

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**METODOLOGÍA DMAIC Y OPTIMIZACIÓN DE LA  
GESTIÓN DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE CÍTRICOS DE LA  
EMPRESA PROCESADORA TORRE BLANCA S.A, HUARAL,  
2018**

**TESIS**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**AUTORA:**

**SOFÍA CRISTINA VEGA SOTO**

**ASESOR:**

**Dr. SOSA PALOMINO ALCIBIADES FLAMENCIO**

**CIP.22467**



**HUACHO – PERÚ**

**2020**

Metodología DMAIC y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la  
empresa Procesadora Torre Blanca S.A, Huaral, 2018

**SOFÍA CRISTINA VEGA SOTO**

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Nota de Autora:**

Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática, de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, presento mi trabajo de investigación, con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniero Industrial; la cual se desarrolló con el financiamiento propio de la autora y así también, se reconoce la asesoría brindada por el Dr. Alcibiades Flamencio Sosa Palomino para la elaboración de la presente tesis.

## ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO



**PRESIDENTE**

Ing. ALDO MANUEL CANALES CHANGANAQUI  
Registro CIP 158627



**SECRETARIO**

Ing. JORGE ANTONIO SÁNCHEZ GUZMÁN  
Registro CIP 38505



**VOCAL**

Ing. FILEMÓN BLAS FLORES  
Registro CIP 92659



**ASESOR**

Ing. ALCIBIADES FLAMENCIO SOSA PALOMINO  
Registro CIP 22467

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de Tesis a Dios por darme salud y cuidarme para poder seguir adelante.

A mis padres Sofía y Walter, por el esfuerzo que realizan para brindarme siempre lo mejor y demostrarme su amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento y en cada etapa de mi vida.

Sofía Cristina Vega Soto

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco la presente Tesis a Dios por brindarme salud y permitirme llegar a cumplir esta meta.

A mis padres que han permanecido a mi lado dándome siempre su apoyo, por su paciencia en mis largas jornadas de trabajo y estudio para la elaboración de esta Tesis.

Al Ing. Alcibiades Flamencio Sosa Palomino, por su grato asesoramiento en la presente investigación y llegar a la culminación de la misma.

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por haberme permitido estudiar y formarme como profesional, también a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial por su apoyo durante mi periodo de estudios.

Sofía Cristina Vega Soto

## ÍNDICE GENERAL

<b>PORTADA</b> .....	i
<b>CONTRAPORTADA</b> .....	ii
<b>ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xv
<b>RESUMEN</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xviii
<b>CAPÍTULO I: PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	20
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	20
1.2 Formulación del problema.....	22
1.2.1 Problema general.....	22
1.2.2 Problemas específicos .....	22
1.3 Objetivos de la investigación.....	23
1.3.1 Objetivo general.....	23
1.3.2 Objetivos específicos.....	23
1.4 Justificación de la investigación.....	24
1.5 Delimitación de la investigación.....	25
1.5.1 Delimitación espacial .....	25
1.5.2 Delimitación temporal.....	25

1.5.3	Delimitación social.....	26
1.6	Viabilidad de la investigación .....	26
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>		<b>27</b>
2.1.	Antecedentes de la investigación .....	27
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	27
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	31
2.2.	Bases teóricas .....	35
2.2.1.	Six Sigma.....	35
2.2.2.	Metodología DMAIC .....	35
2.2.3.	Fase Definir.....	38
2.2.4.	Fase Medir .....	42
2.2.5.	Fase Analizar .....	46
2.2.6.	Fase Mejorar .....	53
2.2.7.	Fase Controlar.....	57
2.2.8.	Calidad.....	59
2.2.9.	Gestión de Calidad .....	60
2.2.10.	Eficiencia .....	60
2.2.11.	Satisfacción del Cliente .....	61
2.3.	Definición de términos básicos .....	64
2.4.	Hipótesis de investigación .....	65
2.4.1.	Hipótesis general.....	65
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	66
2.5.	Operacionalización de las variables.....	67
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>		<b>68</b>
3.1.	Diseño metodológico .....	68

3.1.1.	Tipo .....	68
3.1.2.	Nivel .....	68
3.1.3.	Diseño.....	68
3.1.4.	Enfoque.....	68
3.2.	Población y muestra.....	68
3.2.1.	Población .....	69
3.2.2.	Muestra .....	69
3.3.	Técnicas de recolección de datos .....	70
3.3.1.	Técnicas a emplear .....	70
3.3.2.	Descripción de los instrumentos .....	70
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información .....	71
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>		<b>72</b>
4.1.	Descripción de la empresa.....	72
4.1.1.	Misión, Visión.....	72
4.1.2.	Descripción del producto.....	72
4.1.3.	Descripción del proceso.....	73
4.2.	Diagnóstico actual de la empresa.....	80
4.3.	Metodología DMAIC.....	82
4.3.1.	Fase Definir.....	82
4.3.2.	Fase Medir .....	94
4.3.3.	Fase Analizar .....	112
4.3.4.	Fase Mejorar .....	123
4.3.5.	Fase Controlar.....	149
4.4.	Optimización de la Gestión de la Calidad .....	153
4.4.1.	Eficiencia .....	153

4.4.2.	Satisfacción del cliente .....	154
4.5.	Análisis de resultados .....	154
4.5.1.	Validez del instrumento.....	154
4.5.2.	Confiabilidad del instrumento.....	155
4.5.3.	Respuesta a los problemas de la investigación .....	156
4.5.4.	Respuesta a los objetivos de la investigación .....	160
4.6.	Contrastación de hipótesis .....	162
	<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....</b>	<b>181</b>
5.1.	Discusión de resultados .....	181
	<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>187</b>
6.1.	Conclusiones.....	187
6.2.	Recomendaciones.....	191
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>193</b>
7.1.	Referencias bibliográficas .....	193
7.2.	Referencias hemerográficas.....	193
7.3.	Referencias documentales .....	194
7.4.	Referencias electrónicas .....	194
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>199</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Etapas y objetivos de la metodología DMAIC.....	37
<b>Tabla 2.</b> Asignación de valores para RA (probabilidad de aparición de fallas) .....	51
<b>Tabla 3.</b> Asignación de valores para RB (importancia para el cliente).....	52
<b>Tabla 4.</b> Asignación de valores para RE (probabilidad de hallazgo).....	53
<b>Tabla 5.</b> Operacionalización de las variables .....	67
<b>Tabla 6.</b> Descripción del producto .....	72
<b>Tabla 7.</b> % Reclamos del periodo abril – agosto 2018.....	80
<b>Tabla 8.</b> Frecuencia de los motivos de reclamos .....	81
<b>Tabla 9.</b> Escala de valoración – actividades críticas .....	81
<b>Tabla 10.</b> Matriz de detección de actividades críticas.....	81
<b>Tabla 11.</b> Matriz de la voz del cliente .....	93
<b>Tabla 12.</b> Medidas de los CTQ's .....	94
<b>Tabla 13.</b> Frecuencia de mediciones en el Desverdizado.....	98
<b>Tabla 14.</b> Tiempo de permanencia en las cámaras de Desverdizado .....	100
<b>Tabla 15.</b> Diferencias de tiempo de permanencia (Frecuencia).....	102
<b>Tabla 16.</b> % Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional .....	102
<b>Tabla 17.</b> % Exportable en Mercado Nacional – periodo de 18 días.....	104
<b>Tabla 18.</b> % Merma.....	106
<b>Tabla 19.</b> % Mermas – periodo de 18 días .....	108
<b>Tabla 20.</b> Variación de % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado después de desverdizado .....	110
<b>Tabla 21.</b> Criterios y valoración de la matriz GUT.....	114
<b>Tabla 22.</b> Matriz de priorización GUT .....	114
<b>Tabla 23.</b> Porcentajes de las causas de Reclamos por bajo % Exportable .....	115

<b>Tabla 24.</b> Matriz de Análisis Modal de Falla Efecto (AMEF) .....	119
<b>Tabla 25.</b> Análisis de peligros de materia prima, insumos y materiales .....	126
<b>Tabla 26.</b> Análisis de peligros del proceso .....	130
<b>Tabla 27.</b> Control de puntos críticos .....	141
<b>Tabla 28.</b> Matriz de priorización de mejoras .....	148
<b>Tabla 29.</b> Calificación de encuesta de satisfacción del periodo abril - agosto .....	154
<b>Tabla 30.</b> Validez del instrumento .....	155
<b>Tabla 31.</b> Escala de validez .....	155
<b>Tabla 32.</b> Resumen de procesamiento de casos .....	156
<b>Tabla 33.</b> Alfa de Cronbach del instrumento de investigación.....	156
<b>Tabla 34.</b> Escala de confiabilidad .....	156
<b>Tabla 35.</b> Variables introducidas/eliminadas.....	157
<b>Tabla 36.</b> Resumen del modelo.....	157
<b>Tabla 37.</b> Escala de correlación .....	157
<b>Tabla 38.</b> Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase definir).....	157
<b>Tabla 39.</b> Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase medir).....	158
<b>Tabla 40.</b> Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase analizar).....	158
<b>Tabla 41.</b> Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase mejorar).....	159
<b>Tabla 42.</b> Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase controlar) ...	159
<b>Tabla 43.</b> Coeficiente del modelo general.....	160
<b>Tabla 44.</b> Coeficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase definir) ...	160
<b>Tabla 45.</b> Coeficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase medir).....	161
<b>Tabla 46.</b> Coeficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase analizar) .	161
<b>Tabla 47.</b> Coeficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase mejorar)..	162
<b>Tabla 48.</b> Coeficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase controlar)	162

<b>Tabla 49.</b> Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X-Y).....	164
<b>Tabla 50.</b> Tabla de prueba de chi-cuadrado (X-Y) .....	165
<b>Tabla 51.</b> Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X <sub>1</sub> -Y) .....	167
<b>Tabla 52.</b> Tabla de prueba de chi-cuadrado (X <sub>1</sub> -Y) .....	168
<b>Tabla 53.</b> Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X <sub>2</sub> -Y) .....	170
<b>Tabla 54.</b> Tabla de prueba de chi-cuadrado (X <sub>2</sub> -Y) .....	171
<b>Tabla 55.</b> Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X <sub>3</sub> -Y) .....	173
<b>Tabla 56.</b> Tabla de prueba de chi-cuadrado (X <sub>3</sub> -Y) .....	174
<b>Tabla 57.</b> Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X <sub>4</sub> -Y) .....	176
<b>Tabla 58.</b> Tabla de prueba de chi-cuadrado (X <sub>4</sub> -Y) .....	177
<b>Tabla 59.</b> Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X <sub>5</sub> -Y) .....	179
<b>Tabla 60.</b> Tabla de prueba de chi-cuadrado (X <sub>5</sub> -Y) .....	180

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas de la Metodología DMAIC.....	36
<b>Figura 2.</b> Herramientas de la metodología DMAIC.....	38
<b>Figura 3.</b> Diagrama SIPOC.....	40
<b>Figura 4.</b> La Voz del Cliente .....	41
<b>Figura 5.</b> Gráfico de Control .....	46
<b>Figura 6.</b> Diagrama de Causa – Efecto.....	48
<b>Figura 7.</b> Diagrama de Pareto .....	50
<b>Figura 8.</b> Matriz de priorización .....	57
<b>Figura 9.</b> Elementos de una carta de control .....	58
<b>Figura 10.</b> Toneladas procesadas del periodo abril – agosto 2018 .....	73
<b>Figura 11.</b> Diagrama de operaciones del proceso de cítricos .....	79
<b>Figura 12.</b> Mapa de procesos – Recepción y pesado .....	87
<b>Figura 13.</b> Mapa de procesos – Desverdizado .....	87
<b>Figura 14.</b> Mapa de procesos – Selección .....	88
<b>Figura 15.</b> Mapa de procesos – Empacado.....	88
<b>Figura 16.</b> Diagrama SIPOC – Recepción y pesado .....	89
<b>Figura 17.</b> Diagrama SIPOC – Desverdizado.....	90
<b>Figura 18.</b> Diagrama SIPOC – Selección.....	90
<b>Figura 19.</b> Diagrama SIPOC – Empacado.....	91
<b>Figura 20.</b> VOC – Recepción y pesado.....	91
<b>Figura 21.</b> VOC – Desverdizado.....	92
<b>Figura 22.</b> VOC – Selección.....	92
<b>Figura 23.</b> VOC – Empacado .....	93
<b>Figura 24.</b> Gráfica X-S para la Frecuencia de mediciones en el Desverdizado .....	100

<b>Figura 25.</b> Diferencias de tiempo de permanencia (Frecuencia) .....	102
<b>Figura 26.</b> Gráfico de líneas del % Exportable en Mercado Nacional.....	104
<b>Figura 27.</b> Gráfica X-S para % Exportable en proceso de Mercado Nacional.....	105
<b>Figura 28.</b> Análisis de capacidad para % Exportable en proceso de Mercado Nacional .....	106
<b>Figura 29.</b> Gráfico de líneas del % Mermas.....	108
<b>Figura 30.</b> Gráfica X-S para %Merma .....	109
<b>Figura 31.</b> Análisis de capacidad para %Merma .....	110
<b>Figura 32.</b> Histograma de Variación % Exportable estimado Recepción - Desverdizado...	112
<b>Figura 33.</b> Diagrama de Ishikawa – Reclamos por bajo %Exportable .....	113
<b>Figura 34.</b> Diagrama de Pareto – Reclamos por bajo % Exportable .....	115
<b>Figura 35.</b> Árbol de decisiones para Materia prima, insumo y material.....	124
<b>Figura 36.</b> Árbol de decisiones para los PCCs .....	125
<b>Figura 37.</b> Mapa de procesos mejorado – Recepción y pesado.....	152
<b>Figura 38.</b> Mapa de procesos mejorado – Desverdizado .....	152

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Instrumento de la investigación .....	199
<b>Anexo 2:</b> Encuesta de satisfacción al cliente.....	202
<b>Anexo 3:</b> Matriz de consistencia .....	203
<b>Anexo 4:</b> Formato Control de parámetros en desverdizado de cítricos.....	204
<b>Anexo 5:</b> Formato Evaluación de lotes en proceso de desverdizado .....	205
<b>Anexo 6:</b> Formato Control de descarte de exportación de cítricos .....	206
<b>Anexo 7:</b> Formato Registro de recepción y evaluación de cítricos.....	207
<b>Anexo 8:</b> Formato Evaluación de cítricos después de desverdizado .....	208
<b>Anexo 9:</b> Probabilidad y Gravedad - HACCP.....	209
<b>Anexo 10:</b> Ponderación de criterios - Matriz de priorización de mejoras .....	211
<b>Anexo 11:</b> Formato Control para las cámaras de desverdizado .....	212
<b>Anexo 12:</b> Formato Evaluación de calidad para productos terminados – Cítricos.....	213
<b>Anexo 13:</b> Cálculo de la calificación de la encuesta de satisfacción del mes de julio .....	214
<b>Anexo 14:</b> Juicio de Experto .....	215
<b>Anexo 15:</b> Base de datos del Cuestionario.....	218
<b>Anexo 16:</b> Tabla Chi Cuadrado $X^2$ .....	220

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la relación entre la Metodología DMAIC con la Optimización de la Gestión de Calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. Huaral, 2018. **Materiales y métodos:** La investigación es de tipo aplicada, diseño no experimental, nivel correlacional y enfoque cuantitativa. La población en estudio fue de 100 colaboradores y una muestra de 45 al 95% de confianza. Se usó las técnicas de observación y encuesta mediante cuestionario y formatos como instrumentos. **Resultados:** El trabajo se inicia con el planteamiento del problema y su respectivo diagnóstico, del cual se determinó como subprocesos críticos a la Recepción y pesado, desverdizado, selección y empaçado, donde se desarrolló la metodología DMAIC (Fases definir, medir, analizar, mejorar y controlar). Se usó de mapas de procesos, diagramas SIPOC y la voz del cliente (VOC), se obtuvo como resultado los CTQ's con sus respectivas medidas. Se realizó las mediciones en gráficas de control, análisis de capacidad e histogramas, además se utilizó gráficas de barras y líneas. Se identificaron las causas en el diagrama de Ishikawa y se priorizó con el diagrama de Pareto, obteniéndose 8 causas vitales. Además, se realizó el análisis modal de falla efecto, obteniéndose 11 modos de falla a priorizar. Se desarrolló el HACCP y determinó las propuestas de mejora. Finalmente, se determinó los indicadores a controlar y el sistema de control propuesto mediante Poka Yoke. Se obtuvo un 94.17% de validez del instrumento a criterios de expertos y 93.20% de confiabilidad. **Conclusiones:** Se demuestra que la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos, obteniéndose un coeficiente de correlación de 78.60%.

**Palabras claves:** Metodología DMAIC, % Exportable, mermas, parámetros de calidad, requisitos, gestión de calidad y satisfacción del cliente.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the relationship between the DMAIC Methodology with the Optimization of Quality Management in the citrus line of the company Procesadora Torre Blanca S.A. Huaral, 2018. **Materials and methods:** The research is of an applied type, non-experimental design, correlational level and quantitative approach. The study population consisted of 100 collaborators and a sample of 45 to 95% confidence. Observation and survey techniques were used through questionnaire and formats as instruments. **Results:** The work begins with the statement of the problem and its respective diagnosis, which was determined as critical sub-processes to the Reception and weighing, degreening, selection and packaging, where the DMAIC methodology was developed (Phases define, measure, analyze, improve and control). Process maps, SIPOC diagrams and voice of the customer (VOC) were used, the CTQ's with their respective measurements were obtained as a result. Measurements were made in control charts, capacity analysis and histograms, in addition to bar and line graphs. The causes were identified in the Ishikawa diagram and prioritized with the Pareto diagram, obtaining 8 vital causes. In addition, the modal failure effect analysis was performed, obtaining 11 failure modes to prioritize. HACCP was developed and proposals for improvement were determined. Finally, the indicators to be controlled and the control system proposed by Poka Yoke were determined. A 94.17% validity of the instrument was obtained according to expert criteria and 93.20% reliability. **Conclusions:** It is shown that the DMAIC methodology is related to the optimization of quality management in the citrus line, obtaining a correlation coefficient of 78.60%.

**Keywords:** *DMAIC Methodology, % Exportable, losses, quality parameters, requirements, quality management and customer satisfaction.*

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se desarrolla con el propósito de desarrollar la Metodología DMAIC y demostrar si tiene relación con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A.

La gestión de calidad es conformada por un conjunto de acciones y procedimientos con la finalidad de garantizar la calidad del proceso, por lo que se disponen directrices a seguir en base a la política de calidad de una empresa. Debido a lo expuesto, la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. está comprometida con dicha calidad y tiene como filosofía la seguridad alimentaria en cada uno de sus procesos, lo que permite ofrecer productos de alta calidad, satisfaciendo las necesidades de los clientes; siendo un campo importante el sistema de gestión de calidad de la empresa.

No obstante, en la línea de cítricos es donde se presenta el mayor nivel de % No Exportable promedio lo cual genera niveles de eficiencia por debajo de lo requerido y la insatisfacción de los clientes que se ve reflejada en el aumento de reclamos. Es por ello que busca aumentar el % Exportable para asegurar la optimización de la gestión de calidad.

La presente investigación está distribuida en seis capítulos:

En el capítulo I, se especifica la problemática de la empresa, se formula el problema general y específicos para luego establecer los objetivos, también la justificación, delimitación y viabilidad de la investigación.

En el capítulo II, se detallan los antecedentes internacionales y nacionales relacionados con la investigación, se describen los conceptos teóricos referentes a la metodología DMAIC y gestión de calidad, las hipótesis a contrastar y se desarrolla la matriz de operacionalización.

En el capítulo III, se detallan la metodología, la población y se calcula la muestra, así como también se describen las técnicas, los instrumentos de recolección de datos y las técnicas de procesamiento de la información.

En el capítulo IV, se detalla el desarrollo de la metodología DMAIC, de sus 5 fases: fase definir, fase medir, fase analizar, fase mejorar y fase controlar. Así como también el análisis metodológico donde se indica la validez y confiabilidad obtenida del instrumento, el modelamiento de la investigación y la contrastación de hipótesis.

El en capítulo V, se presenta la discusión de los resultados, y finalmente, en el capítulo VI, se detalla las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

Actualmente, el sector de agroexportación es uno de los rubros más dinámicos de las exportaciones totales del país, por lo que para garantizar un buen desempeño y la misma exigencia del mercado ha generado que las empresas utilicen la mejor y la más avanzada tecnología agrícola del mundo en los últimos años.

Según El Comercio (2018), el 2017 el Perú pasó a ser la primera región exportadora de cítricos en América, posicionándose por encima de Chile, Estados Unidos y Argentina. Ubicándose mundialmente en la séptima posición como exportador de cítricos. Estos cítricos peruanos (como mandarina, clementina y tangelo) son destinados principalmente a Estados Unidos, Canadá, Holanda, China, Rusia y a Europa, los cuales demandan cada vez más por su variedad y calidad que éstos requieren.

Se refiere de la calidad al conjunto de propiedades inherentes a un producto que permite poder diferenciar entre unos y otros frutos en determinadas categorías, implica características, propiedades y atributos que dan valor al producto. En base al Codex Alimentarius hay características en los frutos tanto externas como internas que definen su calidad, las primeras como el color, forma, tamaño, porcentaje de daños o defectos, y lo segundo hace referencia a las características organolépticas como el °Brix, acidez e índice de madurez.

La empresa está comprometida con dicha calidad y tiene como filosofía la seguridad alimentaria en cada uno de sus procesos, ello le permite satisfacer las necesidades los clientes

brindando productos de alta calidad. Siendo un campo importante la gestión de calidad en las agroexportadoras, que conlleva a resultados deseados de eficiencia y eficacia.

La empresa objeto de la presente investigación, PROCESADORA TORRE BLANCA S.A. es una empresa líder que se dedica al procesamiento y comercialización de frutas y hortalizas refrigeradas para exportación, ofreciendo su servicio y experiencia a lo largo de toda la cadena logística. Forma parte del Grupo Romero y del operador logístico Ransa; cuenta con instalaciones para procesamiento de frutos como palta, cítricos, mango, granada, uva y arándano.

La línea de cítricos es la que tiene mayor nivel de % no exportable lo cual genera niveles de eficiencia por debajo de lo requerido y la insatisfacción de los clientes. Por lo que es importante analizar el flujo de proceso de la línea de cítricos para de esta manera poder determinar las actividades más riesgosas que afectan a este indicador.

El problema que presenta la empresa es que los clientes han reclamado los bajos % exportable entre los meses de junio y agosto del 2018; siendo las causas más probables de este problema la presencia de frutos fuera de categoría, por coloración externa no característica en la etapa de desverdizado, contaminación o pérdida de la calidad de los frutos por mala manipulación, encerado de fruto no cubre el 100%, frutos fuera de los calibres requeridos, pérdida de calidad por llenado incorrecto o mal acomodo de frutos en las cajas, pérdida de calidad por exceso o defecto de peso de cajas., por daños ocasionados por frío y entre otras que se detallará en el diagrama de causa - raíz.

En la preselección posterior al lavado y desinfección donde se retira todos los frutos que presenten daños severos; es decir indicios de pudrición, rajaduras, excesivo rameado, etc. Los frutos retirados se destinan a mercado nacional o a descarte. En la selección, la separación de frutos de acuerdo a los requisitos y tolerancias de defectos definidas para cada categoría, la

cual es realizada por personal capacitado. Los frutos que no cumplen los requisitos para exportación son destinados a la zona de mercado nacional.

