

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
TRUJILLO
BENEDICTO XVI**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN
SIX SIGMA EN EL PROCESO DE COSECHA DE ARÁNDANO DE
LAS EMPRESAS AGROINDUSTRIALES - LA LIBERTAD, 2018.”**

PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERÍO INDUSTRIAL

AUTORES:

- Br. ERVIN PAUL AVALOS GUEVARA.
- Br. ROBINSON ALEXANDER VALENCIA BOBADILLA.

ASESOR:

- Mg. Ing. JANET EDITH GONZALES VALDIVIA.

**TRUJILLO, PERÚ
2019**

Autoridades Universitarias

Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller y Fundador de la Universidad Católica de Trujillo

R.P. Fray Dr. John Joseph Lydon Mc Hugh, OSA

Rector y Vice Gran Canciller

Dra. Sandra Olano Bracamonte

Vicerrectora Académica

R.P. Mg. Ricardo Angulo Bazauri

Sub - Gerente General

Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos

Gerente de Administración y Finanzas

Mg. José Andrés Cruzado Albarrán

Secretario General

Dr. Luis Alberto Acosta Sánchez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres Leonor y Astenio, mis hermanos Erick y Alejandro, que por su amor y apoyo han sabido darme la voluntad para alcanzar mis metas, quienes siempre han estado para mí en todo aspecto de mi vida.

A mis amigos solidarios Carlos Urriza y Chary García, por sus consejos, por haberme brindado la oportunidad de crecer profesionalmente, y por enseñarme lo hermoso que puede ser seguir el camino de Cristo.

A los amigos que siempre quise tener y que conocí aún en la distancia, que me hicieron tanta compañía y a quienes aprecio por compartir los mismos gustos otakus que los míos, guardo un inmenso cariño hacia ustedes. A los CC Saku, Fer, Fito, Mica, Ale, Krisnaa, Valde, Tomoyo, Nigte, Juanca, Pablo, May, Yuki.

A Dalia Priscilla Valenzuela Rivera, quien siempre estuvo conmigo en todo momento desde que la conocí, y fue un gran apoyo en momentos difíciles, este trabajo refleja lo que tú y el personaje rubio me enseñaron: A nunca rendirse.

Ervin Paul Avalos Guevara

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante. Es una satisfacción para mí dedicarles a ellos, que con esfuerzo y trabajo me lo he ganado.

A mis padres Oscar Valencia y Estela Bobadilla, porque ellos son la motivación de mi vida de ser lo que seré.

A mis hermanos Jordy y Yessica, porque son la razón de sentirme orgulloso de culminar una de mis metas importantes y a Jessica Caballero una persona muy importante para mí, por el apoyo y confiar siempre en mí.

A mi mejor amigo Ervin por permitirme aprender más de la vida a su lado, esto es gracias a él.

Robinson Alexander Valencia Bobadilla.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, por habernos dado la voluntad y fuerza para culminar esta etapa de nuestras vidas.

Agradecer a nuestros docentes de la carrera Ingeniería Industrial por todos sus conocimientos transmitidos por ellos. A nuestra asesora Mg. Janet Gonzales Valdivia, por habernos ayudado con la elaboración de nuestra tesis.

Agradecer a nuestras familias por brindarnos el apoyo incondicional ya que gracias a ellos podemos culminar una de nuestras importantes metas a base de mucho esfuerzo y también agradecer a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron un aporte a este trabajo.

Los Autores.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Ervin Paul Avalos Guevara con DNI 47470554 y Robinson Alexander Valencia Bobadilla con DNI 70284639, bachilleres en Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería de la citada universidad para la elaboración y sustentación de la tesis titulada : “INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN EL PROCESO DE COSECHA DE ARÁNDANO DE LAS EMPRESAS AGROINDUSTRIALES - LA LIBERTAD, 2018”, la que consta de un total de 92 páginas, en la que se incluye 19 tablas y 49 figuras, y de un total de 6 páginas en apéndice.

