



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del Lean Six Sigma para incrementar la eficiencia  
del recurso fertilizante en la empresa AGROPEL S.A.C.**  
**Arequipa 2020**

**AUTORES:**

LLamoca Sikos Judit (ORCID: [0000-0001-7646-2576](https://orcid.org/0000-0001-7646-2576))

**ASESOR:**

Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont (PhD) (ORCID: [0000-0003-0921-338X](https://orcid.org/0000-0003-0921-338X))

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

Arequipa – Perú

2021

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada a Dios, gracias a su infinita bondad, misericordia, A mi querido padre que desde el cielo vela por mi tranquilidad, a mi querida madre por el amor incondicional, apoyo, mis hermanos, que son el motivo de mi inspiración la razón de mi ser por lo cual siempre sigo para adelante así poder luchar por el futuro por venir y así llegar a ser una persona exitosa y Alex por su incondicional apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por preservarme la vida y permitir lograr mis sueños y anhelos, A mi familia a mis padres en especial a mi mama por su gran apoyo brindado para culminar la carrera e esposo A mis hermanos por las preocupaciones que tuvieron, por su gran colaboración, A mi tía por sus palabras de alientos brindados.

# Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v, vi
Índice de figuras.....	vii, viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2. Variables y operacionalización.....	28
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5. Procedimientos .....	34
3.6. Método de análisis de datos.....	90
3.7. Aspectos éticos .....	91
IV. RESULTADOS.....	92

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Ocurrencias encontradas en las causas .....	6
<b>Tabla 2.</b>	DPMO por niveles sigma .....	16
<b>Tabla 3.</b>	Relación Six Sigma - Lean Six Sigma .....	19
<b>Tabla 4.</b>	Etapas DMAIC, sus objetivos y herramientas más utilizadas. ....	23
<b>Tabla 5.</b>	Juicio de Expertos .....	34
<b>Tabla 6.</b>	Causas que originan la baja eficiencia del uso recurso fertilizante .....	34
<b>Tabla 7.</b>	Preparación de terreno .....	41
<b>Tabla 8.</b>	Plantación.....	42
<b>Tabla 9.</b>	Instalación de cintas de riego .....	42
<b>Tabla 10.</b>	Riego .....	43
<b>Tabla 11.</b>	Fertirriego.....	43
<b>Tabla 12.</b>	Infestación con ninfas .....	44
<b>Tabla 13.</b>	Infestación con tubos.....	44
<b>Tabla 14.</b>	Poda .....	45
<b>Tabla 15.</b>	Mantenimiento de cultivo.....	46
<b>Tabla 16.</b>	DAP – Uso del recurso fertilizante .....	52
<b>Tabla 17.</b>	Histórico del recurso fertilizante .....	54
<b>Tabla 18.</b>	Unidades empleadas de Nitrógeno .....	57
<b>Tabla 19.</b>	Cronograma de ejecución .....	58
<b>Tabla 20.</b>	Identificación del problema .....	61
<b>Tabla 21.</b>	Secuencia de la metodología.....	64
<b>Tabla 22.</b>	Análisis de entrada y salida del proceso de fertirriego.....	66
<b>Tabla 23.</b>	Identificación de CTQs .....	67
<b>Tabla 24.</b>	Designación de equipo de trabajo .....	67
<b>Tabla 25.</b>	Matriz de priorización-clarificar el problema.....	69
<b>Tabla 26.</b>	Tasa de consumo del recurso fertilizante .....	71
<b>Tabla 27.</b>	Análisis de causas del exceso uso del recurso fertilizante .....	73

<b>Tabla 28.</b>	Programación y control del uso del recurso fertilizante.....	75
<b>Tabla 29.</b>	Cartilla de unidades a aplicar según la estación.....	76
<b>Tabla 30.</b>	seguimiento de NPK.....	77
<b>Tabla 31.</b>	Control maestro del uso de recurso fertilizante.....	78
<b>Tabla 32.</b>	cronogramas de tareas del plan MAC.....	80
<b>Tabla 33.</b>	Eficiencia en el recurso .....	81
<b>Tabla 34.</b>	Eficiencia en el costo.....	82
<b>Tabla 35.</b>	Eficiencia global .....	84
<b>Tabla 36.</b>	Recursos materiales empleado .....	86
<b>Tabla 37.</b>	Recursos Humanos empleados .....	87
<b>Tabla 38.</b>	Gasto total de aplicación.....	87
<b>Tabla 39.</b>	Análisis Costo Beneficio del servicio .....	87
<b>Tabla 40.</b>	Análisis económico antes y después.....	88
<b>Tabla 41.</b>	Análisis económico financiero.....	89
<b>Tabla 42.</b>	Análisis Descriptivo Pre Test y Post Test de la Eficiencia .....	93
<b>Tabla 43.</b>	Análisis Descriptivo pre test y post test de la eficacia .....	94
<b>Tabla 44.</b>	Regla de decisión – prueba de normalidad para muestras relacionadas .....	96
<b>Tabla 45.</b>	Prueba de normalidad de la eficiencia con Shapiro Wilk.....	96
<b>Tabla 46.</b>	Comparación de medias de eficiencia antes y después.....	97
<b>Tabla 47.</b>	Prueba de diferencia de Rangos para muestras relacionadas. ....	98
<b>Tabla 48.</b>	Regla de decisión – prueba de normalidad para muestras relacionadas .....	99
<b>Tabla 49.</b>	Prueba de normalidad de la eficiencia con Shapiro Wilk.....	99
<b>Tabla 50.</b>	Comparación de medias de eficiencia antes y después.....	100
<b>Tabla 51.</b>	Prueba de diferencia de Rangos para muestras relacionadas. ....	100
<b>Tabla 52.</b>	Regla de decisión – prueba de normalidad para muestras relacionadas .....	101
<b>Tabla 53.</b>	Prueba de normalidad de la productividad con Shapiro Wilk.....	101
<b>Tabla 54.</b>	Comparación de medias de eficiencia antes y después.....	103
<b>Tabla 55.</b>	Prueba de diferencia de Rangos para muestras relacionadas. ....	103