Cabe mencionar que la empresa para aumentar el % Exportable instaló una máquina de volcado de bines en línea y de esta manera reducir las mermas por maltrato de los frutos en dicha actividad, pero no es suficiente para cubrir las expectativas de los clientes, así que es necesario realizar un análisis mediante la metodología DMAIC, la cual ayudará a establecer cómo mejorar el proceso en base al análisis actual de la empresa y los factores críticos de los requerimientos de los clientes.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general:**

¿En qué grado la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?

### **1.2.2 Problemas específicos:**

- ¿En qué grado se relaciona la fase definir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?
- ¿En qué grado se relaciona la fase medir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?
- ¿En qué grado se relaciona la fase analizar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?

- ¿En qué grado se relaciona la fase mejorar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?
- ¿En qué grado se relaciona la fase controlar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general:**

Determinar la relación entre la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Determinar la relación de la fase definir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.
- Determinar la relación de la fase medir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.
- Determinar la relación de la fase analizar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.
- Determinar la relación de la fase mejorar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

- Determinar la relación de la fase controlar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2015), debido a la creciente participación del mercado de productos agroindustriales, la exigencia es cada vez mayor, por lo que productores y exportadores buscan garantizar la inocuidad del producto desde su origen hasta su destino de consumo.

Por lo que principalmente en mercados de exportación desarrollados se han implementado diversas normas y códigos para asegurar la calidad e inocuidad, con el fin garantizar que dichos productos no sean dañinos para la salud de los consumidores, así como también cumplan con características establecidas (tamaños, pesos, presentación, etc.).

La empresa Procesadora Torre Blanca S.A. tiene como objetivo brindar el mejor servicio a sus clientes, para lo cual se requiere la aplicación de una filosofía de calidad.

##### **Justificación práctica**

La investigación se justifica porque ayudará a optimizar la gestión de calidad en la línea de cítricos mediante el uso de la metodología DMAIC, la cual se ha aplicado en varios sectores obteniéndose óptimos resultados; por lo que permitirá describir, analizar el problema de los reclamos de los clientes por bajos % de exportable y plantear soluciones que al ser aplicadas ayudará a resolver dicho problema asegurando la reducción de mermas y el aumento del % de exportable, por ende generar la satisfacción de los clientes.

## **Justificación teórica**

El desarrollo de la investigación logra constatar que la metodología a utilizar es un proceso sistemático basado en la medición de datos obtenidos, y que, haciendo uso de herramientas de calidad y estadísticas para su análisis, permitirá proponer diferentes mejoras y establecer procedimientos de control una vez implementadas. Asimismo, los logros obtenidos que se obtengan sirven para sostener teorías de la gestión de calidad tomando como base la satisfacción del cliente.

## **Justificación de relevancia social y organizacional**

El desarrollo de la investigación será relevante para la sociedad en la zona de influencia (consumidores) al adquirir un producto de calidad e inocuo, del cual se beneficiará también tanto clientes como proveedores al obtener mayores % de exportable. Además, se aportará información relevante para la toma de acciones en cuando a propuestas de mejora en la organización.

### **1.5 Delimitación de la investigación**

#### **1.5.1 Delimitación espacial:**

La investigación abarcará la línea de producción de cítricos en la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., ubicada en Carretera Huaral - Chancay, Calle Vencedores de Torre Blanca #205, Huaral – Chancay, Lima.

#### **1.5.2 Delimitación temporal:**

La investigación se desarrollará en un tiempo de 6 meses en el periodo 2019 - 2020, en base a los datos recogidos en el 2018.

### **1.5.3 Delimitación social:**

En la investigación intervendrán los supervisores y operarios de las áreas de Producción de la línea de cítricos y Aseguramiento de la Calidad, así como también los proveedores productores de cítricos, otros proveedores y clientes de la empresa.

### **1.6 Viabilidad de la investigación**

Es viable porque se dispone de información, ya que se cuenta con suficiente acceso de información primaria en internet, libros, etc. referente al tema de investigación y de la misma empresa.

El personal del área de Producción de la línea de cítricos colaborará desinteresada e incondicionalmente, así como también el personal de Aseguramiento de la Calidad están dispuesto a proporcionarme los datos actuales de la empresa y sobre el área respectiva principalmente, por cuanto los resultados de la investigación también son de su interés, ya que se plantea solucionar diversos tipos de problemas presentes en la línea de producción de cítricos y de tal manera optimizar la gestión de calidad.

Además, se cuenta con los recursos financieros necesarios para la ejecución del estudio; ya que el autor asumirá con la totalidad de los costos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Se ha explorado otras investigaciones tanto internacionales como nacionales relacionadas con el tema de metodología DMAIC y optimización del sistema de gestión de calidad, no se logró encontrar antecedentes con ambas variables en el campo de empresas de agroexportación de cítricos exactamente, sin embargo, podemos tomar información en otros sectores y de manera individual de las variables respectivas.

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

- i. Diago y Mercado (2013), con su tesis *“Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt Purepak de 210 g en la máquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma”*, para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Universidad de la Costa, CUC, Barranquilla. Colombia.

Plantea como objetivo general: “Aplicar la herramienta Seis Sigma en el proceso de envasado de yogurt Purepak de la empresa Coolechera Ltda. haciendo uso de la metodología DMAIC para reducir las unidades defectuosas por producción anual e incrementar la productividad”.

Para lograr dicho objetivo se usó la metodología DMAIC lo que permitió identificar el problema en el proceso de envasado, las especificaciones tanto de proceso como de cliente y las variables que intervienen para la obtención del producto. Para la recolección

de datos se tomó 7 muestras diarias aleatoriamente, durante 5 días de producción, resultando 35 subgrupos de unidades producidas, los cuales fueron analizados para poder conocer la situación actual del proceso.

Concluye que: Los defectos más notables y frecuentes en el proceso son el mal sellado, en la parte superior. Por lo tanto, se estableció como resultado para la variable crítica, temperatura de sellado, un rango de 345°-370° C permitiendo tener menores defectos. Además, se propuso la aplicación de los planes y programas de mantenimientos.

- ii. Varas (2010), con su tesis “*Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate*”, para obtener el título de ingeniero alimentos. Universidad de Chile, Santiago. Chile.

Plantea como objetivo general: “Implementar la metodología DMAIC para proyectos de mejora en las etapas de fabricación de chocolates”.

Para lograr dicho objetivo se usó la metodología DMAIC lo que permitió definir el propósito de la investigación y alcance. Además, recolectar datos que demuestren la ocurrencia del problema, identificar las causas potenciales, así como también detallar y desarrollar soluciones que eliminen o minimicen dichas causas, finalmente, mantener las mejoras realizadas mediante la

estandarización. Para la recolección de datos, se dividió el proceso en 5 subetapas por áreas, durante un lapso de 6 semanas (continuas).

Concluye que: Al implementar las mejoras, el valor sigma mejoró de 1.83 a 3,87. Para mantener bajo control las mejoras implementadas se crearon formatos. Se logró una reducción de costos significativo de \$ 22 millones de pesos anuales, disminuyendo las pérdidas en promedio de 207,6 kg, a 137,3 kg al día.

- iii. Vite (2015), con su trabajo final de graduación *“Implementación de la metodología DMAIC para reducir los defectos de etiquetado en una línea embotelladora de bebidas”*, para obtener el título de ingeniero de alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Ecuador.

Plantea como objetivo general: “Aplicación de la herramienta DMAIC en una Línea Embotelladora de bebidas con la finalidad de reducir los defectos de etiquetado en cada uno de sus formatos”.

Para lograr dicho objetivo se implementó la filosofía Seis Sigma utilizando la metodología DMAIC, lo que permitió precisar el alcance con la herramienta SIPOC, utilizar el diagrama causa – efecto para determinar las causas raíces, índices de capacidad de proceso y diagrama de Pareto. También se planteó opciones de mejora para minimizar el problema de índice elevado de DPMO, y se diseñó e implementó el plan de control para poder mantenerlo, elevando así la satisfacción del cliente.

Concluye que: Se logró identificar que calibración de paletas de engomado, calibración del cilindro de transferencia, destreza operativa en producción y el estado del cepillo de alisado, son las causas más probables que afectan al KPI de Inspección Final de Calidad. Además, la aplicación de la metodología DMAIC permitió mejorar el indicador en el año 2013 a 5841 de DPMO estableciendo una meta de 4286 de DPMO, siendo el promedio acumulado de 4025 de DPMO en el 2014.

- iv. Cardona y Manzur (2015), con su trabajo de grado *“Aplicación de la metodología Seis Sigma para la disminución del indicador de la merma de envase retornable en la planta de Coca Cola Femsa Nodo Medellín”*, para obtener el título de ingeniero industrial. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Envigado. Colombia.

Plantea como objetivo general: “Diseñar un método para disminuir la merma de envase en la embotelladora Coca-Cola FEMSA nodo Medellín utilizando la metodología Six Sigma”.

Para lograr el objetivo se usó la metodología DMAIC lo que permitió establecer las metas y métricos a mejorar, tomar datos de las áreas de producción, bodega y ventas, analizar dichos datos mediante ANFE y diagrama causa - efecto para identificar las causas de los problemas y seleccionar las mejores alternativas de mejora. Así como también implementar las mejoras seleccionadas y establecer acciones, responsables y periodicidad para llevar a cabo los procedimientos de control.

Concluye que: Se detallaron propuestas de mejora y cambios físicos (maquinaria he instalaciones), de procesos (SOP's) y también culturales (campana de concientización a concesionarios). Al implementar las mejoras, se evidenció un ahorro de 180,000,000 de pesos aproximadamente en seis meses, logrando disminuir el indicador de merma en 1.09.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

- i. Uchima (2017), con su tesis "*Aplicación de la metodología Six - Sixma para el incremento de la eficiencia en una empresa agroexportadora*", para obtener el título de ingeniero industrial. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Perú.

Plantea como objetivo general: "Aplicar la Metodología Six Sigma, para incrementar la eficiencia en los procesos de productos secos (castaña) en la Empresa Agroexportadora La Nuez S.R.L."

Para lograr el objetivo se usó la metodología DMAIC lo que permitió realizar una matriz de priorización de las problemáticas, en base a criterios (Producción, Calidad, Costo, Tiempo de entrega y Seguridad). Además, identificar los factores críticos de la calidad, determinar la capacidad y desempeño del proceso, identificar las causas potenciales de fallas mediante diagrama causa – efecto y plantear dos propuestas de mejora para incrementar la eficiencia, detallando los beneficios. Así como también realizar la evaluación técnica - económica de las propuestas.

Concluye que: Al controlar la variabilidad de la variable humedad, se podrá reducir los reprocesos hasta un 12%, aumentar la productividad a 28 Kg/h y reducir el tiempo de entrega de 7 días por contenedor a 4 días. Con la propuesta se logrará incrementar el aprovechamiento de la MP de 62% al 80%, lo cual también reducirá los productos en proceso y desperdicios de transporte, almacenaje, traslado y sobreproducción.

- ii. Mallqui (2018), con su tesis *“Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir la merma de Scrap en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno”*, para obtener el título de ingeniero industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Perú.

Plantea como objetivo general: “Aplicar la metodología Six Sigma para reducir la merma de scrap en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno”.

Para lograr el objetivo se usó la metodología DMAIC lo que permitió definir el problema, los objetivos, mapa de proceso y los indicadores de ineficiencia. Así como también identificar las variables críticas de entrada, validar el sistema de medición, la estabilidad y capacidad del proceso; determinar la causa raíz del problema mediante el diagrama de Ishikawa, usar el AMEF para identificar los principales efectos y ejecutar los planes de acción a los problemas. Por lo cual para el estudio se analizó los datos de la merma de scrap generada en los procesos de extrusión y telares del mes en el primer semestre del 2017.

Concluye que: El mayor porcentaje de merma de scrap se generan en los procesos de extrusión y telares, siendo un 85%. Las principales acciones de mejora desarrolladas fueron la elaboración de las especificaciones técnicas de los perfiles de temperatura, elaboración de instructivos y formatos específicos, y capacitación al personal.

El Nivel de Prioridad de Riesgo total (NPR) del proceso de extrusión disminuyó en 80% y del proceso de telares en 70%. El rendimiento mejoró en 0.10% y nivel sigma en 0.02 en el proceso de extrusión; y en el proceso de telares, el rendimiento mejoró 0.64% y nivel sigma 0.13. Se logró un ahorro de más de 100 mil dólares disminuyendo el porcentaje de merma de scrap, de 5% a 3.8%.

- iii. Delgado (2015), con su tesis *“Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos”*, para optar el grado de Magister en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Perú.

Plantea como objetivo general: “Proponer la implantación de la metodología Six Sigma en una planta de producción de productos plásticos para la reducción de la merma”.

Para lograr el objetivo se usó la metodología DMAIC en la línea 1 se usó herramientas como el mapa de procesos, FMEA, Pareto 80-20, diagrama causa-efecto, así como también de herramientas estadísticas; se efectuó el diagnóstico de la situación actual de la

merma y se detalló las situaciones por las cuales se producen. Además, para reducir la merma se establecieron la aplicación de acciones de gran impacto y bajo esfuerzo.

Concluye que: La aplicación de la metodología conlleva al objetivo de la empresa al reducir la variabilidad y, por consiguiente, la cantidad de scrap producido, también minimizando el reproceso y la baja productividad. Se logró una mejora importante del 5% en dos meses, se obtuvo ahorros significativos por la reducción del scrap, mejoras en la productividad y en los tiempos de entrega a los clientes.

- iv. Yoshisato (2017), con su tesis *“Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa Agrihusac S.A., Huaral, Lima 2017”*, para obtener el título de ingeniero industrial. Universidad César Vallejo, Lima. Perú.

Plante como objetivo general: “Determinar de qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejora la calidad del producto en la empresa AGRIHUSAC S.A.”.

Para lograr el objetivo se usó la metodología Kaizen, aplicando el ciclo de Deming es sus 4 pasos: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Se planteó como alternativas solución el Poka Yoke, y la implementación del HACCP como un sistema encargado de administrar la seguridad alimentaria. Para la muestra a ser analizada se tomaron los datos del proceso de naranjas en un periodo de 90 días.

Concluye que: Mediante el análisis inferencial con la prueba kolmogorov- Smirnov, se comprueba la calidad, resultando un valor de 0,2017 y luego de 0,3020, cumpliendo con la decisión de rechazar la hipótesis nula y aceptar la del investigador, al tener un p valor menos de 0.005, por lo que se puede decir que al aplicar el Lean Manufacturing logra mejorar la calidad del producto.

## **2.2. Bases teóricas**

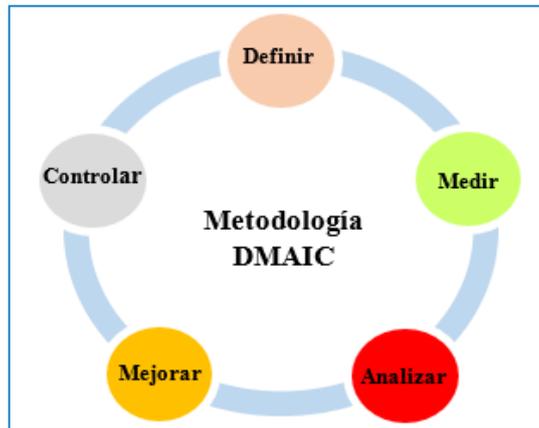
### **2.2.1. Six Sigma**

Moscoso y Yalan (2013) lo define como:

Una metodología que ayuda a lograr cero defectos, perfeccionando los productos y servicios. Podemos definir el término Sigma como aquel que permite medir la desviación del proceso. La finalidad de Seis Sigma es poder medir la cantidad de defectos producidos en el proceso para así poder tomar decisiones basados en los datos obtenidos como información y con ayuda de herramientas de la metodología identificar las causas y realizar mejoras para poder alcanzar lo más cerca posible al valor de cero defectos logrando la reducción de la variabilidad del proceso. (p.3)

### **2.2.2. Metodología DMAIC**

Esta metodología se usa para mejorar u optimizar procesos ya existentes, consta de cinco fases que son las siguientes:



**Figura 1.** Etapas de la Metodología DMAIC  
Fuente: Elaboración propia

La metodología DMAIC, está conformada por las siguientes etapas según Gómez y Barrera (2011):

1. **Definir:** se refiere a establecer los problemas principales y sus medidas respectivas para su comprensión, en esta etapa se determina y detalla el alcance del proyecto, y se elabora un mapa de flujo del proceso. Adicionalmente se establecen las variables que serán medidas y luego contrastadas.
2. **Medir:** en esta etapa se calcula el desempeño o comportamiento actual del proceso a mejorar (basado en el análisis de la etapa anterior), se determinan las causas potenciales que ocasionan los problemas, y se corrigen las fuentes o factores de variación para su correcta medición.
3. **Analizar:** una vez identificadas y ajustadas las fuentes o factores de variación (según la etapa anterior), se identifican las variables de los datos necesarios, para ser analizados posteriormente en el tiempo de manera comparativa. En esta etapa es necesario usar herramientas de calidad analíticas y estadísticas para obtener un alto nivel de análisis de las medidas que proyecten resultados significativos.

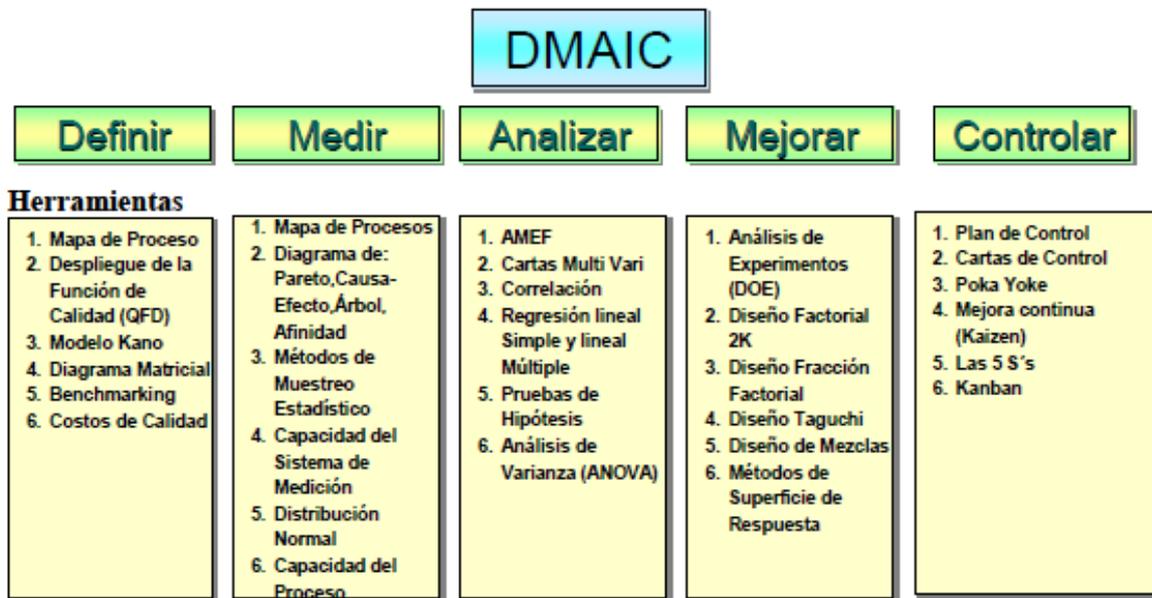
- 4. Mejorar:** en esta etapa se diseñan las soluciones que permitirán eliminar o minimizar los problemas, donde se implementan diversas opciones de mejora que son puestas a pruebas, y finalmente son validadas. Para ello se emplean diversas herramientas como flujogramas, diseños de pruebas de errores, detalle de protocolos, experimentos, etc.
- 5. Controlar:** en esta etapa se elabora el diseño del sistema del proceso mejorado, se contrastan las hipótesis planteadas anteriormente y se estudian los errores ocurridos en el transcurso de la implementación. Tiene como finalidad que los nuevos procesos planteados formen parte de la conducta de todos los colaboradores de la empresa, para lo cual se debe documentar los métodos aplicados y hacer que formen parte de las políticas internas. Finalmente, se establecen los controles y los métodos de monitoreo para asegurar que los cambios propuestos sean implementados óptimamente y se mantengan en el tiempo. (p.229 – 230)

**Tabla 1.** *Etapas y objetivos de la metodología DMAIC*

<b>Etapas</b>	<b>Objetivos</b>
DEFINIR	Identificar el proceso crítico y sus actividades, definir las entradas y salidas, así también los requisitos del cliente, para identificar los problemas presentes a mejorar.
MEDIR	Medir los datos recolectados del proceso para entender la situación actual de la empresa.
ANALIZAR	Analizar los datos obtenidos (procesamiento) para determinar las causas que provocan el mal desempeño del proceso.
MEJORAR	Determinar posibles soluciones al problema detectado y desarrollar las más beneficiosas para la organización.
CONTROLAR	Establecer un plan de control que garantice alcanzar el nivel óptimo de la mejora implementada.

Fuente: Elaboración propia

## Herramientas de la Metodología



*Figura 2. Herramientas de la metodología DMAIC*

Fuente: Valle (2012). Análisis estadístico de procesos. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/JulioCesarValdez/six-sigma-jcvv10007274rev0>

### 2.2.3. Fase Definir

Según Elizondo (2007):

Es la primera fase de la metodología DMAIC, donde se selecciona y determina el proceso a mejorar y se establecen los recursos necesarios para la realización del proyecto. También se establecen el alcance y las expectativas enfocados en los requerimientos del cliente. (p.15 - 16)

#### Pasos:

- Establecer los requerimientos del cliente
- Describir el problema a analizar, los objetivos y beneficios
- Identificar al líder del proyecto, dueño del proceso y al equipo.
- Detallar los recursos necesarios
- Indicar el principal apoyo organizacional
- Desarrollar el plan del proyecto
- Mapear el proceso. Elizondo (2007)

### **Herramientas:**

- Project Charter
- Diagrama de flujo
- Diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Clients)
- CTQ's (variables críticas para la calidad)
- VOC (voz del cliente)
- QFD (despliegue de la función de calidad)
- 5W's y 2H's. Elizondo (2007)

#### **A. Mapa de procesos**

Se puede definir como la representación gráfica del proceso donde se hace uso de símbolos de diagramas de flujo estándares, para esquematizar la secuencia de actividades que conforman el proceso para obtener como resultado una salida que cumpla con ciertos requisitos determinados.