Dejamos Constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento, corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Ervin Paul
Avalos Guevara
DNI: 47470554

Robinson Alexander
Valencia Bobadilla
DNI: 70284639

ÍNDICE

DATOS GENERALES	I
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	3
1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	11
2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	21
2.4. VARIABLES.....	21
2.4.1. DEFINICIÓN OPERACIONAL.....	21
2.4.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	22
CAPÍTULO III.....	23
MÉTODOLOGÍA.....	23
3.1. METODOLOGÍA SIX SIGMA	23
3.2. TIPO DE INVESTIGACION.....	24
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	24
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	24
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS	26
3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	26
3.8. ASPECTOS ÉTICOS	30

CAPÍTULO IV	31
RESULTADOS	31
4.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	31
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
4.3. CONCLUSIONES	81
4.4. RECOMENDACIONES	83
 BIBLIOGRAFÍA	 84
ANEXOS	87

LISTA DE GRÁFICAS

<i>Gráfico N°1 Nivel Sigma.....</i>	<i>12</i>
<i>Gráfico N°2 Cálculo DPMO</i>	<i>12</i>
<i>Gráfico N°3 Ejemplo Cálculo DPMO</i>	<i>13</i>
<i>Gráfico N°4 Cálculo Ejemplo Cálculo DPMO y nivel Sigma.....</i>	<i>14</i>
<i>Gráfico N°5 Metodología DMAMC</i>	<i>23</i>
<i>Gráfico N°6 Métodos de Cosecha</i>	<i>25</i>
<i>Gráfico N°7 Capacidad de pote de cosecha.....</i>	<i>25</i>
<i>Gráfico N°8 Prueba de Normalidad</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico N°9 Estadísticas Descriptivas.....</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico N°10 Capacidad de Proceso</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico N°11 Control de Proceso</i>	<i>29</i>
<i>Gráfico N°12 Gráfico de cajas.....</i>	<i>30</i>
<i>Gráfico N°13 Diagrama SIPOC.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico N°14 Project Charter.....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico N°15 Diagrama de Ishikawa.....</i>	<i>34</i>
<i>Gráfico N°16 Método 1</i>	<i>35</i>
<i>Gráfico N°17 Metodo 2</i>	<i>36</i>
<i>Gráfico N°18 Método 3</i>	<i>36</i>