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b>	Diagrama de Ishikawua .....	5
<b>Figura 2.</b>	Diagrama de Pareto .....	7
<b>Figura 3.</b>	Niveles seis sigmas en proceso.....	17
<b>Figura 4.</b>	Metodología DMAIC .....	18
<b>Figura 5.</b>	Agropel-zona L9.....	36
<b>Figura 6.</b>	calendario de producción.....	37
<b>Figura 7.</b>	Organigrama de la empresa Agropel S.A.C .....	38
<b>Figura 8.</b>	Diagrama de recorrido para la aplicación del recurso fertilizante .....	39
<b>Figura 9.</b>	Diagrama de bloques para la aplicación del recurso fertilizante .....	40
<b>Figura 10.</b>	Mapa de proceso de la cochinilla .....	47
<b>Figura 11.</b>	Motocar .....	48
<b>Figura 12.</b>	Montacarga .....	48
<b>Figura 13.</b>	Balanza Digital .....	49
<b>Figura 14.</b>	Cilindro de plástico de 200 lt. ....	49
<b>Figura 15.</b>	Ventury.....	50
<b>Figura 16.</b>	Laptop .....	50
<b>Figura 17.</b>	DOP-Uso del recurso fertilizante .....	51
<b>Figura 18.</b>	Diagrama de flujo del uso del recurso fertilizante.....	53
<b>Figura 19.</b>	Gráfico lineal-recurso fertilizante vs rendimiento por Ha.....	56
<b>Figura 20.</b>	Gráfico de barras -recurso fertilizante vs rendimiento por Ha.....	56
<b>Figura 21.</b>	Diagrama de Gantt.....	59
<b>Figura 22.</b>	Gráfico de Ishikawa.....	62
<b>Figura 23.</b>	project charter .....	65
<b>Figura 24.</b>	Elaboración propia .....	68
<b>Figura 25.</b>	Histograma de unidades de nitrato .....	70

<b>Figura 26.</b>	Histograma de rendimiento Ha. De fresca .....	70
<b>Figura 27.</b>	Diagrama de Ishikawa .....	72
<b>Figura 28.</b>	Diagrama de Pareto de las causas del uso deficiente del recurso fertilizante....	73
<b>Figura 29.</b>	Diagrama de unidades de Nitrógeno-según la siembra .....	76
<b>Figura 30.</b>	Diagrama de unidades de Nitrógeno- según la siembra .....	77
<b>Figura 31.</b>	: uso de recurso fertilizante por campaña .....	79
<b>Figura 32.</b>	Comparativo de la Eficiencia pre test y post test .....	82
<b>Figura 33.</b>	Comparativo de eficiencia en el costo pre tes y post tes.....	83
<b>Figura 34.</b>	Comparativo de eficiencia global pre tes y post tes .....	85
<b>Figura 35.</b>	Análisis Descriptivo Pre Test y Post Test de la Eficiencia .....	94
<b>Figura 36.</b>	Análisis Descriptivo Pre Test y Post Test de la Eficacia .....	95



## Resumen

La actual investigación titulada “APLICACIÓN DEL LEAN SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL RECURSO FERTILIZANTE EN LA EMPRESA AGROPEL S.A.C. AREQUIPA 2020”. Tuvo como objetivo general determinar de qué manera la aplicación de la herramienta Lean Six Sigma, incrementa la eficiencia del recurso fertilizante en la empresa Agropel S.A.C. Haciendo seguimiento del recurso fertilizante desde octubre 2020 a febrero 2020, teniendo como variable independiente; aplicación de Lean Six Sigma, y variable dependiente; Eficiencia.

El presente estudio se abordó en un enfoque cuantitativo de investigación, diseño cuasi experimental y nivel explicativo; los instrumentos abordados para medir la variable dependiente que es la eficiencia fueron las fórmulas validadas por el juicio de expertos relacionadas con el índice de eficacia y el índice de eficiencia, cuyos resultados se presentan en tablas y gráficos.

La principal conclusión implica que: La aplicación del lean six sigma mejora la eficiencia del recurso fertilizante en el área de fertirriego en un 9% de la empresa Agropel S.A.C. 2020.

**Palabras claves:** lean, six, sigma, eficiencia.

## **Abstract**

The current investigation entitled “APPLICATION OF THE LEAN SIX SIGMA TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE FERTILIZING RESOURCE IN THE COMPANY AGROPEL S.A.C. AREQUIPA 2020”. Its general objective was to determine how the implementation of the Lean Six Sigma tool increases the efficiency of the fertilizer resource in the company Agropel S.A.C. Monitoring the fertilizer resource from October 2020 to February 2021, having as an independent variable; implementation of Lean Six Sigma, and dependent variable; Efficiency.

The present study was approached in a quantitative research approach, quasi-experimental design and explanatory level; The instruments used to measure the dependent variable that is efficiency were the formulas validated by the judgment of experts related to the efficiency index and the efficiency index, the results of which are presented in tables and graphs.

The main conclusion implies that: The application of lean six sigma improves the efficiency of the fertilizer resource in the fertigation area by 9% of the company Agropel S.A.C. 2020.

**Key words:** lean, six, sigma, efficiency.