De acuerdo con Pyzdek, (2003):

“Un mapa de procesos equivale a una guía para ayudar a los colaboradores a entender el proceso”. (p.252)

Alcántara (2017) indica que se debe planificar previamente para mapear un proceso, de la siguiente manera:

- Elegir el proceso a mapear
- Definir y comprender el proceso
- Realizar el mapeo general del proceso
- Realizar el mapeo de rutas posibles
- Establecer puntos de control en el mapa
- Analizar el mapa y en base a ello mejorar el proceso. (p.13)

## B. Diagrama SIPOC

Representa una visión de alto nivel de un proceso, donde se muestra los proveedores, entradas, procesos, productos y clientes. Los clientes reciben o usan los resultados del proceso, son los usuarios de los productos o servicios salientes del proceso. Los insumos son necesarios para el funcionamiento del proceso y son proporcionados por los proveedores. Jiménez (2017)

Asimismo, Alcántara (2017), con el propósito de realizar un adecuado diagrama sugiere seguir los siguientes pasos:

- Detallar las actividades del proceso.
- Identificar los elementos de salida.
- Identificar los clientes, usuarios que reciben las salidas.
- Identificar los elementos de entrada que se necesitan para el proceso.
- Identificar los proveedores que suministran las entradas.
- Verificar la información recabada y realizar los ajustes necesarios.
- Finalmente, realizar el diagrama SIPOC. (p.14)

<b>S</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>O</b>	<b>C</b>
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3 ....	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

**Figura 3.** Diagrama SIPOC

Fuente: Jiménez (2017). 4 diagramas para identificar el alcance del SGC y sus procesos. Obtenido de Pymes y Calidad 2.0 Gestión Sin Líos: <https://www.pymesycalidad20.com/4-diagramas-para-identificar-el-alcance-del-sgc-y-sus-procesos.html>

### C. Voz del cliente (VOC)

Alcántara (2017) define:

Es la percepción que tiene el cliente sobre alguna condición particular dentro del proceso de una organización. Teniendo presente que el cliente es el receptor o usuario del resultado de un proceso determinado, que puede ser tanto interno como externo. Por lo que es importante poder identificar, conocer y comprender cómo percibe el cliente el proceso, además también cuáles son las características críticas para el cliente que deben ser medidos por la organización. (p.15-16)

Para determinar propuestas de mejora es necesario basarse en los reclamos de cliente, para poder identificar las características claves (CTC) y determinar indicadores con la finalidad de darle seguimiento (KPI).

Se puede afirmar que los clientes desconocen el proceso de los servicios o productos que adquieren, por lo que no conocen las actividades dentro de la organización; así que de todas las necesidades críticas consideradas por cliente es necesario priorizarlas, para determinar las que debemos atender.



**Figura 4.** La Voz del Cliente

Fuente: Alcántara (2017). Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC. Pontificia Universidad Católica, Lima, Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9030>

Según Alcántara (2017) la voz del cliente se puede considerar como:

- Obligatorias, cuando es crítico para mantener el negocio.
- Necesarias, cuando es importante para permanecer y hacer crecer el negocio. Deben ser atendidas luego de las que son obligatorias.
- Deseables, las que generan la diferenciación del negocio. (p.16)

#### **2.2.4. Fase Medir**

Según Elizondo (2007) define como:

La segunda fase de la metodología DMAIC, donde luego de definir la información del proceso y establecer los objetivos, se realiza la medición de las variables, obteniéndose datos válidos sin hacer estimaciones ni suposiciones, para comprender la situación actual del proceso a mejorar. (p.16 - 17)

##### **Pasos:**

- Definir la unidad de medida
- Realizar procedimiento de recolección de datos
- Establecer y validar el sistema de medición
- Recabar los datos
- Desarrollar la relación  $Y = f(x)$  de las variables
- Calcular la capacidad de proceso y el nivel sigma. Elizondo (2007)

##### **Herramientas:**

- Plan de recolección de datos
- Sistemas de medición
- Gráfica R y R
- Recolección de VOC
- Cálculo del nivel sigma. Elizondo (2007)

## A. Capacidad del proceso

Según Bertrand y Prabhakar (1989), el análisis de la capacidad del proceso es básico para todo programa de control de calidad, que tiene como finalidad analizar la conformidad de las unidades producidas de un proceso en base a especificaciones. (p.199)

El análisis de capacidad busca calcular la variabilidad del proceso cuando no existan ya factores ajenos que afecten el proceso. De esta manera facilita la estimación de nivel de calidad que puede alcanzar un proceso o maquinaria y determinar si es capaz o no. El análisis de capacidad de maquinaria es más restringido, a diferencia de proceso donde influyen personas.

Según explica Booker, Raines y Swift (2001):

Actualmente se utilizan dos índices para estimar la capacidad de proceso, los cuales son el Cp y Cpk, para los cuales es necesario usar para el análisis, datos que sigan una distribución normal.

### a) Cp (Índice de capacidad del proceso)

Es el valor cuantitativo que determina si un proceso es capaz de producir unidades que estén conforme a las tolerancias establecidas, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Cp = \frac{U - L}{6\sigma}$$

Donde, U se refiera al límite de especificación superior, L al límite de especificación inferior y el  $\sigma$  (sigma) equivale a la desviación estándar. Al calcular según la fórmula se obtiene el Cp, que se puede decir que es la

proporción entre la voz del cliente (diferencias de los límites de especificación) y la voz de la empresa (variación del proceso). (p.289)

Por lo tanto, Booker, Raines, y Swift (2001), interpretan lo siguiente:

- Cuando se obtiene un valor de Cp igual o mayor a 1.33, indica que la distribución de las características del producto cubre el 75% de la tolerancia. Por lo que se puede decir que el proceso es capaz de producir unidades cumpliendo adecuadamente las especificaciones.
- Cuando se obtiene un el valor de Cp menor a 1.33, indica todo lo contrario a lo anterior expuesto, quiere decir que el proceso no es capaz de producir unidades que cumplan con las especificaciones solicitadas, resultando como un proceso crítico que se debe analizar.

b) Cpk (Índice de capacidad real del proceso)

Es el valor cuantitativo que se usa para determinar si la media de los datos del proceso se encuentra centrada entre los límites de especificación, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Cpk = \frac{|\mu - Ln|}{3\sigma}$$

Donde,  $\mu$  se refiera a la media de los datos, Ln al límite de especificación más cercana a la media el  $\sigma$  (sigma) equivale a la desviación estándar. Al calcular según la fórmula utilizando el límite más cercano a la media hace que el resultado se base al peor escenario y el análisis no sea sobreoptimista.

Al igual que el índice Cp, el valor obtenido se interpreta como que el proceso es capaz si el Cpk es mayor o igual a 1.33, de lo contrario cuando

es menor a 1.33, quiere decir que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones. (p.290-291)

## **B. Histograma**

Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009) lo define como una herramienta de calidad que está basada en un diagrama de barras donde se muestran las frecuencias de un conjunto de datos en intervalos establecidos; por lo que su ordenamiento facilita la interpretación de la información. Un ejemplo común de histograma es el diagrama de Pareto.

Esta herramienta de calidad es usada para:

- Mostrar el perfil de diferenciación entre los datos
- Informar visualmente el desempeño del proceso
- Facilitar la toma de decisiones hacia donde enfocar las mejoras a realizar.

La información de los datos se muestra en el histograma en forma de una serie de rectángulos de igual ancho, uno tras otro, representado intervalos dentro del rango, y con diferentes alturas que representan la frecuencia de datos. Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009)

## **C. Gráfico de Control**

SPC Consulting Group (2013) lo define:

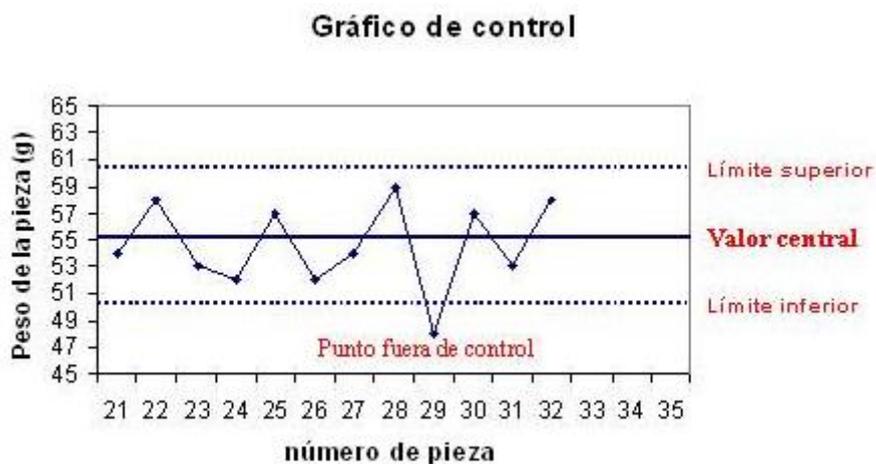
“Es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición”.

La gráfica está conformada por una línea en la parte superior que representa el límite de control superior (LSC), una línea central (LC) y una línea inferior que representa el límite de control inferior (LIC). Dichos límites de control en la gráfica

establecen el intervalo donde se espera que se encuentre los puntos basado en valores que pueden ser promedio, rangos, desviación de grupos de datos.

Los gráficos de control son usados para:

- Determinar si un proceso se encuentra bajo control estadístico.
- Diagnosticar el desempeño de un proceso en el transcurso del tiempo.
- Indicar si el proceso está mejor o peor.
- Identificar fuentes que provocan la variación del proceso.
- Detectar problemas. Consulting Group (2013)



**Figura 5.** Gráfico de Control

Fuente: SPC Consulting Group (2013). Gráfico de Control. Obtenido de [https://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/#disqus\\_thread](https://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/#disqus_thread)

### 2.2.5. Fase Analizar

Elizondo (2007) refiere que es la tercera fase de la metodología DMAIC, donde se analizan los datos recabados y medidos en la etapa anterior de medición con la finalidad de generar una serie de causas o fuentes de variación para posteriormente separar los pocos vitales (variables o causas más probables que originan la variación) de los muchos triviales (variables o causas menos probables); y enfocar las propuestas de mejora a los pocos vitales. (p.17-18)

#### **Pasos:**

- Definir los objetivos

- Identificar y separar el valor agregado del no agregado
- Identificar las causas o fuentes de variación
- Determinar las causas raíz
- Establecer las causas vitales en la relación  $Y = f(x)$ . iSixSigma (2007)

**Herramientas:**

- Histograma, diagrama de Pareto
- Series de tiempo
- Diagrama de dispersión
- Análisis de regresiones
- Diagrama de Ishikawa
- 5 por qué's
- FMEA (Análisis de Modo y Efecto de Falla)
- Análisis estadístico. Elizondo (2007)

**A. Diagrama Ishikawa**

Según Alcántara (2017), es una herramienta de calidad de simple gráfica que despliega las causas concernientes al problema que se está analizando. (p.21).

Para desarrollar un diagrama Ishikawa, se tiene que tener en cuenta los siguientes pasos:

- El diagrama de flujo del proceso
- Precisar claramente el problema a mejorar
- Encontrar todas las causas posibles del problema mediante una lluvia de ideas.
- Ordenar en criterios los resultados de la lluvia de ideas

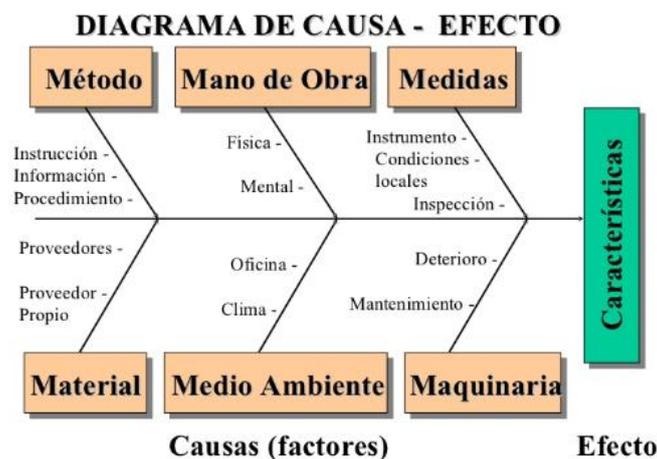
- Realizar el diagrama Ishikawa con las causas identificadas del problema.

Alcántara (2017)

Una vez bien definido y delimitado el problema, es momento de investigar sus causas.

Por lo otro lado Gutiérrez (2014) lo define como un método gráfico útil para presentar y analizar las posibles causas que están en relación con el efecto que viene a ser el problema. (p.206)

Para realizar el diagrama, el método de las 6M es el más conocido y consiste en reunir las causas potenciales en 6 criterios siguientes: Método, mano de obra, medida, material, medio ambiente y maquinaria. Estos criterios o ramas generalmente engloban las posibles causas que puedan afectar la variabilidad del proceso a todo el proceso, por lo que se espera que las causas del problema estén relacionadas con uno de los criterios. Gutiérrez (2014) (p.206)



*Figura 6. Diagrama de Causa – Efecto*

Fuente: Reyes (2012). Diagrama de Causa - Efecto. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/oscarreyesnova/diagrama-de-causa-efecto>

## B. Diagrama de Pareto

Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009) indica que el diagrama de Pareto puede ser usado para:

- Mostrar, en orden de prioridad, la influencia que tiene cada elemento en el problema o efecto.
- Priorizar las propuestas de mejora.

Es una herramienta gráfica basada en un gráfico de barras que permite priorizar elementos de forma ordenada, desde el que tiene mayor frecuencia hasta el de menor frecuencia. En muchas situaciones que plantean las organizaciones, los problemas presentan desigual importancia lo cual no está sujeto a cuestiones de calidad.

En el diagrama se da el principio de Pareto que hace referencia a “los pocos vitales y los muchos triviales”. Mayormente la proporción es de un 20% aproximadamente para los “pocos vitales” y de un 80% para los “muchos triviales”. En el cual los pocos vitales son los responsables del mayor efecto. Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009)

En el diagrama se muestran de forma decreciente la influencia de cada elemento o factor en el efecto. Dicha influencia puede estar basada en la información de la cantidad de sucesos (frecuencia), en el costo asociado u otras mediciones relevantes como puntajes por valoraciones sobre el efecto. El gráfico indica los porcentajes acumulados de la influencia de los elementos o factores mediante una curva de frecuencias acumuladas.

Por otro lado, Gutiérrez (2014) lo define como:

Gráfica de barras que se usa para identificar prioridades de los factores a analizar ya que se ordena por nivel de importancia los elementos. Es un gráfico donde se analizan variables o datos categóricos, con la finalidad de facilitar la identificación de los principales problemas o de las causas vitales.

La idea es elegir implementar las mejoras más significativas realizando el menor esfuerzo. (p.193)

Por otro lado D. (2018) indica que se usa para hallar la principal causa de un efecto, para así poder orientar el mayor esfuerzo en mejorar, controlando o eliminando dicha causa que afecta al problema. Esta herramienta es muy utilizada en calidad y gestión de procesos para priorizar posibles causas de defectos que afecta la calidad o encontrar indicios de posibles problemas a futuro.

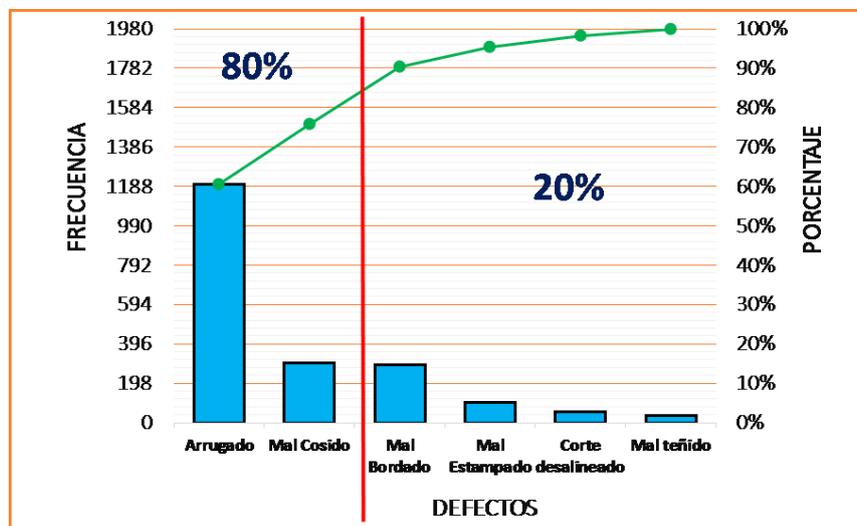


Figura 7. Diagrama de Pareto

Fuente: D. (2018). El Diagrama de Pareto. Obtenido de Central:

<http://ingenieriaindustrialeasy.blogspot.com/2018/01/el-diagrama-de-pareto.html>

### C. Análisis Modal Falla Efecto (AMFE)

Según Wikipedia (2019), es una herramienta muy usada en las empresas durante todo el ciclo de vida del producto y últimamente también de un servicio. Es un medio de análisis de fallas potenciales en un sistema de categorización definitivo por la gravedad de los fallos en el proceso; donde los modos de fallos pueden ser causados por un error o defecto en el proceso, principalmente los que afectan a los clientes. Para luego analizar los efectos de dichas fallas, que se refieren a las consecuencias.

En el AMEF, dependiendo de cuan serias sean sus consecuencias de los fallos se asigna la prioridad, la ocurrencia según la frecuencia con la que suceden y la detección según la dificultad para ser localizadas. Además, contiene el control existente y las acciones a tomar sobre fallos para lograr una mejora continua.

Los pasos para elaborar el AMEF son:

- Detallar el nombre del producto y la función que realiza
- Describir los modos de falla posibles
- Detallar el efecto de la falla
- Aginar los valores de gravedad, probabilidad de ocurrencia y la probabilidad de no detección de la falla
- Posteriormente, hallar el NPR, multiplicando el valor de gravedad, probabilidad de ocurrencia y probabilidad de no detección
- Plantear contramedidas según los NPR obtenidos. Wikipedia (2019)

### **Formas de cálculo de NPR**

Según Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009) explica:

El RPZ (NPR, Número de prioridad de riesgo) se halla multiplicando los tres valores siguientes:

- RA: Probabilidad de aparición de falla
- RB: Importancia de la falla para el cliente (gravedad)
- RE: Probabilidad de hallazgo o detección de la falla

**Tabla 2.** *Asignación de valores para RA (probabilidad de aparición de fallas)*

<b>Probabilidad de aparición</b>	<b>Valor para RA</b>
Poco probable (1)	1
Muy insignificante (2)	2 – 3
Insignificante (3)	4 – 6
Mediano (4)	7 – 8
Elevado (5)	9 - 10

Fuente: Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009). Herramientas para la Mejora de la Calidad. Montevideo, Uruguay. Recuperado el diciembre de 2019, de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>

En la tabla 2 muestran los valores a asignar según la probabilidad de aparición, donde: (1) Es poco probable que aparezca, (2) la probabilidad es muy insignificante debido que el proceso está bajo control estadístico o es capaz de cumplir con las especificaciones, (3) la probabilidad es insignificante debido a que puede aparecer fallas a pesar de que el proceso está bajo control estadístico o es capaz de cumplir con las especificaciones, (4) existe una mediana probabilidad ya que surgen fallas frecuentemente a pesar que el proceso está bajo control estadístico; y (5) existe una probabilidad elevada de que surjan fallas muy importantes.

En la tabla 3 muestran los valores a asignar según la importancia de la falla para el cliente, es decir la gravedad.

**Tabla 3.** *Asignación de valores para RB (importancia para el cliente)*

<b>Importancia para el cliente</b>	<b>Valor para RB</b>
Es poco probable que el cliente perciba la falla	1
El cliente siente una molestia insignificante por la presencia de la falla	2 - 3
El cliente se siente molesto por la presencia de la falla	4 – 6
El cliente se enoja por la presencia de la falla	7 – 8
La falla es extremadamente grave, pudiendo perjudicar la seguridad o hacer que el producto no cumpla con las disposiciones legales	9 – 10

Fuente: Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009). Herramientas para la Mejora de la Calidad. Montevideo, Uruguay. Recuperado el diciembre de 2019, de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>

En la tabla 4 muestran los valores a asignar según la probabilidad de que la falla se descubra o detecte.

**Tabla 4.** *Asignación de valores para RE (probabilidad de hallazgo)*

<b>Probabilidad de hallazgo</b>	<b>Valor para RE</b>
Elevada (puede detectarse en fases posteriores del proceso de realización) Ejemplo: UPS en informática	1
Mediana (la falla es evidente) Ejemplo: Inspección visual	2 - 5
Insignificante (la falla es fácil de reconocer)	6 – 8
Muy insignificante (la falla no es fácil de reconocer)	9
Poco probable (no es posible ensayar o no se realiza el ensayo de la característica que origina la falla) Ejemplo: Se declara un peso de producto, pero no se controla su peso.	9 – 10

Fuente: Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009). Herramientas para la Mejora de la Calidad. Montevideo, Uruguay. Recuperado el diciembre de 2019, de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>

### **2.2.6. Fase Mejorar**

Elizondo (2007) lo define como la cuarta fase de la metodología DMAIC, donde se corroboran que las propuestas de mejoras planteadas van a lograr los objetivos de la optimización de la calidad. Por lo que se prueba la solución a pequeña escala en el campo del proceso como plan piloto. Esto da la garantía de haber regulado las causas que provocan la variación del proceso y que asegura que la solución planteada va a funcionar cuando se implemente. (p.19)

#### **Pasos:**

- Generar diversas propuestas de mejora para atacar las causas raíz
- Seleccionar la mejor propuesta de mejora usando la matriz de priorización
- Establecer las tolerancias del sistema
- Evaluar la solución potencial
- Validar mejoras potenciales mediante estudios piloto
- Realizar la corrección y reevaluar la solución potencial. Elizondo (2007)

#### **Herramientas:**

- Lluvia de ideas de propuestas de mejora
- Métodos a prueba de error

- Diseño de experimentos (DOE)
- Matriz de priorización
- QFD
- AMEF
- Programas de simulación de procesos. Elizondo (2007)

#### **A. Haccp**

El análisis de peligros y puntos críticos de control (“hazard analysis and critical control points”), conocido como HACCP, según el Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009) es una herramienta cualitativa que utiliza el análisis de riesgos a nivel de procesos, y su uso comenzó en la industria farmacéutica y donde elaboraban productos que podrían causar daños significativos a la salud humana, inclusive la muerte. En ese entonces cuando no se podía asegurar que los productos que producían no tenían algún elemento contaminante que fuese perjudicial para el consumidor.

Actualmente el HACCP, se puede emplear en diversas situaciones como una herramienta que asegura y garantiza la calidad, y hace referencia a peligros físicos, químicos o biológicos.

El concepto de cada uno de sus términos que conforman la expresión HACCP son:

**Análisis**, hace referencia a estudiar o identificar los peligros.

**Peligro**, se refiere a una fuente potencial de un daño; que puede ser de tipo biológico, químico o físico, el cual ocasiona un efecto desfavorable para la salud.

**Puntos**, hace referencias a lugares, operaciones, actividades, procesos o situaciones.

**Críticos**, hace referencia a un alto grado de peligrosidad o de riesgo referente a la seguridad, la salud de los consumidores o a la calidad del producto.

**Control**, es la verificación de los resultados obtenidos previamente y su respectiva toma de acciones.

Entonces se dice que, es la identificación de peligros ya sea reales o potenciales y su clasificación según tipo, asociado a dichos peligros se seleccionan los puntos críticos para la calidad considerando que deben ser verificados y controlados.

Para desarrollar un HACCP se debe considerar:

- a) Conocer bien el producto y su proceso, para poder estudiar, identificar y clasificar los peligros presentes.
- b) Se debe verificar las características del proceso relacionadas a dichos peligros.
- c) Estudiar de manera rápida y sencilla los puntos donde aparecen condiciones riesgosas. Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009)

## **B. Matriz de Priorización**

Canive (2019) explica que:

“Es una herramienta para seleccionar las distintas alternativas de soluciones, en base a la ponderación de opciones y aplicación de criterios”.