<i>Gráfico N°19 Capacidad de pote de cosecha.....</i>	<i>38</i>
<i>Gráfico N°20 Prueba de Normalidad-Método 2.....</i>	<i>39</i>
<i>Gráfico N°21 Estadísticas Descriptivas-Método 2.....</i>	<i>40</i>
<i>Gráfico N°22 Capacidad de Proceso-Método 2.....</i>	<i>41</i>
<i>Gráfico N°23 Control de Proceso-Método 2.....</i>	<i>42</i>
<i>Gráfico N°24 Gráfico de cajas-Método 2.....</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico N°25 Prueba de Normalidad-Método 3.....</i>	<i>44</i>
<i>Gráfico N°26 Estadísticas Descriptivas-Método 3.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico N°27 Capacidad de Proceso-Método 3.....</i>	<i>46</i>
<i>Gráfico N°28 Control de Proceso-Método 3.....</i>	<i>47</i>
<i>Gráfico N°29 Gráfico de cajas- Método 3.....</i>	<i>48</i>
<i>Gráfico N°30 Prueba de Normalidad-1.1kg.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfico N°31 Estadísticas Descriptivas-1.1kg.....</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico N°32 Capacidad de Proceso- 1.1kg.....</i>	<i>51</i>
<i>Gráfico N°33 Control de Proceso- 1.1kg.....</i>	<i>52</i>
<i>Gráfico N°34 Gráfico de cajas- 1.1kg.....</i>	<i>53</i>
<i>Gráfico N°35 Prueba de Normalidad-1.6kg.....</i>	<i>54</i>
<i>Gráfico N°36 Estadísticas Descriptivas-1.6kg.....</i>	<i>55</i>
<i>Gráfico N°37 Capacidad de Proceso- 1.6kg.....</i>	<i>56</i>
<i>Gráfico N°38 Control de Proceso- 1.6kg.....</i>	<i>57</i>
<i>Gráfico N°39 Gráfico de cajas- 1.6kg.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico N°40 Indicadores Métodos de Cosecha.....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfico N°41 Gráfico Nivel Sigma – Método 2.....</i>	<i>65</i>
<i>Gráfico N°42 Gráfico Nivel Sigma PPM – Método 2.....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico N°43 Gráfico Nivel Sigma – Método 3.....</i>	<i>67</i>
<i>Gráfico N°44 Gráfico Nivel Sigma PPM – Método 3.....</i>	<i>68</i>
<i>Gráfico N°45 Gráfico Nivel Sigma – Pote 1.1kg.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico N°46 Gráfico Nivel Sigma PPM – Pote 1.1kg.....</i>	<i>70</i>
<i>Gráfico N°47 Gráfico Nivel Sigma – Pote 1.6kg.....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico N°48 Gráfico Nivel Sigma PPM – Pote 1.6kg.....</i>	<i>72</i>
<i>Gráfico N°49 Carta de Control.....</i>	<i>76</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla N°1 Operacionalización de Variables Independiente</i>	22
<i>Tabla N°2 Operacionalización de Variables Dependiente</i>	23
<i>Tabla N°3 Técnicas e instrumentos de recojo de datos.</i>	26
<i>Tabla N°4 Definición del problema</i>	31
<i>Tabla N°5 Definición del objetivo</i>	32
<i>Tabla N°6 Método 3 vs Método 2-Primer Periodo.</i>	59
<i>Tabla N°7 Método 2 vs Método 3-Segundo Periodo</i>	60
<i>Tabla N°8 Análisis Método 2-Distancias.</i>	60
<i>Tabla N°9 Análisis Método 3-Distancias</i>	61
<i>Tabla N°10 Análisis Método 2 vs 1</i>	62
<i>Tabla N°11 Análisis Método 3 vs 2.</i>	62
<i>Tabla N°12 Análisis Método 3 vs 1</i>	62
<i>Tabla N°13 Análisis Pote 11kg vs 1.6kg.</i>	63
<i>Tabla N°14 Análisis Pote 16kg vs 1.1kg</i>	64
<i>Tabla N°15 Cuadro Resumen</i>	72
<i>Tabla N°16 Formato de Control de Cosecha- Método</i>	73
<i>Tabla N°17 Formato de Control de Cosecha- Capacidad</i>	74
<i>Tabla N°18 Hoja de Verificación.</i>	75
<i>Tabla N°19 Cuadro de Costos</i>	77
<i>Tabla N°20 Cuadro de Inversión del proyecto</i>	77

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo la propuesta de un proyecto Seis Sigma; destacando con relevancia la importancia que posee la aplicación de esta Metodología en el proceso de cosecha de arándano en las empresas Agroindustriales porque su uso es fundamental para lograr mejorías de dicha actividad; permitiendo un incremento en el rendimiento en kg/h. De esta manera, según los estudios realizados y descritos en el desarrollo de este trabajo, los resultados que se obtuvieron son de carácter positivo, ya que entre otras cualidades, la Metodología Lean Six Sigma buscó aprovechar al máximo los recursos (materiales-humanos); optimizar la productividad del proceso, los cuales de manera paralela tendrán el efecto de disminuir el uso de horas extra y el uso de jornales dominicales, logrando así optimizar los recursos en las empresas agroindustriales. Además, las características descritas con anterioridad, generó que los costos en el área de Cosecha de Arándano sean menores a los que se presentan en la actualidad, gracias al adecuado uso del método.

Con la propuesta del proyecto Six Sigma quedó demostrada una influencia positiva, que bajo un adecuado manejo de método e instrumento de cosecha, habrá una mejora en cuanto al aumento del rendimiento en kg/h de 16.07%, (Método 3 – Pote de 1.6 kg), cuando se superan los 1000 kg/ha, equivalente a 317648.08 dólares en jornales durante la temporada de campaña (SET-DIC).

En la fase DEFINIR, se presentó los requerimientos necesarios para la puesta en marcha, responsables, problemática, objetivos, recursos, tiempo de desarrollo, costos, tal cual queda plasmado en el cuadro de proyecto – Project Charter.

