo una criticidad de 128 y 120 las más influyentes en la variabilidad de los pesos, por otro lado se obtuvo una eficiencia inicial en el área del 0.89, una eficacia inicial en el área de 83 cjs/h y una productividad inicial en el área de 75 cjs/hora, lo que indica un proceso productivo deficiente ya que se encuentra por debajo de lo establecido.

En el segundo objetivo se concluye que la aplicación de la metodología Six Sigma tuvo la finalidad de disminuir la variabilidad en el área de envasado, definiendo sus causas y problemas, midiendo sus estándares permitidos para el filete de bonito, y su capacidad de proceso, analizando el nivel sigma, mejorando los procedimientos y los estándares establecidos por la empresa y controlando las acciones del plan que se llevó a cabo, obteniendo un nivel sigma de 1.4.

Se concluye en el tercer y último objetivo que se obtuvo una mejora luego de la aplicación del Six Sigma para el producto de filete de bonito, estos resultados fueron corroborados por la obtención del nivel sigma de 2.4. También se obtuvo en eficiencia de 0.2% menos que el inicial, por otro lado, la eficacia aumentó en un 10% respecto al anterior y en la productividad promedio total se logró una mejora del 9%. Asimismo, en cuento a la validación de la hipótesis se obtuvo como resultado retener la hipótesis nula.

Referencias

- AGUILAR, K. (2018). Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa procesadora de Maca. [Tesis para Ingeniero Industrial, Huancayo: Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1052>
- ALTMAN, H. (2018). Guía Rápida Paso a Paso Para Mejorar La Calidad Y Eliminar Defectos En Cualquier Proceso. España: CreateSpace Independent Publishing Platform. <https://books.google.com.pe/books?id=NAI5uQEACAAJ&dq=six+sigma&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEWjaw66t26TWAhXPmeAKHfMOBgMQ6AEwAHoECAEQAg>

AÑAZCO, D. (2019). Seis Sigma para Mejora de la productividad en la Fabricación de Pañales de la Línea Nazca, Santa Clara 2019 [Tesis para Ingeniero Industrial, Lima: Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40465>

DECKY, A y ILHAMYAH, S. (2018). Penerapan Six Sigma Upaya Peningkatan Produktivitas Pada Perusahaan Moulding Plastik (Studi Kasus PT. Mega Teknologi Batam). Ejournal. <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/prosiding/article/view/742>

SBN: 978-602-52829-0-4

DEL CASTILLO, E. y NORIEGA, V. (2018). Propuesta De Un Modelo De Gestión, Para Incrementar La Productividad, Aplicando La Metodología Six Sigma En Una Empresa Pesquera. [Tesis para Ingeniero Industrial, Nuevo Chimbote: Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23787>

CHIMINELLI, C. (2018). Utilização da técnica seis sigma para redução de sobrepeso de matéria prima nos produtos em conserva. *Redalyc* Vol. 16, n° 1. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/810/81058841002/html/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v16n1.7165>

CUATRECASAS, L y GONZÁLEZ, J. (2017). Gestión integral de la calidad (5° ed.). España: Profit Editorial I., S.L. <https://www.profiteditorial.com/libro/gestion-integral-de-la-calidad/>

ISBN: 9788416904792

D.S., H. (2016). Sardines product quality control in terms of HACCP to improve food security in Blambangan Foodpacker Indonesia company limited, Banyuwangi. *ProQuest*. Tom. 22, n°4. <https://search.proquest.com/docview/1698633565/fulltext/349108B90D6E4544PQ/1?accountid=37408>

ISSN: 19854668

FREIRE, D., FLOR, O. y ALVAREZ, G. (2020) Six Sigma Methodology in Increasing Spirulina Production. *ResearchGate*. Vol. 1, n° 1. https://www.researchgate.net/publication/342353304_Metodologia_Seis_Sigma_en_el_Incremento_de_Produccion_de_Spirulina_Six_Sigma_Methodology_in_Increasing_Spirulina_Production

GUTIÉRREZ, H y DE LA VARA, R. (2013). Control estadístico de la calidad y seis sigmas (3° ed.) México: McGraw-HILL. https://issuu.com/librospdfgratis/docs/control_estadistico_de_la_calidad_490

ISBN: 9786071509291

MARTINEZ, J. (2018). Análisis de criticidad aplicado a sistemas productivos en la industria procesadora de alimentos, basado en el modelo semi-cuantitativo MCR (Matriz de Criticidad por Riesgo). *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/343135649_Analisis_de_criticidad_aplicado_a_sistemas_productivos_en_la_industria_procesadora_de_alimentos_basado_en_el_modelo_semi-cuantitativo_MCR_Matriz_de_Criticidad_por_Riesgo

DOI:10.13140/RG.2.2.13024.92168

MATZUNAGA, L. (2017). Implementación de un sistema de mejora de calidad y productividad en la línea de fileteado y envasado de pescados en conserva basado en las herramientas de la metodología SIX SIGMA. [Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial, Lima: Universidad Ricardo Palma]. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1419?show=full>

LUNA, W. y MATOS, M. (2019). Factores de la no implementación total de la metodología six sigma en las empresas del rubro pesquero de Chimbote-2019 [Tesis para Ingeniero Industrial, Perú: Universidad César Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62370/B_Luna_AWA-Matos_GML-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PURNAMA, J., SUPARTO, I. y PRAMUDIA, C. (2016). Peningkatan produktivitas dengan Implementasi metode six sigma pada Produk element boiler. *Jurnal SimanteC*. Vol. 5, n°3. <https://journal.trunojoyo.ac.id/simantec/article/view/2233>

ISBN: 20882130

RODRÍGUEZ, C. What is Business Process Management (BPM)? Definitions and Concepts (2015). *ResearchGate* n°98.

https://www.researchgate.net/publication/314101230_Que_es_Business_Process_Management_BPM_Definiciones_y_conceptos_httpwwwescuelaingeducovestahtm

ISSN: 0121-5132

WANNABUPPHA, M. (2018). Loss reduction in windshields production by applying QC tools with Six Sigma method a case study of windshied manufacture [Tesis de Maestría en Ingeniería, Tailandia:Dhurakij Pundit College].