### **Beneficios**

- Obtener soluciones eficaces

- Valorar expectativas
- Identificar criterios de selección
- Explorar diversas opciones planteadas
- Contrastar soluciones referentes a los mismos criterios
- Identificar riesgos
- Planificar alternativas flexibles basadas requerimientos reales. Canive (2019)

Para elaborar una matriz de priorización se sugiere seguir los pasos siguientes:

- 1) Determinar los principales problemas
- 2) Sintetizar claramente el problema central
- 3) Identificar las causas que afectan al problema
- 4) Definir los efectos del problema
- 5) Determinar las opciones o soluciones de mejora. Listar las distintas alternativas. Para proponer alternativas creativas se recomienda trabajar en equipo.
- 6) Elaborar los criterios de selección. Determinar la conexión, que es importante que cumplan, que relaciona todas las opciones listadas anteriormente.
- 7) Ponderar los criterios, es decir asignar valoraciones de forma imparcial para cada uno de los criterios, lo cual se realiza mediante una matriz tipo-L. En la matriz se colocan los todos los criterios en los ejes vertical y horizontal, para luego dar la valoración numérica a cada uno en base a una escala establecida.
- 8) Elaborar la matriz de priorización tomando en cuenta el valor ponderado para cada criterio, se coloca en el eje vertical las soluciones a valorar y se va completando la matriz para finalmente calcular los valores totales. Canive (2019)

Alternativa de actividades	1	2	3	4	5	6	7	Total
	Cuenta con apoyo de actores relevantes	Viabilidad Financiera	Efecto a corto plazo	Costo/beneficio	Sostenibilidad	Efecto a largo plazo	Viabilidad técnica	
	Hasta 20	Hasta 20	Hasta 15	Hasta 15	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 10	
Desarrollo de un Plan familiar Integral en el cuidado infantil	18	16	12	15	08	08	10	87
Gestión para desarrollo de proyectos de inversión para ampliar cobertura de agua segura	12	15	10	12	06	07	06	68
Vigilancia social de la eficiencia del programa de vaso de leche	16	18	12	15	08	08	08	85
Gestión para la generación de una política pública local a favor de mejora la nutrición infantil	15	18	10	14	08	10	08	83
Asegurar el tratamiento oportuno, integral y de calidad del niño enfermo	18	18	12	13	08	08	08	85

**Figura 8.** Matriz de priorización

Fuente: Canive (2019). Matriz de priorización de problemas. Obtenido de Sinnaps: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/matriz-de-priorizacion>

### 2.2.7. Fase Controlar

Elizondo (2007) lo define como la última fase de la metodología DMAIC, donde luego de implementar la solución, se debe asegurar que dichas mejoras sean mantenidas en el tiempo y se comparte las lecciones aprendidas durante el desarrollo de la mejora que haga posible realizar otras mejoras semejantes. Es decir que se asegura que las mejoras implementadas no se reviertan a su estado anterior en el transcurso del tiempo.

#### **Pasos:**

- Estandarizar el proceso documentando los métodos de control
- Monitorear y mantener el proceso bajo control
- Cerrar y difundir el proyecto. Elizondo (2007)

#### **Herramientas:**

- Cálculo del nivel sigma
- Plan de control
- Cartas de control (variables y atributos)

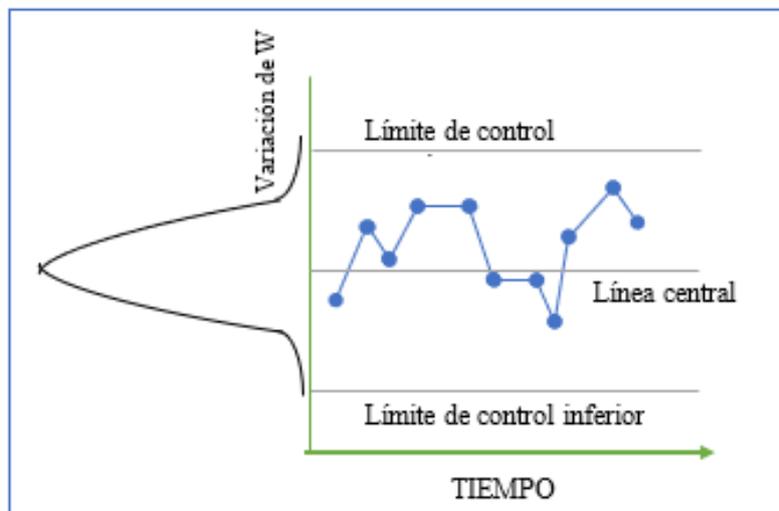
- Cálculos financieros (ahorros y costos). Elizondo (2007)

### A. Cartas de Control

Gutiérrez (2014) indica que:

La finalidad de las cartas de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir las variaciones por causas comunes de las debidas a causas especiales (atribuibles). Lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones del control y de mejora. (p.237)

En la figura 9 se muestra una carta de control donde la línea central representa el promedio estadístico de los datos, la línea superior representa el límite de control superior y la línea inferior representa el límite de control inferior. Se puede decir que cuando todos los puntos de los datos se encuentren dentro de los límites de control, hay una alta probabilidad de que el proceso esté bajo control estadístico. De lo contrario, si un punto se encuentra fuera de los límites de control, se puede decir que haya un factor especial que cause dicha variación y es necesario investigar lo que ocurre. Por lo tanto, los límites de control forman un intervalo de variación de los datos mostrados (promedio, rango, etc.) en la gráfica.



**Figura 9.** Elementos de una carta de control

Fuente: Gutiérrez (2014). Calidad y Productividad (Cuarta ed.). México: Mc GRaw Hill. Recuperado el enero de 2020

## **B. Poka Yoke**

Según Shingo (1986):

Proviene de palabras japonesas “poka” que quiere decir error accidental y “yoke” que significa prevención, por lo que mayormente se conoce como “a prueba de errores”. Es una técnica que se usa para eliminar desde la fuente las causas que provocan el error y ayuda a detectar errores tan pronto sucedan o que se están cometiendo para evitar que vuelva a suceder.

### **Características:**

- Bajo costo.
- Forma parte del proceso.
- Se encuentra en lugares donde puede ocurrir el error.
- Evita que el error continúe.
- Su implementación y aplicación mayormente es sencillo de realizar para el personal implicado en el proceso; resultando así que también sea sencilla poder mantenerla y estandarizarla. Shingo (1986)

### **2.2.8. Calidad**

La calidad habitualmente está relacionada a que un producto o servicio satisfaga al cliente o exceda sus expectativas. Se puede considerar que la calidad es buena cuando sobrepasa las expectativas.

Sanabria, Romero y Flórez (2014): “Calidad implica dos aspectos esenciales que son los que permiten su constatación: el resultado y el estándar, en otras palabras, esta se encuentra al comparar el resultado (parcial o total) obtenido en un proceso frente a determinados requerimientos”.

La calidad radica en convertir las necesidades y las expectativas de los clientes para producir productos que los clientes estén dispuestos a pagar,

consiguiendo así su plena satisfacción; es decir, la calidad se puede medir del punto de vista de los clientes.

### **2.2.9. Gestión de Calidad**

Se refiere a la manera de poder mejorar de manera continua.

Según Arana, Camisón, Casadesús y Martiarena (2008) menciona que “la gestión de calidad es el conjunto de decisiones que usan en la empresa con el objetivo de promover la calidad en los productos, servicios, procesos y sobre todo en la gestión empresarial”.

Según Gonzáles y Arciniegas (2016) menciona que “la calidad ya sea de un bien o servicio no se determina; sino se elabora y se produce. La elaboración y aplicación de un sistema de gestión basado en ISO 9000 puede ayudar a garantizar procesos controlados”.

### **2.2.10. Eficiencia**

Para Oliveira (2002), la eficiencia se refiere a "operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada".

En general, hace referencia a los recursos utilizados y resultados alcanzados. Lo cual hace que sea una cualidad muy valorada por las empresas, debido a que tienen como propósitos lograr objetivos, utilizando recursos limitados (ya sea humanos, financieros, tecnológicos, físicos, etc.) en condiciones muy competitivas.

#### **2.2.1.1. Defectos**

Es la no conformidad de la(s) característica(s) de calidad presente(s) en un producto o servicio que puede producir insatisfacción al cliente. Un defecto es una carencia, una brecha entre el estado deseado y el entregado. Es un problema, que debe prevenirse, evitarse y si aparece, debe ser corregido.

### **2.2.1.2. Mermas**

La revista de Investigación y Negocios de Actualidad Empresarial - Instituto Pacífico se refiere a pérdidas físicas tanto en volumen, peso o cantidad en el transcurso del proceso productivo, comercial u operativo, que se muestran en las diferencias de inventario, por lo que menciona que debido a sus condiciones naturales y de operación, las mermas cuantitativas son inherentes a los procesos. Actualidad empresarial (2011).

Para Celis (2017), las mermas de Producción son muy importantes para establecer la eficiencia tanto de las maquinarias, personal y procedimientos de una empresa. Por eso, se debe realizar cuidadosamente y de manera continua su medición y su cálculo de incidencia en los costos de producción. Las mermas, se pueden generar en distintas etapas del proceso; y pueden ser por instalaciones, diseño del proceso y maquinaria, en materias primas, por toma de muestras, limpieza y desinfección de las instalaciones, en arranques y paradas, por no cumplir con las especificaciones, por encontrarse fuera del estándar, por manipuleo y traslados, etc.

### **2.2.11. Satisfacción del Cliente**

Según Thompson (2019), tres elementos conforman la satisfacción, los cuales son:

**1. Rendimiento Percibido:** Es valor que considera haber obtenido el cliente después de adquirir un producto o servicio. Se puede decir que es la percepción del resultado que obtuvo el cliente en el producto o servicio adquirido. Se caracteriza por:

- Estar basado en el punto de vista del cliente y no de la organización.
- Estar basado en lo que obtiene el cliente.

- Estar basado en la percepción que tiene el cliente y no precisamente en la realidad.

- Puede estar impactado por la influencia de opiniones de otras personas, estados de ánimo y razonamientos de los clientes. Thompson (2019)

**2. Expectativas:** Son lo que los clientes esperan obtener y se produce por efecto de las siguientes circunstancias:

- Beneficios que promete brindar la propia empresa.
- Experiencias de adquisiciones anteriores.
- Apreciaciones de otras personas que conforman el entorno del cliente.
- Beneficios que prometen los competidores. Thompson (2019)

**3. Niveles de Satisfacción:** Es el que experimentan los clientes luego de realizada la adquisición del producto o servicio, que pueden ser tres:

- Insatisfacción: Si el desempeño percibido no alcanza las expectativas del cliente.
  - Satisfacción: Si desempeño percibido concuerda con las expectativas del cliente.
  - Complacencia: Si el desempeño percibido supera las expectativas del cliente.
- Thompson (2019)

### **Beneficios al obtener la satisfacción del cliente**

Thompson (2019) explica:

Hay diversos beneficios que puede conseguir la empresa cuando logra la satisfacción de sus clientes, los cuales son:

1. Que el cliente satisfecho vuelva a comprar, así la empresa consigue su fidelidad como beneficio y también la probabilidad de venderle en un futuro otros productos.

2. La difusión gratuita realizada por el cliente satisfecho, al comentar su experiencia positiva con el producto o servicio, con las personas de su contorno como familiares, amistades y conocidos.
3. Obtener una mayor participación en el mercado, desplazando a la competencia que ha dejado de lado el cliente satisfecho con nuestro producto o servicio.

#### **2.2.1.3. Reclamo de cliente**

Gutiérrez (2014) lo define “Queja que un cliente hace a una empresa por su insatisfacción en la calidad de uno de sus productos o servicios dentro de un cierto periodo”. (p.52)

#### **2.2.1.4. Encuesta de satisfacción**

Para Centro Europeo de Postgrado (2018) lo define como:

Una herramienta de recogida de datos que nos permite conocer la opinión ya sea cualitativa y cuantitativa de los clientes. Asimismo, en base a ello, podemos analizar otros aspectos relevantes como su experiencia de compra, sus impresiones y valoraciones, etc. Con esta herramienta nos permite elaborar estrategias de marketing propicias a partir de las conclusiones y resultados. Sirve para tomar decisiones a corto, mediano y largo plazo. Los objetivos son:

- Conocer el nivel de satisfacción.
- Entender sus necesidades.
- Conseguir la información necesaria para mantenerlos satisfechos.
- Detectar áreas de mejora.
- Comprender los factores que fortalecen la relación con los clientes.
- Comprender las expectativas de los clientes.

- Saber si lo clientes recomendarían el producto o servicio.
- Estar al tanto de los puntos fuertes y los puntos débiles.
- Segmentar los clientes al conseguir información descriptiva. Centro

Europeo de Postgrado (2018)

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **A. Gestión de calidad**

El conjunto o grupo de medidas, proyectadas constantemente, que son importantes para brindar la confianza apropiada de un producto o servicio y esta satisfaga las necesidades y sobre la calidad.

#### **B. Mejora continua**

Es la consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando causas o restricciones, estableciendo nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos.

#### **C. Metodología DMAIC**

El DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) es un enfoque efectivo para la mejora de procesos, la metodología empieza definiendo el proceso, luego mide los datos necesarios, analiza las causas que ocasiona el desempeño actual y posteriormente determinan las propuestas mejoras posibles que atacan las causas detectadas, implementándose las más beneficiosas para la empresa.

En consecuencia, la habilidad que adquiere el personal de la organización que participa en la ejecución de estos proyectos, permitirá que con el tiempo sea la fuente para la mejora de sus procesos.

#### D. Proceso

Es un conjunto de actividades interrelacionadas, que interactúan para transformar las entradas en salidas o resultados. Generalmente, en una organización para poder producir un producto o servicio interactúan muchos procesos. Por consiguiente, no solo deben enfocarse en los resultados finales sino también en los resultados de las actividades que comprenden el proceso.

Lo que implica identificar los diferentes procesos que interactúan para lograr un resultado y hacer que las actividades entre los diferentes procesos fluyan con la calidad oportuna.

#### E. Satisfacción del cliente

Es el nivel del estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas.

La lealtad del cliente hacia la empresa se puede determinar en base al grado de satisfacción del cliente, se puede decir que un cliente insatisfecho no volverá a adquirir el producto o servicio y buscará a los competidores de forma inmediata. En cambio, el cliente satisfecho permanecerá fiel hasta que consiga mejores beneficios en la competencia. Por otro lado, el cliente complacido será leal incondicionalmente porque siente una afinidad emocional al superar sus expectativas.

### **2.4. Hipótesis de investigación**

#### **2.4.1. Hipótesis general**

La metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- La fase definir de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.
- La fase medir de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.
- La fase analizar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.
- La fase mejorar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.
- La fase controlar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

## 2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable X: METODOLOGÍA DMAIC	La metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control), es un enfoque efectivo para la mejora de procesos, que empieza definiendo el proceso, luego mide los datos necesarios, analiza las causas que ocasiona el desempeño actual y posteriormente determinan las propuestas mejoras posibles que atacan las causas detectadas, implementándose las más beneficiosas. Pino (2016)	Metodología estructurada en un ciclo de mejora continua de cinco pasos (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) usada para la resolución de problemas, optimización y mejora de la calidad de los procesos haciendo uso de herramientas de calidad. (Vega, 2020)	<b>X.1: Fase Definir</b>	X.1.1: Mapa de proceso X.1.2: Diagrama SIPOC X.1.3: Voz del cliente (VOC)
			<b>X.2: Fase Medir</b>	X.2.1: Capacidad del proceso X.2.2: Histograma X.2.3: Gráfico de control
			<b>X.3: Fase Analizar</b>	X.3.1: Diagrama Ishikawa X.3.2: Diagrama de Pareto X.3.3: Análisis Modal Falla Efecto (AMFE)
			<b>X.4: Fase Mejorar</b>	X.4.1: Haccp X.4.2: Matriz de priorización de mejoras
			<b>X.5: Fase Controlar</b>	X.5.1: Cartas de Control X.5.2: Poka Yoke
Variable Y: OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD	La gestión de calidad “es el conjunto o grupo de medidas, proyectadas constantemente, que son importantes para brindar la confianza apropiada de un producto o servicio y ésta satisfaga las necesidades y sobre la calidad”. Burckhardt, Gisbert y Pérez (2016)	Modo de gestionar la realización de las actividades del proceso con el objetivo de mejoramiento continuo basado en la eficiencia y satisfacción del cliente cumpliendo con los requisitos de calidad establecidos. (Vega, 2020)	<b>Y.1: Eficiencia</b>	Y.1.1: % Defectos Y.1.2: % Mermas
			<b>Y.2: Satisfacción del cliente</b>	Y.2.1: % Reclamos Y.2.2: Encuesta de satisfacción

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño metodológico

##### 3.1.1. Tipo:

El tipo de la investigación es aplicada, debido a que utilizaré las enseñanzas que se adquieren, metodologías sobre el tema basados en las variables, con el propósito de aplicarlos en la investigación para bien de la empresa.

##### 3.1.2. Nivel:

El nivel de la investigación que se empleará es correlacional, debido a que se estudiará y establecerá el grado de relación o asociación no causal, tanto como la relación de los indicadores de la variable Metodología DMAIC sobre la variable Optimización de la Gestión de Calidad de la empresa, evaluándose a través de las hipótesis.

##### 3.1.3. Diseño:

La investigación es de diseño No Experimental, debido que no existe manipulación deliberada de las variables y se basa esencialmente en la observación tal y como se muestra en su contexto natural para poder analizarlo.

##### 3.1.4. Enfoque:

El enfoque de la investigación es Cuantitativo, debido que se realizará la recolección de información y datos que se fundamentan en la medición numérica y se analizan los resultados en base a métodos estadísticos. De esta manera busca la afirmación o negación de la hipótesis establecida.

#### 3.2. Población y muestra

### 3.2.1. Población

De acuerdo con los datos confidenciales proporcionados, la línea de cítrico del área de Producción está constituida por aproximadamente 80 colaboradores y el área de Aseguramiento de la calidad por 20 colaboradores, por lo que la población estará constituida por 100 colaboradores.

### 3.2.2. Muestra

Para calcular la muestra se ha utilizado la fórmula siguiente:

$$n = \frac{NpxqxZ^2}{e^2x(N - 1) + pxqxZ^2}$$

Donde:

---

<b>n</b>	Tamaño de muestra
<b>N</b>	Tamaño de Población
<b>e</b>	Margen de error admitido 5%
<b>p</b>	Parámetro estadístico de la población (0.5)
<b>q</b>	Parámetro estadístico de la población (0.5)
<b>Z</b>	Número de desviaciones estándar con respecto a P. Para 95% z=1.96

---

$$n = \frac{100x0.5x0.5x1.96^2}{0.05^2x(100 - 1) + 0.5x0.5x1.96^2} = 80$$

**Muestra ajustada:**

$$n^0 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} = \frac{80}{1 + \frac{80}{100}} = 45$$

**Muestra estratificada:**

La muestra a analizar será de manera estratificada y aleatoria, de la siguiente forma:

Del área de Producción el tamaño de muestra es de 36 colaboradores y del área de

Aseguramiento de la Calidad es de 9 colaboradores, siendo un total de 45 colaboradores.

### **3.3. Técnicas de recolección de datos**

#### **3.3.1. Técnicas a emplear:**

- Observación: Captar la realidad que nos rodea y de esta manera registrar los datos necesarios para la investigación.
- Encuesta: Dirigida al personal de producción y aseguramiento de la calidad implicadas en la investigación, ya que son quienes interactúan directamente con las áreas implicadas en la investigación, con el propósito de recoger la información oportuna para la elaboración de la investigación. También se tomará los datos conseguidos de las encuestas de satisfacción al cliente realizadas de manera mensual en la empresa, lo que permite conocer el grado de conformidad respecto al servicio, dicha información recabada es muy valiosa para mejorar la oferta y los procesos de atención.

#### **3.3.2. Descripción de los instrumentos:**

- Cuestionario: Está conformado por un conjunto de preguntas orientados a recoger, procesar y analizar información. Está conformado por 35 preguntas relacionadas con las dimensiones de cada variable, de las cuales 25 preguntas corresponden a la variable X y 10 preguntas a la variable Y. Medido mediante la escala de Likert de 5 ítems de calificación, tal como se muestra en el Anexo 1.
- Encuesta de satisfacción del cliente: Está conformada por 7 preguntas, de las cuales 5 están medidas por una escala de 3 ítems de calificación, tal como se muestra en el Anexo 2.

- Formatos: Utilizados en la empresa para recabar la información de durante el proceso de críticos, de los cuales dichos datos serán analizados durante el desarrollo de la investigación.

### **3.4. Técnicas para el procesamiento de la información**

- Ordenamiento y clasificación.
- Revisión de la información recolectada.
- Repetición de la recolección para ciertos casos individuales y corregir fallas.
- Procesamiento computarizado con Excel, para hacer más manejable la información.
- Estudio estadístico de la información con SPSS, para facilitar el análisis y la interpretación.
- Presentación de resultados mediante cuadros y gráficos.

Se usará el programa Microsoft Excel y Minitab para la recolección de la información y ordenamiento de datos, así como también analizarlos con el software SPSS.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Descripción de la empresa

La empresa Procesadora Torre Blanca S.A. se dedica al procesamiento y comercialización de frutas y hortalizas refrigeradas para exportación, brindando respaldo y experiencia a lo largo de toda la cadena logística agroexportadora. La empresa cuenta con instalaciones para procesamiento de palta, cítricos, mango, granada, uvas y arándanos.

##### 4.1.1. Misión, Visión

**Misión:** Maximizar la rentabilidad de nuestros productores ofreciendo servicios comerciales y de procesamiento usando tecnología, conocimiento del producto y del negocio, soportado en un equipo humano integrado y de alto rendimiento. Busca satisfacer las necesidades de los clientes en términos de inocuidad alimenticia, calidad, responsabilidad social y medio ambiente. Ransa (2018)

**Visión:** Ransa (2018) tiene como visión “Ser la mejor procesadora de frutas y hortalizas frescas del Perú generando soluciones integrales en comercialización, procesamiento y logística”.

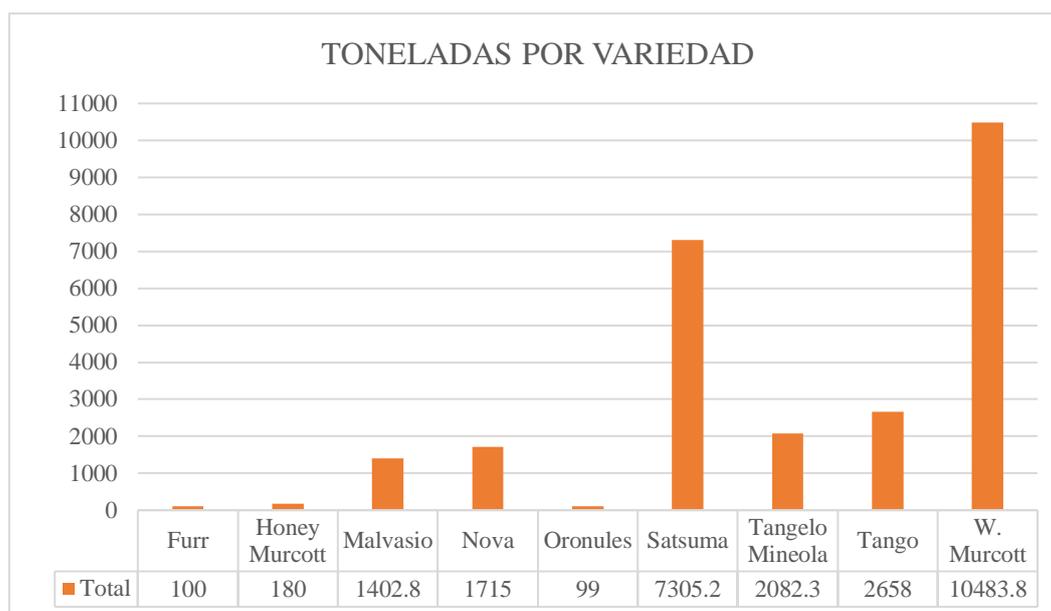
##### 4.1.2. Descripción del producto

Tabla 6. Descripción del producto

Nombre del Producto	Cítricos Frescos
Nombre científico	Mandarinas: <i>Citrus reticulata</i> Tangelo: <i>Citrus reticulata x Citrus paradisi</i> Naranja: <i>Citrus sinensis</i>
Variedades	Mandarina: Satsuma Okitsu/Owari, Fortuna, Nova, Murcott, Malvacea Naranja: Washington Navel, Lane Late, Powell Tangelo: Minneola
Descripción	Son frutos de agradable sabor ácido-dulce, la mayoría sin semillas, lo que hacen que sean muy atractivos para el consumidor. Son de alto consumo por considerarlos una fuente de alto contenido de ácido ascórbico (Vitamina C).