En la fase MEDIR se buscó las principales variables que afectan el rendimiento en kg/h, se concluye que el método e instrumento de cosecha generarán mayor impacto en el desarrollo del proceso a través de un control y manejo durante los escenarios planteados (kg/ha).

En la fase ANALIZAR mediante herramientas estadísticas con MINITAB, se buscó minimizar la variabilidad del proceso, puesto que, a mayor variabilidad, mayor es el margen de error sobre los límites de específicos de control. Determinando que trabajar con el Método 3 (72% nivel de confianza) y el pote de 1.6 kg cuando hay > 1000 kg/ha (83% nivel de confianza), alcanzan un 1.5 nivel sigma, pudiendo permitir encaminar a una mejora a largo plazo hasta alcanzar el nivel adecuado (6 sigma). A su vez el Método 2 (72% nivel de confianza) y el pote de 1.1 kg (83% nivel de confianza), cuando $200 \geq x \leq 1000$, alcanzan un 0.96 nivel sigma.

En la fase CONTROLAR y MEJORAR se buscó evidenciar el desempeño del proceso y constante manejo de herramientas, mediante formatos estandarizados que recopilarán la información para su posterior estudio. Así tenemos un Formato de control de cosecha, Hoja de verificación y Cartas de control.

La EVALUACIÓN ECONÓMICA del proyecto nos dejó un beneficio de 79412.02 dólares en mano de obra por el manejo de las variables (método – capacidad de pote), donde el costo por desarrollar el proyecto Six Sigma es de 64348.6 dólares. Obteniendo como Beneficio/Costo 1.23 que indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

ABSTRACT

The current thesis aims at the proposal of a Six Sigma project; highlighting with relevance the importance that the application of this Methodology has in the blueberry harvesting process in the Agroindustrial companies because its use is fundamental to achieve improvements in said activity; allowing an increase in performance in kg/h. In this way, according to the carried out and described studies in the development of this work, the results obtained are positive. Among other qualities, the Lean Six Sigma Methodology seeks to make the most of resources (material-human); optimize the productivity of the process, which in parallel will have the effect of reducing the use of extra hours and the use of Sunday wages, thus optimizing resources in agro-industrial companies. In addition, the characteristics described above, will generate costs in the area of Cranberry Harvest are lower than those currently present, thanks to the proper use of the method.

With the proposal of the Six Sigma project, it is demonstrated a positive influence, that under an adequate method and harvesting instrument management, there will be an improvement in the yield increase in kg/h of 16.07%, (Method 3 - 1.6 kg pot), when it surpasses 1000 kg / ha, equivalent to 317648.08 dollars in wages during the campaign season (SET-DIC).

In the DEFINING phase, we present the necessary requirements for the start-up, responsible, problematic, objectives, resources, development time, and costs, as is shown in the project chart - Project Charter.

In the MEIR phase, the main variables that affect the yield in kg/h were searched, it is concluded that the method and instrument of harvest will generate greater impact in

the development of the process through a control and management during the proposed scenarios (kg /ha).

In the ANALYZE phase through statistical tools with MINITAB, the aim is to minimize the variability of the process, since, the greater the variability, the greater the margin of error over the limits of specific control. Determining that working with Method 3 (72% confidence level) and the 1.6 kg pot when there is > 1000 kg/ha (83% confidence level), reach a 1.5 sigma level, which can allow a long-term improvement until reaching the appropriate level (6 sigma). In turn Method 2 (72% confidence level) and the 1.1 kg pot (83% confidence level), when $200 \geq x \leq 1000$, reach a 0.96 sigma level.

In the CONTROL and IMPROVE phase, the aim is to demonstrate the performance of the process and constant use of tools, using standardized formats that will gather the information for further study. Therefore, we have a crop control format, verification sheet and control charts.

The ECONOMIC EVALUATION of the project leaves a benefit of 79412.02 dollars in labor for the management of the variables (method - pot capacity), where the cost to develop the Six Sigma project is 64348.6 dollars. Obtaining as a Benefit / Cost 1.23 that indicates that the benefits outweigh the costs, therefore, the project must be considered.