<b>Composición por 100g</b>	Energía (Kcal): 35	Fósforo (mg): 17
	Proteína (g): 0.6	Hierro (mg): 0.3
	Grasa (g): 0.3	Retinol (mcg): 5
	Carbohidratos (g): 8.6	Tiamina (mg): 0.06
	Fibra (mg.): 0.5	Riboflavina (mg): 0.05
	Calcio (mg): 19	Niacina (mg): 0.3
		Ácido Ascórbico (mg): 48.7
<b>Presentación</b>	Empacado en cajas de cartón corrugado, mallas de nylon dentro de cajas de cartón corrugado, cajas autoarmables plásticas u otra presentación requerida por el cliente. El empaque se realizará de acuerdo a los diferentes calibres. Los frutos pueden ser empacados a granel o empedrado.	
<b>Condiciones de almacenamiento</b>	Se deberá mantener a temperatura 0,0-1,5°C (USA) y 5,0-8,0°C (Europa). Humedad relativa > 80%.	
<b>Residuos de pesticidas</b>	Los niveles detectados no deberán exceder los LMR establecidos por el <i>Codex Alimentarius</i> o las normas del país de destino. Se tomará el LMR más estricto.	
<b>Vida útil esperada</b>	Como mínimo debe de contar con una vida útil de 40 días, desde la cosecha hasta su comercialización en destino, manteniendo la cadena de frío.	
<b>Mercado</b>	Exportación.	
<b>Método de distribución</b>	El producto es transportado a destino vía marítima, en contenedores refrigerados.	

Fuente: Procesadora Torre Blanca (2016). ADC-M-06 Manual HACCP



**Figura 10.** Toneladas procesadas del periodo abril – agosto 2018

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Descripción del proceso

- a. **Recepción y pesado:** Las jabas de materia prima son descargadas de los camiones, apilándolas sobre parihuelas, se registra el formato “Distribución de jabas por pallet”, éstas son colocadas sobre las balanzas de plataforma para determinar el peso neto.

Cada parihuela es identificada con la información de trazabilidad: Cliente, fundo, lote, número de jabas, peso bruto, peso neto, entre otros. Durante la descarga de jabas, el personal de Aseguramiento de la Calidad toma una muestra representativa del lote para determinar el estimado de producto.

- b. Drenchado:** Consiste en colocar las parihuelas con jabas de materia prima bajo una ducha de solución de agua con fungicida autorizado para post-cosecha y dosis requeridas por los clientes, se registra el formato “Drenchado de frutas”.
- c. Desverdizado:** Los pallets son transportados a las cámaras de desverdizado, donde se inyecta etileno, CO<sub>2</sub> y humedad relativa, se registra el formato “Monitoreo de desverdizado”. El tiempo de permanencia de los pallets será de acuerdo al color inicial de la fruta recepcionada y a la variación de color. Se pueden utilizar otros parámetros para la desinfección de la fruta si los clientes lo requieren, previo acuerdo.
- d. Oreo:** Luego del desverdizado, los pallets son colocados en la zona de oreo, con la finalidad de que la fruta se acondicione al medio ambiente (eliminación de trazas de etileno), se registra el formato “Monitoreo de desverdizado”.
- e. Volcado:** Se coloca una a una las jabas sobre el riel, pasando por una ducha de agua potable, por medio de aspersores. El objetivo de esta etapa es eliminar la tierra y esporas.
- f. Lavado y desinfección:** Los frutos caen a la tina para ser desinfectados.

Para mandarinas, naranjas y tangelos, la desinfección se realiza en una solución de agua, detergente, Hipoclorito de Sodio y Bicarbonato de Sodio. Se registra el formato “Dosificación para el Lavado y desinfección de Frutas”. Se pueden utilizar

otros parámetros para la desinfección de la fruta si los clientes lo requieren, previo acuerdo.

- g. Preselección:** Los frutos pasan por una mesa de rodillos donde el personal debe retirar todos los frutos que presenten daños severos; es decir indicios de pudrición, rajaduras, excesivo rameado, etc. Los frutos retirados se destinan a mercado nacional o a descarte.

El área de selección cuenta con buena iluminación para facilitar las labores del personal.

- h. Enjuague:** Los frutos son transportados a través de una serie de rodillos continuos, pasando por duchas con agua potable, a una concentración de 0,6-1,0ppm CLR para el lavado externo. Cuando se ha aplicado de detergente, en esta etapa el agua permite el enjuague de la espuma generada por el detergente y la acción mecánica de los cepillos.

- i. Pre-secado:** El objetivo de esta etapa es eliminar el agua superficial de los frutos, mediante la aplicación de aire forzado; con lo cual se facilitará la adherencia de la cera en la siguiente etapa.

- j. Encerado:** Consiste en la aplicación de cera de con 18% de sólidos solubles. La dosis a aplicar depende de la variedad de la fruta y la distribución de calibres. La cera se usa como vehículo para la adición de fungicidas, dependiendo del mercado de destino. Se registra el formato “Encerado de frutas”. La cera debe cubrir el 100% del área de los frutos para minimizar su deshidratación y prevenir el desarrollo de hongos.

En caso de que los clientes requieran otra dosificación de cera y/o fungicidas, ésta se realizará de acuerdo a los parámetros indicados en sus especificaciones técnicas, previo acuerdo.

- k. Secado:** Esta etapa consiste en secar la cera de los frutos con aire forzado, para posteriormente pasar a la etapa de selección.
- l. Selección:** Consiste en la separación de frutos de acuerdo a los requisitos y tolerancias de defectos definidas para cada categoría, la cual es realizada por personal capacitado. Los frutos que no cumplen los requisitos para exportación son destinados a la zona de mercado nacional. El área de selección cuenta con buena iluminación para facilitar las labores del personal.
- m. Calibrado:** Consiste en clasificar los frutos por calibres, color y/o diámetro de acuerdo a rangos de parámetros previamente establecidos. Para esto, la línea de proceso cuenta con un calibrador electrónico, el cual clasifica cada fruto de acuerdo a los parámetros predeterminados. Los frutos ya calibrados son transportados hacia las mesas de empaque.
- n. Etiquetado:** Esta operación es opcional, ya que, si el cliente lo requiere, se puede programar la máquina para etiquetar los frutos de todos los calibres o solo de los calibres requeridos. Esta etapa requiere la previa confección de rollos de stickers PLU, de acuerdo al formato de la máquina etiquetadora.
- o. Empacado:** En esta etapa, el personal operario colocará cada fruto en cajas de cartón (o jabs autoarmables u otro material de embalaje requerido por el cliente) en forma ordenada y de acuerdo a la distribución requerida para cada calibre.
- p. Pesado y codificado:** En esta etapa se realiza el pesado de la caja de producto terminado, de acuerdo a los rangos de peso establecidos por el cliente. El

codificado consiste en que personal operario colocará el sticker de trazabilidad única para cada caja.

- q. Paletizado:** Las cajas de producto terminado son apiladas ordenadamente sobre pallets de madera con tratamiento cuarentenario, es decir, aptas para exportación de alimentos. Se registra el formato “Paletizado y distribución de zunchos”.

Completada la cantidad de cajas por pallet, el personal operario procede a paletizar utilizando zunchos, esquineros, liners y grapas. Cada pallet contará con la identificación correspondiente, la cual incluye: cliente, número de pallet, calibre, tipo y cantidad de cajas, etc.

- r. Enfriamiento con aire forzado**

Los pallets son transportados hacia los túneles de enfriamiento con aire forzado, donde son colocados ordenadamente, se colocan las mantas plásticas para optimizar el flujo del aire frío y se procede al inicio del enfriamiento. Se registra el formato “Monitoreo del enfriamiento y almacenamiento de fruta”. En esta etapa se reduce la temperatura de pulpa de los frutos en forma gradual.

- s. Almacenamiento de producto terminado:** Los pallets enfriados en el túnel son transportados hacia las cámaras de almacenamiento refrigerado, donde permanecerán hasta su despacho. Se registra el formato “Monitoreo del enfriamiento y almacenamiento de fruta”.

El tiempo de almacenamiento no debe exceder una semana, para conservar la calidad óptima del producto a su arribo a destino. La temperatura de almacenamiento es controlada en tiempo real, mediante un software que emite alarmas en caso de que la temperatura salga de los rangos preestablecidos.

- t. **Despacho de producto terminado:** Previo a la carga de los pallets el personal de Aseguramiento de la Calidad verificará la limpieza del contenedor, mediante inspección visual. De estar conforme, se realizará la desinfección del mismo y el pre-enfriado a la temperatura seteada. Simultáneamente, el personal de Cámaras verifica los parámetros del seteo, indicados en la documentación entregada por el chofer, se registra el formato “Monitoreo del enfriamiento y almacenamiento de fruta”.

Una vez verificada la temperatura interna del contenedor por el personal de Calidad la cual deberá estar en los rangos establecidos, se autoriza la carga de los pallets en forma ordenada.

Completada la carga se cierra el contenedor, se colocan los precintos de seguridad, el personal de Cámaras entrega la documentación necesaria al chofer y el camión se dirige al terminal aéreo o marítimo.



## 4.2. Diagnóstico actual de la empresa

La empresa está comprometida con el cumplimiento de los requisitos y de la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad adoptando su Política de Calidad, declarando que la satisfacción de los clientes y la mejora continua son la razón de ser de la empresa.

Por lo que uno de los indicadores de calidad es el % Reclamos, que es el número de reclamos de cliente presentados en el mes sobre el número de lotes procesados, el cual no debe ser mayor al 5% según política de la empresa.

Se define como reclamo a toda manifestación de insatisfacción por el cliente, con relación a los productos y/o servicios entregados. Se tiene implementado el procedimiento “Atención de reclamos de los clientes”, a fin de poder registrar el reclamo oportunamente y llevar un control de los mismos para poder tomar las acciones necesarias.

Para la presente investigación se tomará en cuenta los datos de la producción de abril hasta agosto; de los cuales se tiene los % Reclamos por mes que se muestran a continuación:

**Tabla 7.** % Reclamos del periodo abril – agosto 2018

Meses	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
# Reclamos	4	6	11	31	42
# Lotes	101	165	204	238	234
<b>% Reclamos</b>	3.96%	3.64%	<b>5.39%</b>	<b>13.03%</b>	<b>17.95%</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que los meses con un % Reclamos mayor al 5%, que es el límite máximo establecido por la empresa según política de calidad, son junio, julio y agosto; de los cuales como se muestra en la tabla 8, se tiene como principal motivo de reclamo el bajo % Exportable siendo el 92% de los reclamos.

**Tabla 8. Frecuencia de los motivos de reclamos**

<b>Motivos</b>	<b># Reclamos</b>	<b>%</b>
Bajo % Exportable	77	91.67%
Presencia de defectos	3	3.57%
Incumplimiento de fechas	2	2.38%
Otros	2	2.38%
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

El % No Exportable se debe a fruta mal manipulada, con presencia de defectos mayores a los tolerables o que perdió sus características durante el proceso de producción y por ende no pueden ser enviadas al exterior según los requisitos de cada cliente.

Para determinar las actividades donde se generan mayor %No Exportable se realizó una reunión con 5 colaboradores pertenecientes a las áreas de Aseguramiento de la Calidad y Producción implicados en el proceso de la línea de cítricos, donde en base a la escala de la tabla 9, realizaron la valoración de cada actividad del proceso con respecto al criterio.

**Tabla 9. Escala de valoración – actividades críticas**

<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
1	No existe relación con la salida de %No Exportable
2	Existe poca relación con la salida de %No Exportable
3	Existe una relación moderada con la salida de %No Exportable
4	Existe alta relación con la salida de %No Exportable

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10. Matriz de detección de actividades críticas**

<b>N°</b>	<b>Actividades del Proceso</b>	<b>Colaboradores</b>					<b>Puntaje Promedio</b>
		<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	
1	Recepción y pesado	4	3	3	4	3	3.4
2	Drenchado	1	1	1	2	1	1.2
3	Desverdizado	4	4	4	3	4	3.8
4	Oreo	2	1	1	2	3	1.8
5	Volcado	3	3	3	2	2	2.6
6	Lavado y desinfección	1	1	1	1	1	1
7	Pre - Selección	3	3	3	2	2	2.6
8	Enjuague	1	1	1	1	1	1
9	Pre - Secado	1	1	1	1	1	1
10	Encerado	2	1	2	1	1	1.4
11	Secado	1	1	1	1	1	1
12	Selección	3	3	3	4	4	3.4

N°	Actividades del Proceso	Colaboradores					Puntaje Promedio
		C1	C2	C3	C4	C5	
13	Calibrado	3	2	3	3	2	2.6
14	Etiquetado	2	1	1	2	2	1.6
15	Empacado	4	4	3	4	4	3.8
16	Pesado y codificado	2	1	1	2	2	1.6
17	Paletizado	2	2	1	1	2	1.6
18	Enfriamiento con aire forzado	1	2	1	1	1	1.2
19	Almacenamiento	3	2	3	2	3	2.6
20	Despacho	1	2	1	1	1	1.2

Fuente: Elaboración propia

Interpretando la tabla 10 de detección de las actividades críticas, según la valoración se consideró las que tienen un puntaje promedio mayor a 3, por lo tanto, se determina que dicha fruta no exportable sale principalmente de las actividades de Recepción y pesado, Desverdizado, Selección y Empacado; los cuales están considerados como descarte, mermas, contramuestras, deshidratación y para destino de Mercado Nacional.

Por lo que con la metodología DMAIC aplicada en las actividades mencionadas, las cuales son necesarias analizar y tomar acciones de mejora, se propone elevar el % Exportable en la línea de cítricos de la empresa.

### 4.3. Metodología DMAIC

#### 4.3.1. Fase Definir

En esta primera fase de la metodología se define las actividades del proceso donde se requiere mejorar, lo cual ya se ha identificado anteriormente que son las siguientes: Recepción y pesado, desverdizado, selección y empacado.

##### 4.3.1.1. Mapa de proceso

Se considera dichas actividades críticas identificadas como subprocesos y para detallarlos se determinan las variables controlables, críticas y no controlables de cada uno de ellos y se hace uso de mapeos de

proceso mediante diagramas de flujo que se muestran en las figuras 12, 13, 14 y 15.

➤ **Recepción y Pesado**

Actividades:

- Descargar jabas/bines de MP (cítricos)
- Apilar en parihuelas, solo en caso de jabas
- Registrar formato “Distribución de jabas por pallets”
- Pesar los pallets en la balanza
- Registrar los pesos en “Distribución de jabas por pallets”
- Rotular los pallets (trazabilidad)
- Tomar muestra del lote
- Evaluar muestra
- Determinar el estimado de exportación
- Registrar formato “Recepción y evaluación de cítricos”.

Factores controlables:

- Estado de la zona de Recepción.

Factores críticos:

- Experiencia y métodos de trabajo de los colaboradores
- Cantidad de jabas por pallets
- Información oportuna al cliente de la evaluación.

Factores no controlables:

- Estado de los montacargas y estocas
- Características propias de la MP.

➤ **Desverdizado**

Actividades:

- Revisar el estado del lote en el registro “Recepción y evaluación de cítricos”
- Colocar los pallets en la cámara de desverdizado
- Tomar la temperatura de la fruta
- Determinar la temperatura y la cantidad de etileno, CO<sub>2</sub> y %HR
- Determinar el tiempo de permanencia
- Aplicar etileno, CO<sub>2</sub> y %HR en la cámara de desverdizado
- Registrar formato “Control de parámetros de desverdizado de cítricos”
- Confirmar la producción del lote
- Realizar el seguimiento y control de la fruta en la cámara
- Registrar el formato “Control de parámetros de desverdizado de cítricos”
- Retirar los pallets de la cámara de desverdizado”
- Tomar muestra del lote desverdizado
- Evaluar la muestra
- Determinar el estimado de exportación
- Registrar formato “Evaluación de cítricos después del desverdizado”.

Factores controlables:

- Estado de las cámaras de desverdizado
- Separación de los pallets dentro de la cámara.

Factores críticos:

- Experiencia y métodos de trabajo de los colaboradores
- Coloración de la MP

- Temperatura, cantidad de etileno, CO<sub>2</sub> y %HR en la cámara
- Renovación del aire
- Tiempo de permanencia en la cámara.

Factores no controlables:

- Tiempo de escurrido de la fruta drenchada

➤ **Selección**

Actividades:

- Retirar frutos que no cumplen los requisitos y tolerancias del cliente según categorías.
- Destinar frutos no exportables al proceso de Mercado Nacional.
- Tomar muestra del lote
- Evaluar la muestra
- Registrar formato "Registro de muestreo de producto exportable - Módulo Selección"
- Analizar el registro y tomar acciones según apliquen.

Factores controlables:

- Iluminación de la zona de Selección
- Estado de las mesas.

Factores críticos:

- Experiencia y métodos de trabajo de los colaboradores
- BPM en los colaboradores
- Requerimiento de los clientes.

Factores no controlables:

- Velocidad de las fajas.

➤ **Empaque**

Actividades:

- Identificar el calibre y categoría que pasa por línea
- Colocar los frutos en cajas/jabas según distribución por calibre y a su vez retirar de la línea los frutos no exportables
- Tomar muestra de los PT (cajas/jabas de frutos)
- Evaluar la muestra
- Registrar formato "Evaluación de calidad para productos terminados - cítricos"
- Analizar el registro y tomar acciones según apliquen.

Factores controlables:

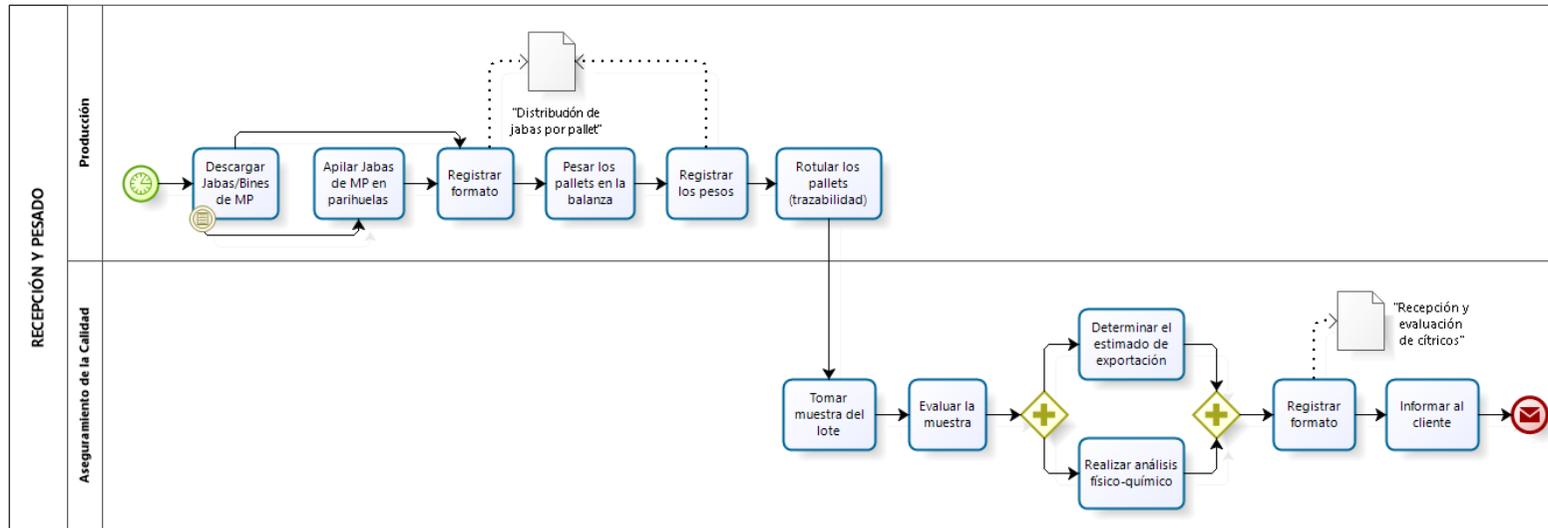
- Estado de la zona de Empacado.

Factores críticos:

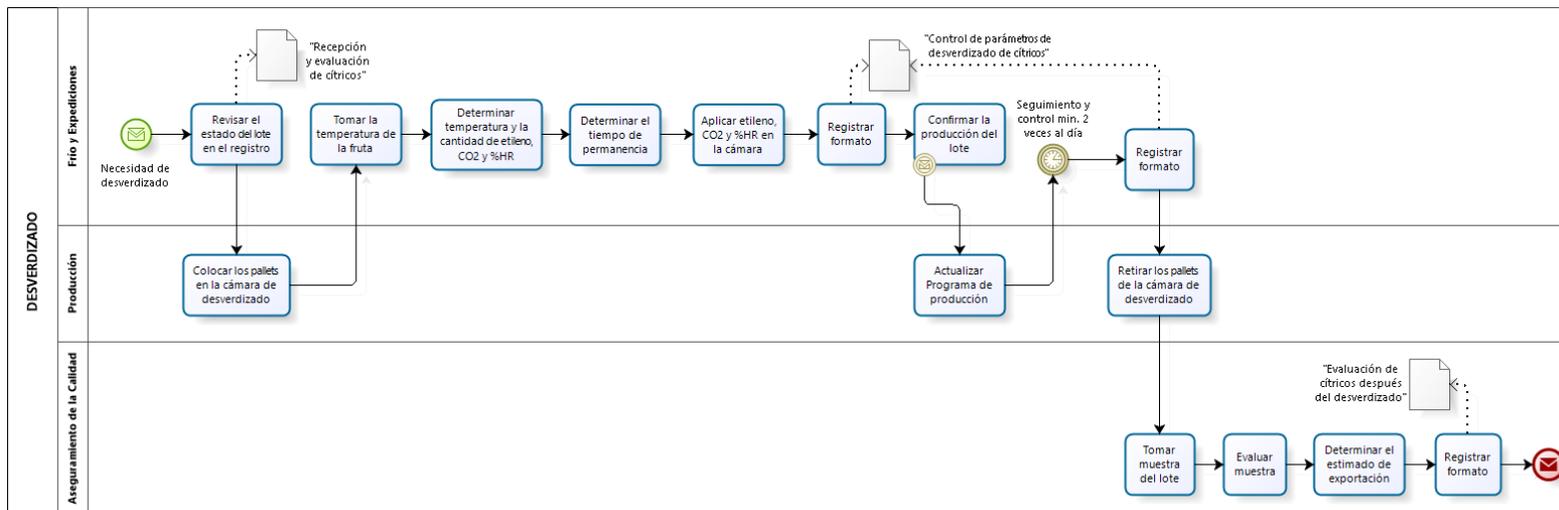
- Experiencia y métodos de trabajo de los colaboradores
- BPM en los colaboradores
- Requerimiento de los clientes
- Velocidad de las fajas.

Factores no controlables:

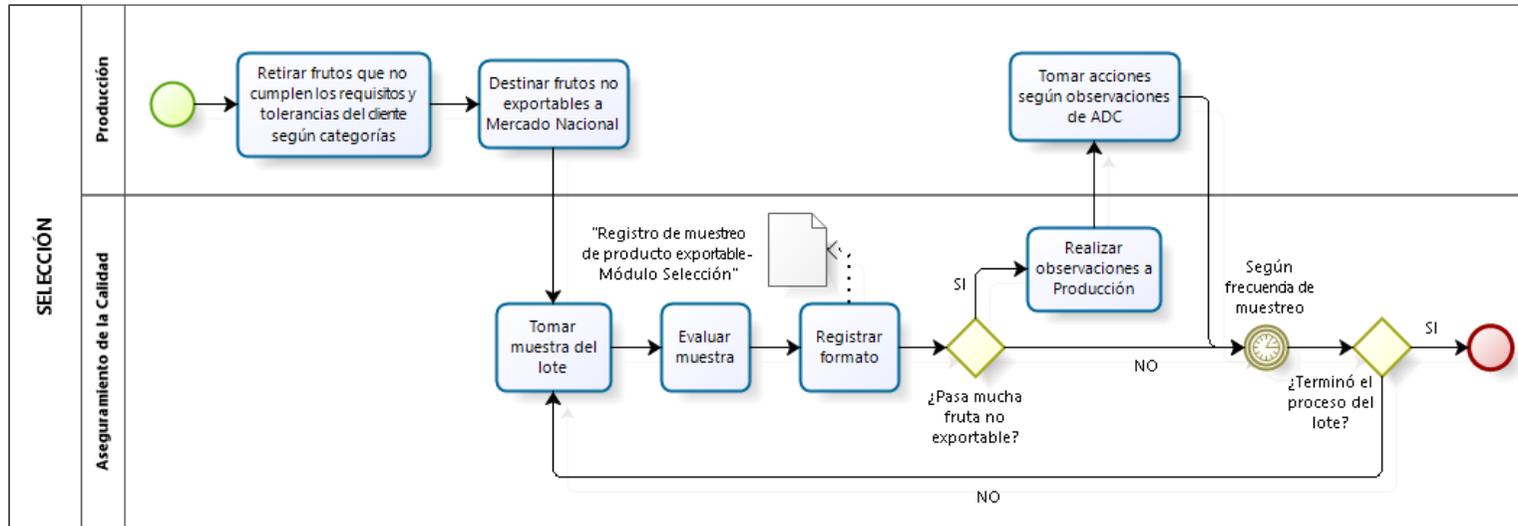
- Calibración de frutos.



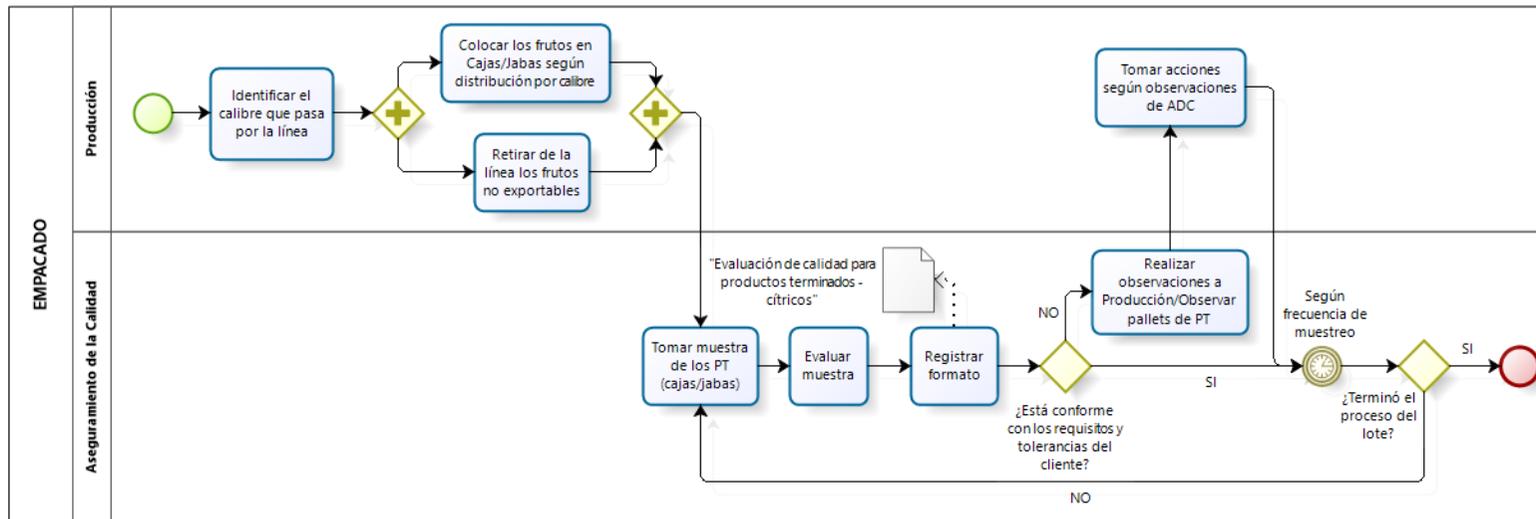
**Figura 12.** Mapa de procesos – Recepción y pesado  
Fuente: Elaboración propia en Bizagi.



**Figura 13.** Mapa de procesos – Desverdizado  
Fuente: Elaboración propia en Bizagi.



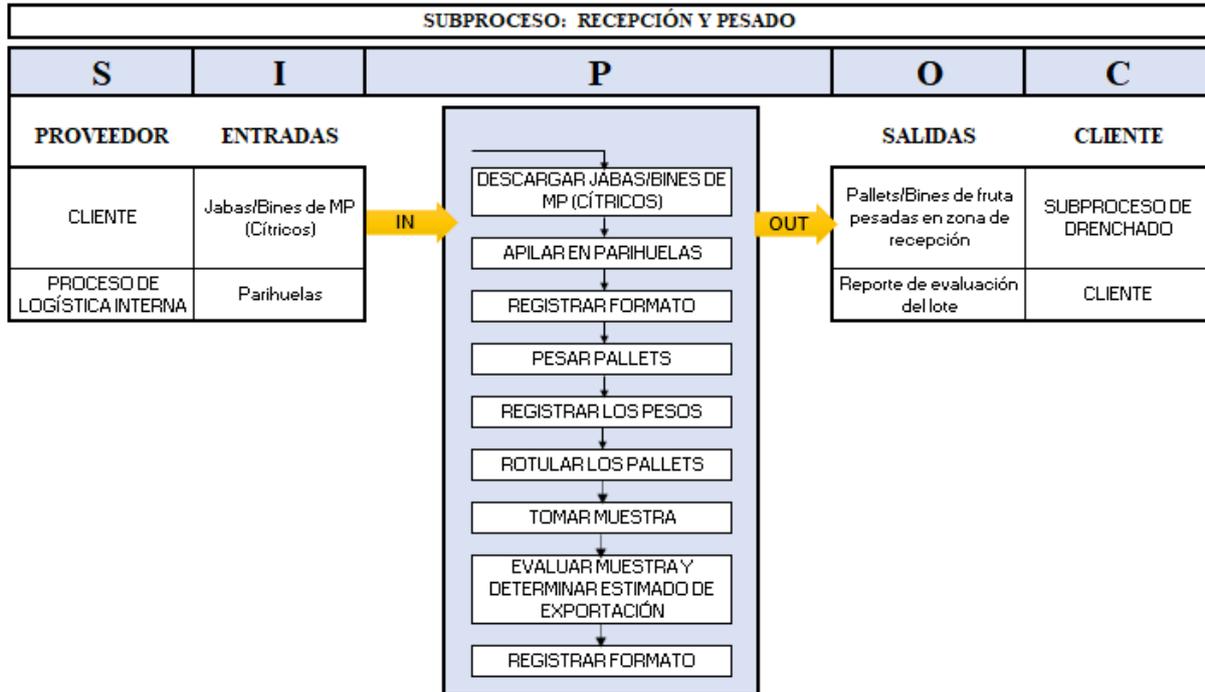
**Figura 14.** Mapa de procesos – Selección  
Fuente: Elaboración propia en Bizagi.



**Figura 15.** Mapa de procesos – Empacado  
Fuente: Elaboración propia en Bizagi.

### 4.3.1.2. Diagrama SIPOC

Para tener una visión general de los proveedores, entradas, salidas y clientes de cada uno de los subprocesos identificados se hace uso de los diagramas SIPOC.



**Figura 16.** Diagrama SIPOC – Recepción y pesado

Fuente: Elaboración propia

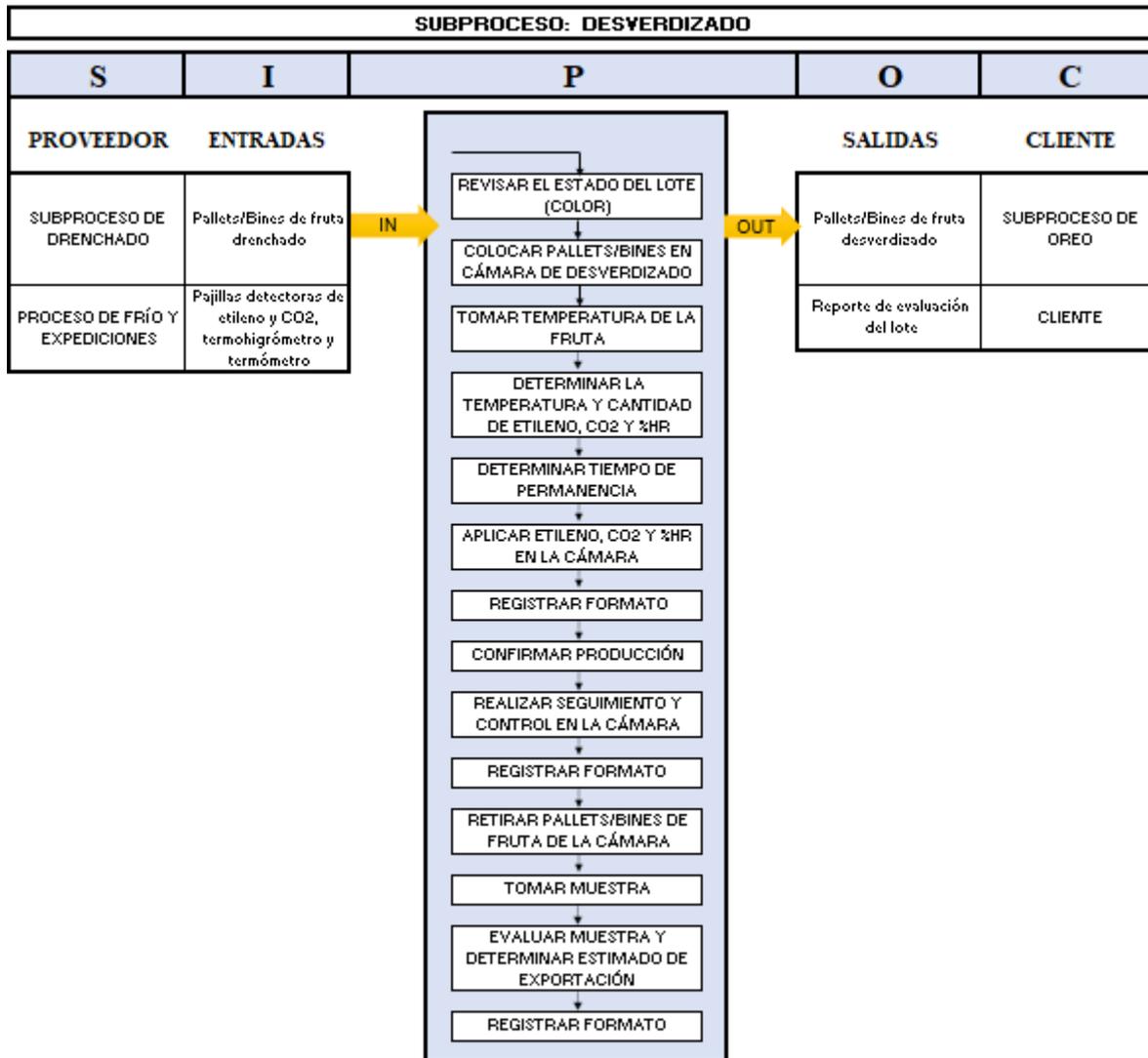


Figura 17. Diagrama SIPOC – Desverdizado

Fuente: Elaboración propia

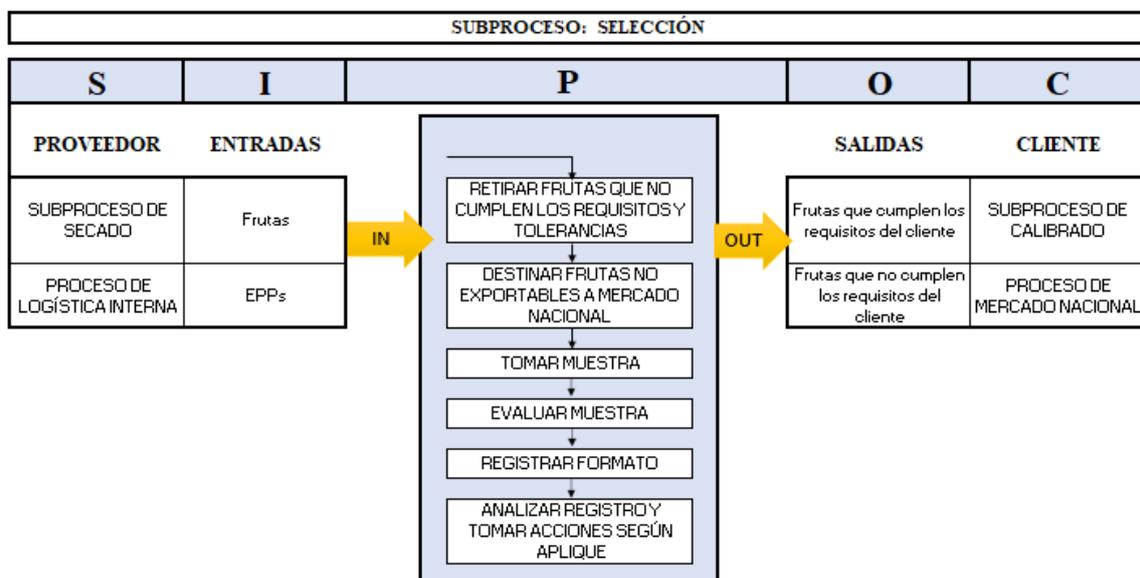
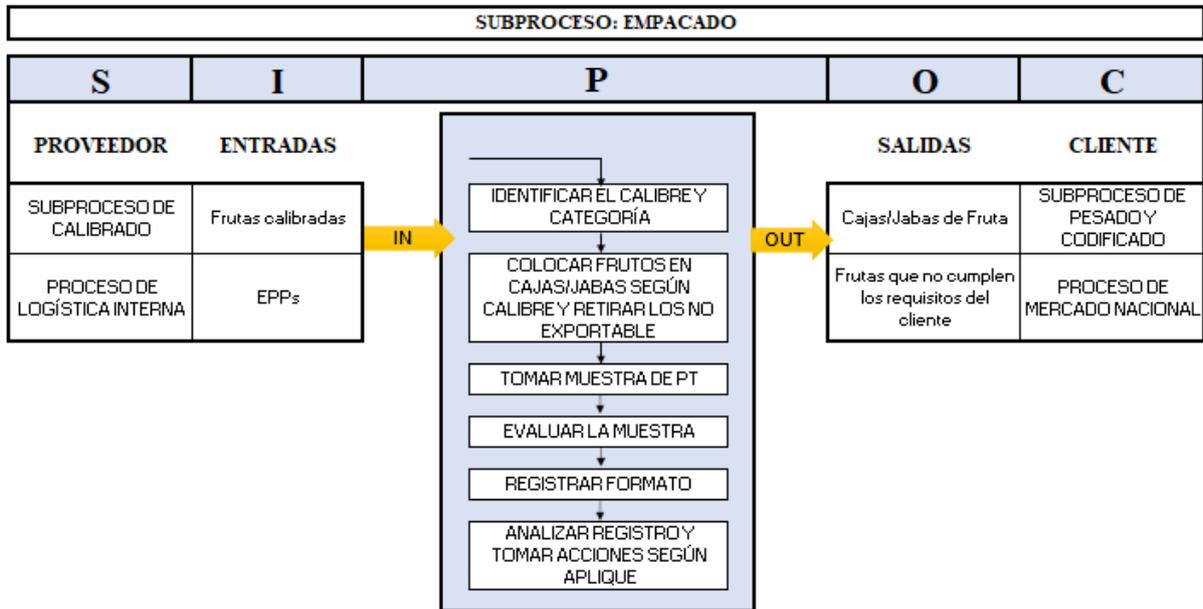


Figura 18. Diagrama SIPOC – Selección

Fuente: Elaboración propia

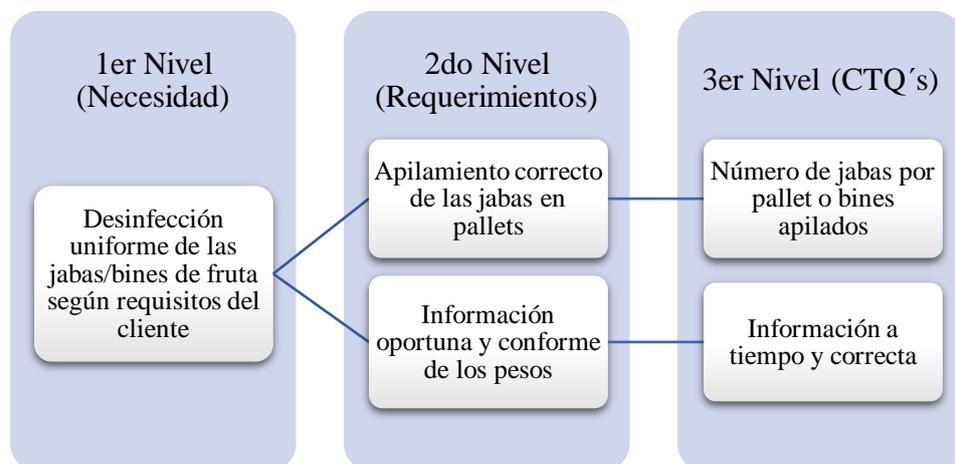


**Figura 19.** Diagrama SIPOC – Empacado  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.3. Voz del cliente (VOC)

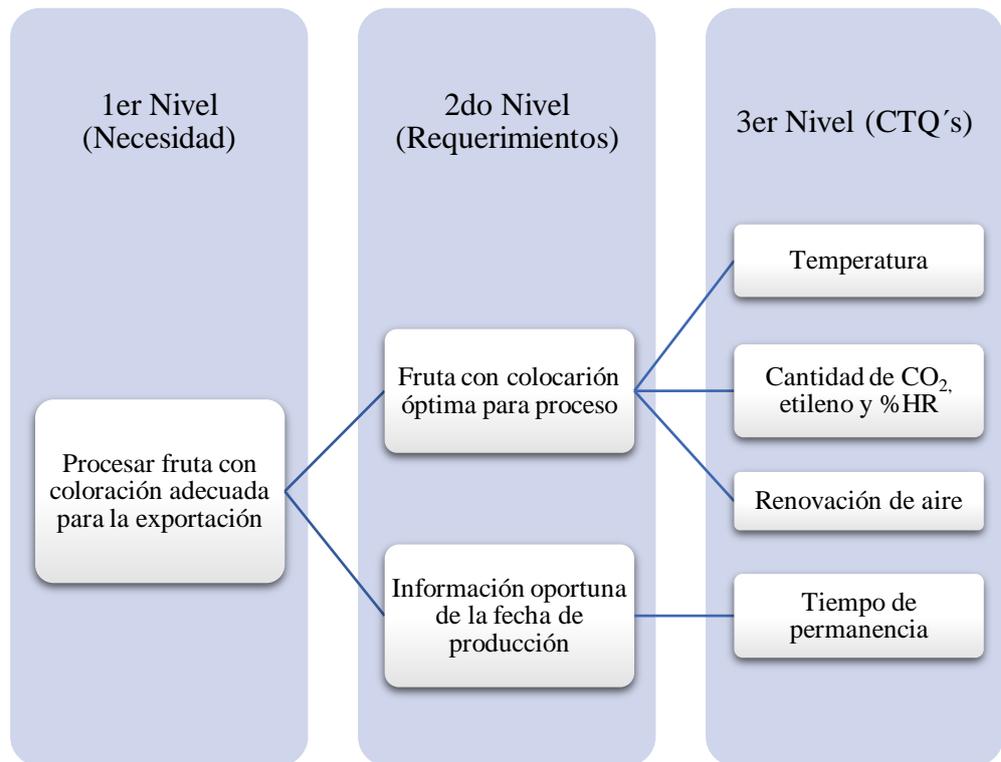
Para definir los críticos de calidad (CTQ) del producto que inciden considerablemente en la satisfacción del cliente, se usó la herramienta VOC para recopilar las expectativas y requerimientos de los clientes internos de cada uno de los subprocesos analizado y así como también del cliente externo.

##### ➤ Recepción y pesado



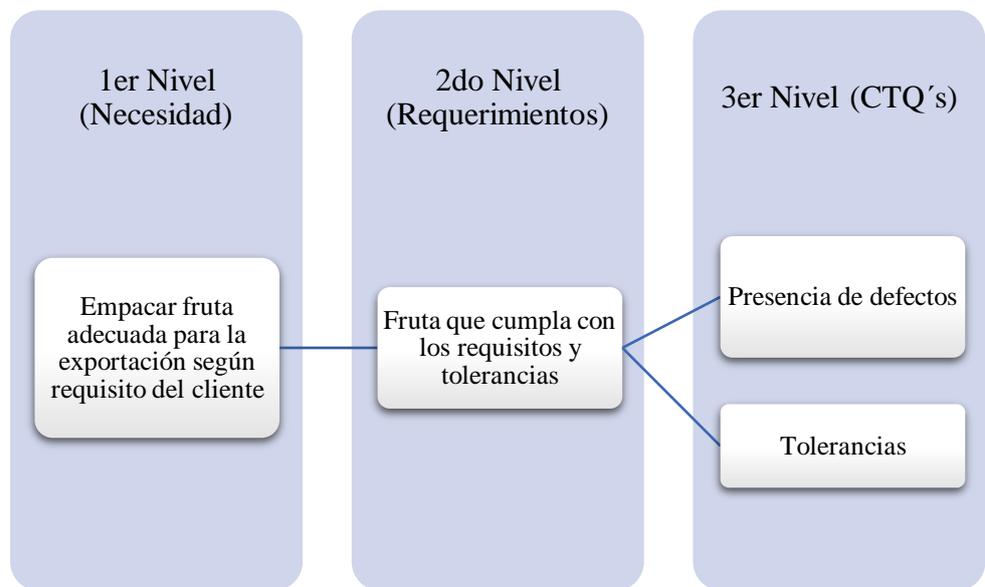
**Figura 20.** VOC – Recepción y pesado  
Fuente: Elaboración propia

➤ **Desverdizado**



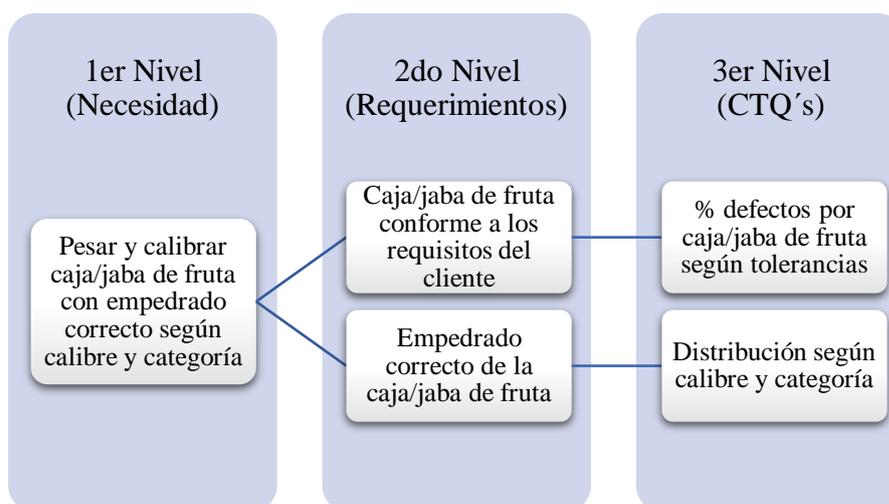
**Figura 21.** VOC – Desverdizado  
Fuente: Elaboración propia

➤ **Selección**



**Figura 22.** VOC – Selección  
Fuente: Elaboración propia

➤ **Empacado**



**Figura 23.** VOC – Empacado  
Fuente: Elaboración propia

Así también se tiene la siguiente tabla en base a información recolectada de las encuestas de satisfacción y otros motivos de reclamos del cliente externo relacionados con los subprocesos críticos determinados.

**Tabla 11.** Matriz de la voz del cliente

VOC	Problema	Característica de salida	Necesidad	CTQ's
“Operarios maltratan y desperdician fruta en recepción”.	Manipulación y inadecuada de las jabas de fruta en Recepción.	Frutas de los extremos de las jabas sin defectos de daño de jabas, mecánico o rajadura. Ninguna fruta en el piso.	Operarios deben mantener las buenas prácticas de manipulación.	Operación correcta de los colaboradores.
“Coloración no uniforme de la fruta luego de desverdizado”.	Monitoreo y seguimiento incorrecto durante el proceso.	Coloración de la fruta. Frutas sin daños ocasionados en cámara por desverdizado incorrecto.	Coloración adecuada de la fruta para exportación. Correcto monitoreo y regulación de los parámetros.	Temperatura, cantidad de etileno, CO <sub>2</sub> y %HR. Renovación del aire. Frecuencia de mediciones. Tiempo de permanencia.
“Desperdicio de fruta en el desverdizado”.	Incumplimiento del tiempo de permanencia.			
“Descarte de fruta que cumple las tolerancias para ser exportable”.	Descarte de fruta exportable	Frutas que cumple los requisitos y tolerancias del cliente.	Operarios deben cumplir las especificaciones según requisitos del cliente.	% Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional. Operación correcta de los colaboradores.
“Maltrato de la fruta en la línea”.	Mal acomodo de las frutas en cajas/jabas.	Fruta dentro de categoría. Empedrado correcto.		Especificaciones a tiempo y correctas. % Merma

Fuente: Elaboración propia

De los CTQ's que se han determinado se tiene las siguientes medidas para su control en proceso.

**Tabla 12.** *Medidas de los CTQ's*

<b>CTQ's</b>	<b>Medida</b>
Número de jabas por pallet o bines apilados	A un nivel de 7 jabas de alto.
Información a tiempo y correcta	Al terminar la recepción y pesado del lote mediante registro establecido.
Temperatura	Mandarina: 19 a 21°C Naranja: 21 a 24°C
Cantidad de CO <sub>2</sub> , etileno y %HR	CO <sub>2</sub> no debe exceder de 2000 ppm. Etileno de 1 a 2 ppm. Humedad Relativa de 90 a 95%.
Renovación de aire	Velocidad de 14 a 20 m/minuto. Separación de los pallets.
Frecuencia de mediciones	1. Cada 2 horas: CO <sub>2</sub> , Etileno, %HR y Registrar los promedios de la temperatura. 2. La evolución del color se debe medir por lote de ingreso de acuerdo a lo siguiente: a) Cada 8 horas %T3-T4-T5 > 80% (Verificación visual). b) Cada 24 horas %T5-T6-T7 > 80% (Verificación visual).
Tiempo de permanencia	1 a 7 días
Presencia de defectos	Según categorías y requisitos del cliente.
Tolerancias	Según categorías y requisitos del cliente.
% defectos por caja/jaba de fruta según tolerancias	5% o según categorías y requisitos del cliente.
Distribución según calibre y categoría	Según requisito del cliente.
% Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional.	2% según política de la empresa
% Merma	2% según política de la empresa
Operación correcta de los colaboradores	Según procedimientos e instructivos.
Especificaciones a tiempo y correctas.	Al iniciar el lote en cada línea y conforme a los requisitos del cliente.

Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.2. Fase Medir**

En esta fase se recolectó los datos a medir para analizar y evaluar el estado actual de la empresa en relación al problema. Para evaluar el desempeño del proceso se identifican las métricas críticas cuantitativas (indicadores) necesarias, para los

cuales se utilizan los CTQ's identificados en la fase anterior que se muestran en la tabla 12.

Así como también se especifica el proceso de recolección de los datos a medir y las fuentes de los mismos. Y por último se compara los resultados de los registros con los requerimientos de los clientes o con lo establecido en la política de calidad.

#### **4.3.2.1. Indicadores a medir**

En base a los CTQ's identificados en la fase anterior, se verificó si se viene cumpliendo las medidas establecidas durante los meses de junio a agosto del 2018 donde se tiene los mayores porcentajes de reclamos en torno al problema de la investigación. Para la verificación del cumplimiento se cotejó las medidas con los datos de los registros del proceso en dicho periodo.

Se seleccionó los indicadores a medir siguientes: Frecuencia de mediciones en el Desverdizado, Tiempo de permanencia en las cámaras de Desverdizado, % Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional y el % Merma.

Así como también entorno al problema se consideró necesario medir la variación de % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado después de desverdizado para los lotes requeridos, lo cual es una información relevante para el cliente e incide en su satisfacción.

#### **4.3.2.2. Recolección de datos**

Los indicadores seleccionados son controlados y medidos por los colaboradores de Aseguramiento de la Calidad y en el caso del Desverdizado por el personal de Frío y Expediciones, los cuales manejan formatos establecidos en cada una de las actividades del proceso. La medición para cada indicador se da de la siguiente manera:

- Frecuencia de mediciones en el Desverdizado: El Supervisor de Frío y Expediciones realiza las mediciones de CO<sub>2</sub>, Etileno, %HR y los promedios de la temperatura según lo establecido de acuerdo a la evaluación del estado de la fruta; así también mide la evolución del color mediante una verificación visual. Los datos medidos son registrados en el formato “Control de parámetros en desverdizado de cítricos” que se muestra en el Anexo 4 y “Evaluación de lotes en proceso de desverdizado” en el Anexo 5.
- Tiempo de permanencia en las cámaras de Desverdizado: El Supervisor de Frío y Expediciones según la evaluación del lote registra la fecha/hora de ingreso del lote a la cámara, establece el tiempo de permanencia y registra la fecha/hora de salida programada en el formato “Evaluación de lotes en proceso de desverdizado” Anexo 5.
- % Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional: El Técnico de Aseguramiento de la Calidad realiza 5 evaluaciones por cada lote, cada evaluación consta de una muestra de 100 frutos de la línea de descarte que se dirige al proceso de Mercado Nacional, y registra el número de frutos defectuosos por cada tipo de daño, así como también el número de frutos exportables que se encontraron en cada una de las evaluaciones en el formato “Control de descarte de exportación de cítricos” que se muestra en el Anexo 6.
- % Merma: El Asistente de Producción realiza el reporte diario de producción Anexo 16, donde se detalla los Kg. Procesados, Kg. Mercado Nacional y Kg. Merma (Deshidratación,

Descarte, Mermas y Contramuestras) de donde se calcula el % de merma de cada uno de los lotes procesados.

- Variación de % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado después de desverdizado: Al ingresar a Recepción el Técnico de Aseguramiento de la Calidad realiza la evaluación de cada lote mediante una muestra, realiza una inspección visual de los daños presentes en los frutos, % índice de color, % distribución de calibres y estima el % Exportable; así también se realiza la evaluación fisicoquímica en el laboratorio donde se evalúa el % jugo, °Brix, % acidez e índice de maduración. Los datos obtenidos se registran en el formato “Registro de recepción y evaluación de cítricos” que se muestra en el Anexo 7. En los casos que aplique el desverdizado del lote antes de su procesamiento, el Técnico de Aseguramiento de la Calidad realiza la evaluación mediante una muestra de cada lote que sale de las cámaras de desverdizado; y al igual que en Recepción, realiza una inspección visual de los daños presentes en los frutos, % índice de color y estima el % Exportable, dichos datos se registran en el formato “Evaluación de cítricos después de desverdizado” que se muestra en el Anexo 8.

#### **4.3.2.3. Medición de los indicadores**

Para poder medir los indicadores seleccionados, se determinó una muestra de 20 lotes por cada mes del periodo de junio a agosto del 2018, la cual sería un total de 60 lotes.

- Frecuencia de mediciones en el Desverdizado: Según lo establecido se debe realizar las mediciones de CO<sub>2</sub>, Etileno, %HR y los promedios de la temperatura con una frecuencia de cada 2 horas, en base a los registros del formato “Control de parámetros en desverdizado de cítricos”, se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 13.** Frecuencia de mediciones en el Desverdizado

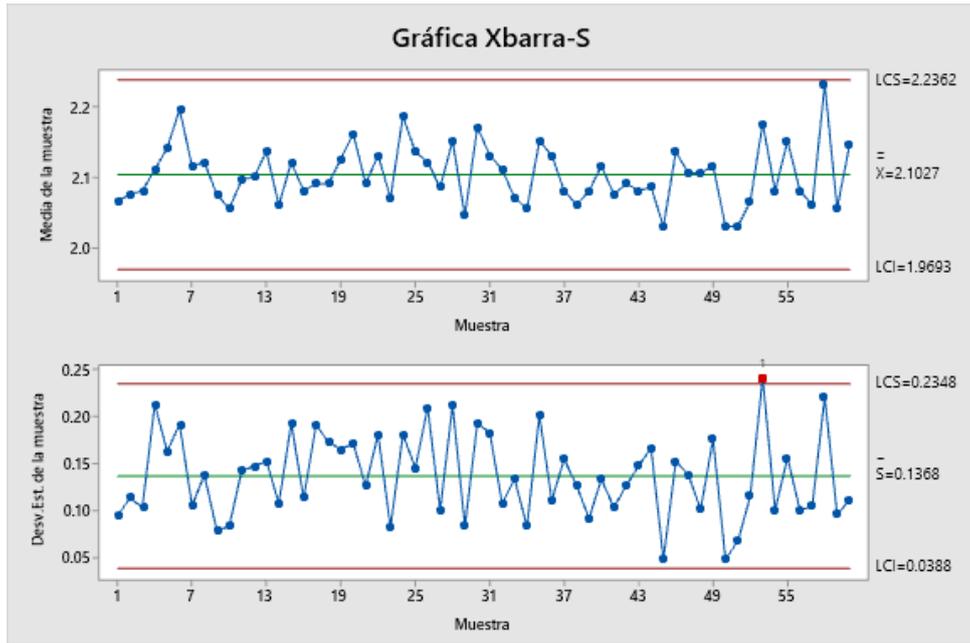
Mes	Lote	Frecuencias										Medias	Desv. Est.
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10		
Junio	1	2.00	2.20	2.10	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.25	2.00	2.07	0.09
	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	2.10	2.00	2.10	2.30	2.08	0.11
	3	2.00	2.30	2.10	2.10	2.20	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.08	0.10
	4	2.00	2.00	2.00	2.40	2.00	2.00	2.60	2.00	2.00	2.10	2.11	0.21
	5	2.10	2.00	2.25	2.10	2.00	2.00	2.00	2.20	2.50	2.25	2.14	0.16
	6	2.40	2.10	2.25	2.10	2.10	2.10	2.00	2.30	2.00	2.60	2.20	0.19
	7	2.10	2.00	2.10	2.00	2.20	2.10	2.30	2.25	2.00	2.10	2.12	0.11
	8	2.10	2.00	2.30	2.00	2.25	2.00	2.25	2.30	2.00	2.00	2.12	0.14
	9	2.10	2.00	2.10	2.00	2.25	2.00	2.10	2.10	2.10	2.00	2.08	0.08
	10	2.00	2.10	2.00	2.00	2.25	2.10	2.00	2.00	2.00	2.10	2.06	0.08
	11	2.10	2.00	2.20	2.00	2.00	2.00	2.40	2.25	2.00	2.00	2.10	0.14
	12	2.00	2.00	2.00	2.40	2.00	2.00	2.25	2.25	2.10	2.00	2.10	0.15
	13	2.10	2.10	2.25	2.10	2.50	2.00	2.20	2.10	2.00	2.00	2.14	0.15
	14	2.00	2.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.00	2.30	2.06	0.11
	15	2.00	2.10	2.00	2.10	2.00	2.30	2.00	2.60	2.00	2.10	2.12	0.19
	16	2.00	2.30	2.20	2.00	2.00	2.00	2.20	2.00	2.00	2.10	2.08	0.11
	17	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00	2.40	2.00	2.00	2.09	0.19
	18	2.00	2.50	2.00	2.30	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.09	0.17
	19	2.00	2.30	2.40	2.00	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.30	2.13	0.17
	20	2.10	2.50	2.40	2.10	2.00	2.00	2.20	2.10	2.20	2.00	2.16	0.17
Julio	21	2.10	2.00	2.00	2.25	2.30	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.09	0.13
	22	2.30	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	2.50	2.00	2.13	0.18
	23	2.20	2.10	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.00	2.20	2.10	2.07	0.08
	24	2.20	2.50	2.00	2.40	2.00	2.00	2.25	2.25	2.25	2.00	2.19	0.18
	25	2.10	2.25	2.00	2.00	2.00	2.10	2.00	2.30	2.20	2.40	2.14	0.15
	26	2.00	2.30	2.00	2.60	2.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.12	0.21
	27	2.00	2.00	2.10	2.10	2.00	2.00	2.00	2.25	2.20	2.20	2.09	0.10
	28	2.00	2.00	2.30	2.10	2.00	2.10	2.00	2.00	2.60	2.40	2.15	0.21
	29	2.00	2.00	2.10	2.00	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.05	0.08
	30	2.00	2.25	2.40	2.50	2.00	2.00	2.00	2.30	2.25	2.00	2.17	0.19
	31	2.20	2.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.40	2.10	2.10	2.13	0.18
	32	2.00	2.00	2.20	2.25	2.00	2.10	2.10	2.20	2.00	2.25	2.11	0.11
	33	2.20	2.00	2.40	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.07	0.13
	34	2.10	2.00	2.10	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.25	2.00	2.06	0.08
	35	2.00	2.00	2.20	2.00	2.00	2.50	2.20	2.50	2.10	2.00	2.15	0.20
	36	2.00	2.10	2.00	2.10	2.10	2.25	2.00	2.25	2.25	2.25	2.13	0.11
	37	2.50	2.00	2.10	2.00	2.00	2.10	2.00	2.10	2.00	2.00	2.08	0.15
	38	2.10	2.00	2.00	2.40	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.00	2.06	0.13
	39	2.00	2.00	2.10	2.10	2.10	2.10	2.00	2.10	2.00	2.30	2.08	0.09
	40	2.00	2.00	2.40	2.20	2.00	2.25	2.10	2.00	2.10	2.10	2.12	0.13

Mes	Lote	Frecuencias										Medias	Desv. Est.
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10		
Agosto	41	2.25	2.00	2.10	2.00	2.00	2.20	2.20	2.00	2.00	2.00	2.08	0.10
	42	2.30	2.25	2.00	2.10	2.00	2.00	2.25	2.00	2.00	2.00	2.09	0.13
	43	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.40	2.00	2.30	2.00	2.10	2.08	0.15
	44	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.00	2.50	2.25	2.09	0.17
	45	2.00	2.00	2.10	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.00	2.03	0.05
	46	2.00	2.10	2.25	2.10	2.00	2.20	2.00	2.10	2.50	2.10	2.14	0.15
	47	2.00	2.30	2.30	2.00	2.20	2.00	2.25	2.00	2.00	2.00	2.11	0.14
	48	2.10	2.20	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.20	2.20	2.25	2.11	0.10
	49	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00	2.30	2.00	2.25	2.00	2.10	2.12	0.18
	50	2.00	2.10	2.00	2.00	2.10	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.03	0.05
	51	2.00	2.00	2.00	2.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.00	2.03	0.07
	52	2.00	2.25	2.00	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.30	2.00	2.07	0.12
	53	2.20	2.10	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	2.00	2.60	2.60	2.18	0.24
	54	2.10	2.10	2.00	2.25	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.08	0.10
	55	2.00	2.00	2.10	2.25	2.50	2.10	2.20	2.10	2.25	2.00	2.15	0.16
	56	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	2.10	2.00	2.10	2.25	2.10	2.08	0.10
	57	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	2.25	2.00	2.00	2.10	2.06	0.10
	58	2.40	2.50	2.20	2.50	2.00	2.00	2.10	2.00	2.10	2.50	2.23	0.22
	59	2.00	2.20	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.00	2.00	2.06	0.10
	60	2.10	2.20	2.10	2.30	2.25	2.10	2.00	2.10	2.00	2.30	2.15	0.11

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se observa que no siempre se cumple con la frecuencia de medición establecida de 2 horas, lo cual se debe a causas que se detallan posteriormente. Para su análisis se calculó las medias y desviaciones de 10 mediciones de frecuencias por cada lote.

A la luz de los resultados en la gráfica de control X-S en la figura 24, se muestra que en la gráfica X, todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control y en la gráfica S, el punto 53 se encuentra fuera de los límites de control; por lo que se puede decir que existe una causa especial que hace que el proceso no se encuentre bajo control, la cual tiene que eliminarse para volver a calcular los límites de control. Así como también, en ambos gráficos X y S se muestran puntos muy cerca de los límites de control, esto se debe a causas como falta de supervisión constante en ciertas fechas debido a la baja carga de fruta que necesita ser desverdizada, por lo que se debe tener precaución y aplicar medidas correctoras adecuadas.



**Figura 24.** Gráfica X-S para la Frecuencia de mediciones en el Desverdizado  
Fuente: Elaboración propia en Minitab 19.

- Tiempo de permanencia en las cámaras de Desverdizado: El tiempo varía en función a la tonalidad de color que presenta la fruta, dicho tiempo es determinado según la evaluación y el monitoreo en cámara del lote, y se establece con 48 horas de anticipación su salida de la cámara. En base a los registros del formato “Evaluación de lotes en proceso de desverdizado”, se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 14.** Tiempo de permanencia en las cámaras de Desverdizado

Mes	Lote	Fecha de ingreso	Fecha de salida programada	Fecha de salida real	Diferencia (días)
Junio	1	2/06/2018	8/06/2018	8/06/2018	0
	2	2/06/2018	8/06/2018	8/06/2018	0
	3	3/06/2018	9/06/2018	9/06/2018	0
	4	3/06/2018	8/06/2018	8/06/2018	0
	5	4/06/2018	9/06/2018	9/06/2018	0
	6	12/06/2018	17/06/2018	17/06/2018	0
	7	12/06/2018	17/06/2018	18/06/2018	1
	8	13/06/2018	18/06/2018	18/06/2018	0
	9	13/06/2018	19/06/2018	19/06/2018	0
	10	20/06/2018	23/06/2018	23/06/2018	0
	11	20/06/2018	25/06/2018	26/06/2018	1
	12	20/06/2018	25/06/2018	25/06/2018	0
	13	20/06/2018	25/06/2018	25/06/2018	0
	14	21/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	0

Mes	Lote	Fecha de ingreso	Fecha de salida programada	Fecha de salida real	Diferencia (días)
	15	21/06/2018	27/06/2018	27/06/2018	0
	16	22/06/2018	27/06/2018	27/06/2018	0
	17	22/06/2018	27/06/2018	27/06/2018	0
	18	23/06/2018	28/06/2018	28/06/2018	0
	19	23/06/2018	28/06/2018	29/06/2018	1
	20	25/06/2018	30/06/2018	30/06/2018	0
Julio	21	4/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	0
	22	4/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	0
	23	5/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	0
	24	5/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	0
	25	6/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	0
	26	6/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	0
	27	7/07/2018	11/07/2018	12/07/2018	1
	28	7/07/2018	13/07/2018	13/07/2018	0
	29	17/07/2018	22/07/2018	22/07/2018	0
	30	17/07/2018	22/07/2018	22/07/2018	0
	31	18/07/2018	23/07/2018	23/07/2018	0
	32	18/07/2018	23/07/2018	23/07/2018	0
	33	19/07/2018	23/07/2018	23/07/2018	0
	34	19/07/2018	23/07/2018	23/07/2018	0
	35	19/07/2018	23/07/2018	23/07/2018	0
	36	20/07/2018	24/07/2018	25/07/2018	1
	37	20/07/2018	25/07/2018	25/07/2018	0
	38	21/07/2018	25/07/2018	26/07/2018	1
	39	22/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	0
	40	23/07/2018	28/07/2018	29/07/2018	1
Agosto	41	4/08/2018	10/08/2018	10/08/2018	0
	42	5/08/2018	11/08/2018	11/08/2018	0
	43	5/08/2018	11/08/2018	11/08/2018	0
	44	5/08/2018	10/08/2018	10/08/2018	0
	45	6/08/2018	11/08/2018	11/08/2018	0
	46	6/08/2018	11/08/2018	11/08/2018	0
	47	7/08/2018	12/08/2018	12/08/2018	0
	48	9/08/2018	14/08/2018	15/08/2018	1
	49	9/08/2018	15/08/2018	15/08/2018	0
	50	10/08/2018	16/08/2018	16/08/2018	0
	51	11/08/2018	16/08/2018	16/08/2018	0
	52	11/08/2018	16/08/2018	16/08/2018	0
	53	12/08/2018	18/08/2018	18/08/2018	0
	54	13/08/2018	17/08/2018	17/08/2018	0
	55	16/08/2018	20/08/2018	21/08/2018	1
	56	17/08/2018	22/08/2018	22/08/2018	0
	57	19/08/2018	23/08/2018	23/08/2018	0
	58	19/08/2018	23/08/2018	23/08/2018	0
	59	21/08/2018	25/08/2018	25/08/2018	0
	60	25/08/2018	29/08/2018	29/08/2018	0

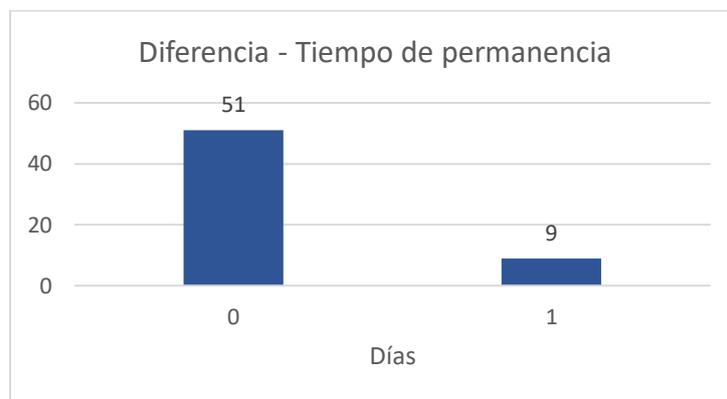
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se observa que no siempre se cumple la fecha de salida programada, lo cual se debe a causas que se detallan posteriormente. Por lo que para su análisis se calculó la diferencia entre la fecha de salida programada y la fecha de salida real de cada uno de los lotes.

**Tabla 15.** *Diferencias de tiempo de permanencia (Frecuencia)*

Diferencia	Frecuencia (#lotes)
0	51
1	9

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25.** *Diferencias de tiempo de permanencia (Frecuencia)*

Fuente: Elaboración propia

Se visualiza mediante una gráfica de barras en la figura 25, que 9 lotes no cumplieron con la fecha programada y tienen una diferencia de 1 día con su salida real.

- % Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional: Según lo establecido por política de calidad el límite máximo debe ser 2% de fruta exportable que se puede encontrar en la línea que va al Mercado Nacional. En base a los registros del formato “Control de descarte de exportación de cítricos”, se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 16.** *% Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional*

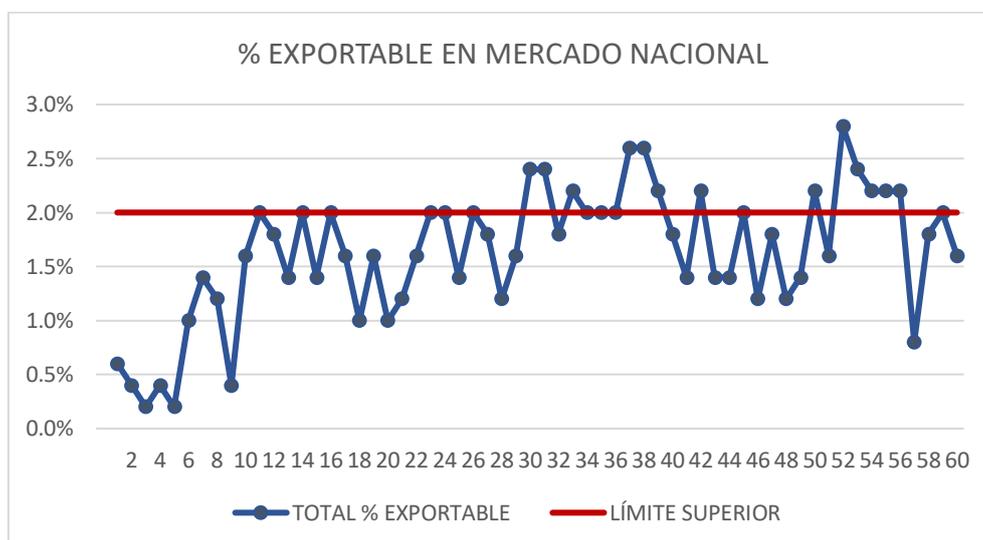
Mes	Lote	% Exportable					Total % Exportable
		M1	M2	M3	M4	M5	
Junio	1	1%	2%	0%	0%	0%	0.6%
	2	1%	0%	1%	0%	0%	0.4%
	3	0%	0%	1%	0%	0%	0.2%
	4	1%	0%	0%	1%	0%	0.4%
	5	0%	1%	0%	0%	0%	0.2%

Mes	Lote	% Exportable					Total % Exportable
		M1	M2	M3	M4	M5	
	6	1%	2%	0%	2%	0%	1.0%
	7	3%	2%	1%	1%	0%	1.4%
	8	2%	2%	1%	1%	0%	1.2%
	9	1%	0%	1%	0%	0%	0.4%
	10	2%	3%	1%	2%	0%	1.6%
	11	4%	1%	2%	2%	1%	2.0%
	12	2%	2%	3%	1%	1%	1.8%
	13	4%	2%	1%	0%	0%	1.4%
	14	2%	1%	3%	3%	1%	2.0%
	15	3%	0%	2%	1%	1%	1.4%
	16	2%	3%	3%	1%	1%	2.0%
	17	3%	2%	1%	1%	1%	1.6%
	18	2%	1%	2%	0%	0%	1.0%
	19	3%	2%	3%	0%	0%	1.6%
	20	1%	2%	2%	0%	0%	1.0%
	21	2%	1%	2%	1%	0%	1.2%
	22	2%	2%	2%	1%	1%	1.6%
	23	3%	4%	2%	1%	0%	2.0%
	24	4%	3%	2%	1%	0%	2.0%
	25	3%	2%	2%	0%	0%	1.4%
	26	3%	3%	2%	1%	1%	2.0%
	27	1%	3%	3%	2%	0%	1.8%
	28	0%	3%	2%	0%	1%	1.2%
	29	4%	2%	1%	1%	0%	1.6%
	30	5%	2%	2%	1%	2%	2.4%
	31	4%	2%	3%	2%	1%	2.4%
	32	3%	3%	2%	1%	0%	1.8%
	33	3%	2%	4%	2%	0%	2.2%
	34	2%	3%	3%	0%	2%	2.0%
	35	2%	2%	4%	2%	0%	2.0%
	36	3%	1%	2%	2%	2%	2.0%
	37	4%	4%	2%	3%	0%	2.6%
	38	4%	3%	2%	2%	2%	2.6%
	39	3%	3%	3%	1%	1%	2.2%
	40	2%	2%	3%	0%	2%	1.8%
	41	2%	1%	0%	2%	2%	1.4%
	42	3%	3%	3%	2%	0%	2.2%
	43	2%	1%	1%	2%	1%	1.4%
	44	2%	2%	2%	1%	0%	1.4%
	45	3%	4%	2%	0%	1%	2.0%
	46	2%	2%	0%	1%	1%	1.2%
	47	2%	4%	1%	0%	2%	1.8%
	48	2%	2%	0%	2%	0%	1.2%
	49	3%	2%	1%	1%	0%	1.4%
	50	4%	2%	0%	3%	2%	2.2%
	51	3%	2%	1%	2%	0%	1.6%
	52	5%	3%	4%	0%	2%	2.8%
	53	5%	4%	2%	1%	0%	2.4%
	54	4%	2%	2%	0%	3%	2.2%
	55	4%	3%	2%	1%	1%	2.2%
	56	2%	3%	4%	1%	1%	2.2%

Mes	Lote	% Exportable					Total % Exportable
		M1	M2	M3	M4	M5	
	57	0%	0%	0%	2%	2%	0.8%
	58	3%	3%	2%	0%	1%	1.8%
	59	4%	2%	2%	1%	1%	2.0%
	60	1%	3%	2%	2%	0%	1.6%

Fuente: Elaboración propia

En los datos de la tabla 16 se observa que no siempre se cumple con el límite máximo establecido de 2%, lo cual se debe a causas que se detallan posteriormente. Para su análisis en la figura 26 se visualiza el comportamiento de dicho indicador mediante un gráfico de líneas donde se observa varios puntos superiores al 2% y varios puntos en el límite.



**Figura 26.** Gráfico de líneas del % Exportable en Mercado Nacional

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor análisis del proceso se recopiló los datos del % Exportable en Mercado Nacional de 5 lotes por día durante 18 días y se obtuvo lo siguiente:

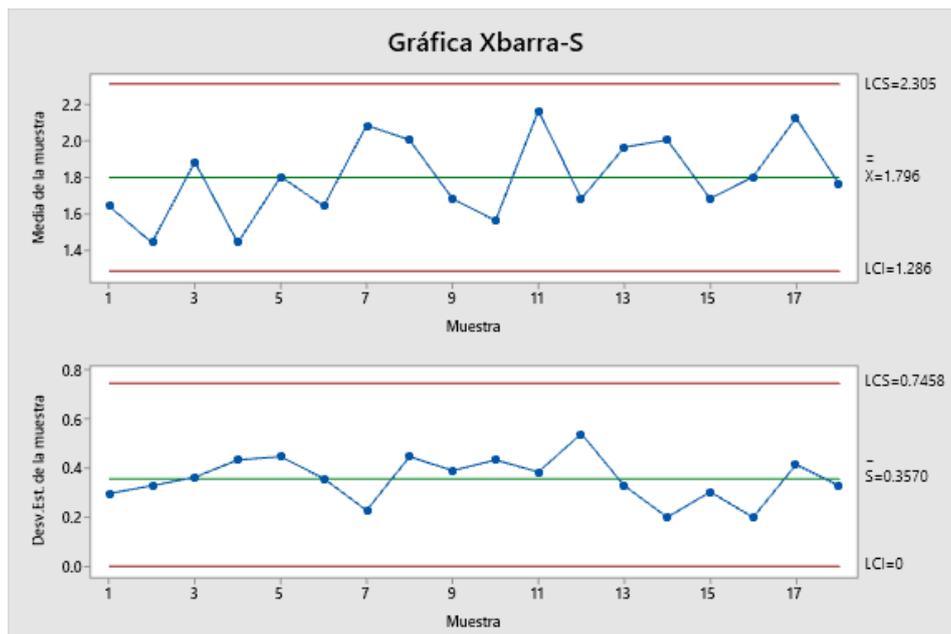
**Tabla 17.** % Exportable en Mercado Nacional – periodo de 18 días

Subgrupos	Muestra					Medias	Desv. Est.
	L1	L2	L3	L4	L5		
1	1.60	2.00	1.60	1.80	1.20	1.64	0.30
2	1.00	1.60	1.80	1.20	1.60	1.44	0.33
3	2.20	2.00	1.60	2.20	1.40	1.88	0.36
4	2.00	1.60	1.00	1.60	1.00	1.44	0.43
5	2.00	1.80	1.20	1.60	2.40	1.80	0.45
6	1.20	1.60	2.00	2.00	1.40	1.64	0.36

7	2.40	1.80	2.20	2.00	2.00	2.08	0.23
8	2.00	2.60	1.40	2.20	1.80	2.00	0.45
9	1.40	2.20	1.40	1.40	2.00	1.68	0.39
10	1.20	1.80	1.20	1.40	2.20	1.56	0.43
11	1.60	2.60	2.40	2.00	2.20	2.16	0.38
12	2.20	0.80	1.80	2.00	1.60	1.68	0.54
13	2.20	1.80	2.40	1.60	1.80	1.96	0.33
14	1.80	2.20	2.20	1.80	2.00	2.00	0.20
15	1.60	1.80	1.20	2.00	1.80	1.68	0.30
16	1.60	1.80	2.00	1.60	2.00	1.80	0.20
17	2.40	2.20	1.80	2.60	1.60	2.12	0.41
18	1.60	1.40	1.60	2.20	2.00	1.76	0.33

Fuente: Elaboración propia

A la luz de los resultados en la gráfica de control X-S en la figura 27, se puede observar que, en ambos gráficos X y S, todos los puntos se ubicaron dentro de los límites de control, por lo que se puede decir que el proceso se encuentra bajo control.

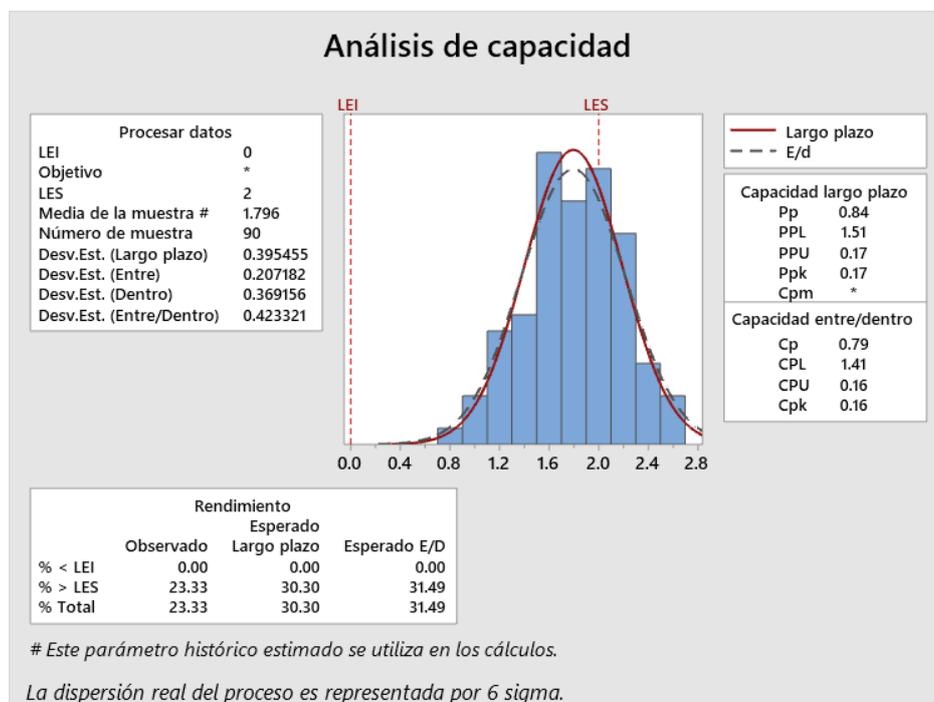


**Figura 27.** Gráfica X-S para % Exportable en proceso de Mercado Nacional  
Fuente: Elaboración propia en Minitab 19.

Una vez determinado que el proceso está bajo control estadístico, se procede a realizar la medición de la variabilidad del proceso con respecto a las especificaciones mediante el cálculo de los índices de capacidad.

En la figura 28 se observa que se obtuvo un valor de índice Cp de 0.79, este valor se compara con lo dicho por Booker, Raines, y Swift (2001)

que indica que, si el valor de  $C_p$  es menor a 1.33, quiere decir que el proceso no es capaz de producir unidades con las características requeridas y se considera como crítico, es decir se determina que el proceso no es capaz de cumplir las especificaciones.



**Figura 28.** Análisis de capacidad para % Exportable en proceso de Mercado Nacional  
Fuente: Elaboración propia en Minitab 19.

➤ % Merma: Según lo establecido por política de calidad el límite máximo debe ser 2% de merma de cada lote procesado. En base a los registros del reporte diario de producción, se obtuvo lo siguiente:

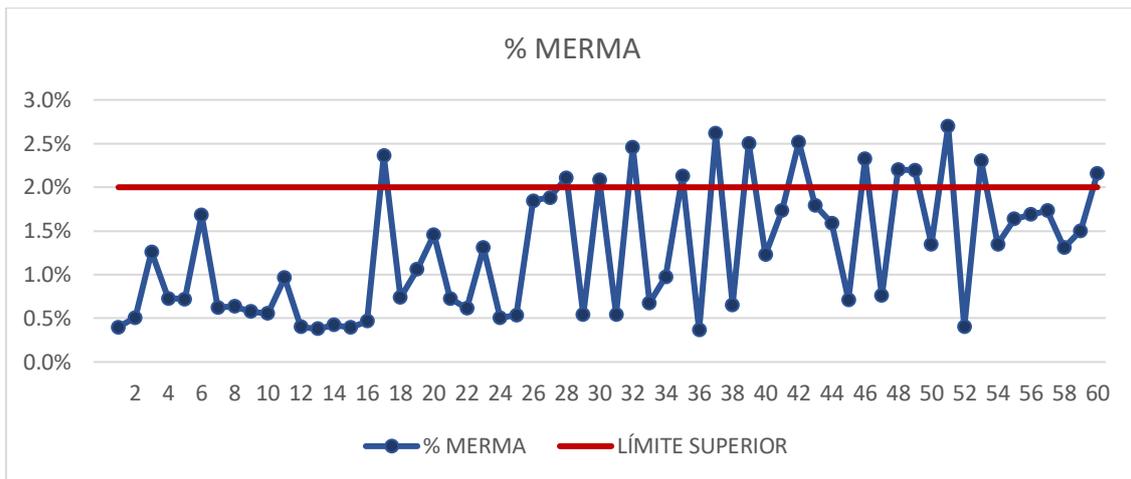
**Tabla 18.** % Merma

Mes	Lote	Kg. Procesado	Kg. Nacional	% Nacional	Kg. Merma	% Merma
Junio	1	12542.60	509.60	4.06%	50.00	0.40%
	2	15306.00	2098.20	13.71%	78.00	0.51%
	3	6664.00	695.80	10.44%	84.00	1.26%
	4	16453.40	1074.40	6.53%	120.00	0.73%
	5	16541.40	787.00	4.76%	119.00	0.72%
	6	9460.40	1696.60	17.93%	159.00	1.68%
	7	15388.60	3618.80	23.52%	96.00	0.62%
	8	14476.80	1704.40	11.77%	92.00	0.64%
	9	15694.80	744.00	4.74%	91.00	0.58%
	10	8273.20	418.20	5.05%	46.00	0.56%
	11	7157.80	401.00	5.60%	69.00	0.96%

Mes	Lote	Kg. Procesado	Kg. Nacional	% Nacional	Kg. Merma	% Merma
	12	16214.00	1899.20	11.71%	65.00	0.40%
	13	11854.20	1189.80	10.04%	45.00	0.38%
	14	13163.00	1582.00	12.02%	56.00	0.43%
	15	7556.80	769.20	10.18%	30.00	0.40%
	16	16071.00	2314.80	14.40%	75.00	0.47%
	17	8045.00	891.60	11.08%	190.00	2.36%
	18	14510.80	7322.00	50.46%	107.00	0.74%
	19	30171.00	6227.00	20.64%	320.00	1.06%
	20	26732.20	10449.20	39.09%	390.00	1.46%
Julio	21	17160.80	8316.00	48.46%	125.00	0.73%
	22	34249.60	15389.40	44.93%	210.00	0.61%
	23	16942.60	7558.40	44.61%	222.00	1.31%
	24	30016.80	6319.20	21.05%	152.00	0.51%
	25	15823.00	3398.80	21.48%	85.00	0.54%
	26	78840.00	19559.50	24.81%	1456.00	1.85%
	27	9827.00	3278.20	33.36%	185.00	1.88%
	28	31558.00	9289.40	29.44%	665.00	2.11%
	29	15698.20	6067.60	38.65%	85.00	0.54%
	30	27333.00	3916.00	14.33%	569.00	2.08%
	31	13778.20	4195.00	30.45%	75.00	0.54%
	32	16768.80	6446.20	38.44%	412.00	2.46%
	33	57646.00	28417.40	49.30%	390.00	0.68%
	34	58116.80	15758.60	27.12%	568.00	0.98%
	35	16832.80	4881.20	29.00%	358.00	2.13%
	36	15288.00	4252.40	27.82%	56.00	0.37%
	37	9403.00	2814.00	29.93%	246.00	2.62%
	38	26004.00	14298.10	54.98%	170.00	0.65%
	39	10068.60	4508.80	44.78%	252.00	2.50%
	40	9186.00	4245.40	46.22%	113.00	1.23%
Agosto	41	14401.00	4853.40	33.70%	250.00	1.74%
	42	14489.00	4961.40	34.24%	365.00	2.52%
	43	14750.00	4129.40	28.00%	265.00	1.80%
	44	17538.00	4802.60	27.38%	279.00	1.59%
	45	14273.80	4320.40	30.27%	102.00	0.71%
	46	16615.40	3182.80	19.16%	386.00	2.32%
	47	16407.00	4251.60	25.91%	125.00	0.76%
	48	17307.40	5181.80	29.94%	381.00	2.20%
	49	13566.80	4618.80	34.04%	298.00	2.20%
	50	14691.80	7304.40	49.72%	198.00	1.35%
	51	15455.40	10770.00	69.68%	417.00	2.70%
	52	49929.00	27223.20	54.52%	201.00	0.40%
	53	12535.80	3370.00	26.88%	289.00	2.31%
	54	15934.80	12831.20	80.52%	215.00	1.35%
	55	16181.80	9202.80	56.87%	265.00	1.64%
	56	15269.00	12231.80	80.11%	258.00	1.69%
	57	15479.40	7482.40	48.34%	268.00	1.73%
	58	14975.80	8948.40	59.75%	196.00	1.31%
	59	16501.80	8522.40	51.65%	248.00	1.50%
	60	15903.80	12670.20	79.67%	343.00	2.16%

Fuente: Elaboración propia

En los datos de la tabla 18 se observa que no siempre se cumple con el límite máximo establecido de 2%, lo cual se debe a causas que se detallan posteriormente. Para su análisis se visualiza el comportamiento de dicho indicador mediante un gráfico de líneas en la figura 29, donde se observa varios puntos superiores al 2%.



**Figura 29.** Gráfico de líneas del % Mermas  
Fuente: Elaboración propia

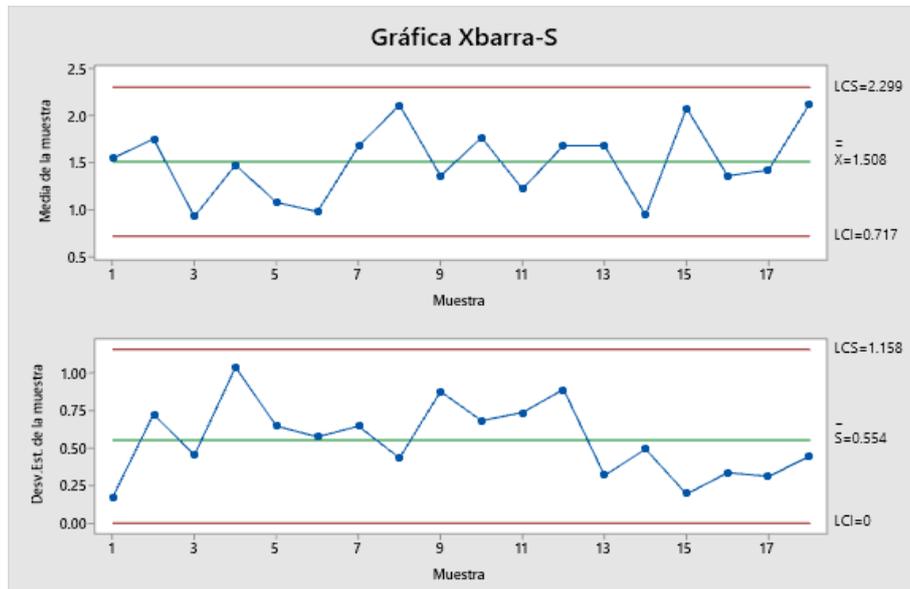
Para un mejor análisis del proceso se recopiló los datos del % Merma de 5 lotes por día durante 18 días y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 19.** % Mermas – periodo de 18 días

Subgrupos	Muestra					Medias	Desv. Est.
	L1	L2	L3	L4	L5		
1	1.50	1.62	1.73	1.59	1.28	1.54	0.17
2	0.58	1.64	2.23	1.85	2.45	1.75	0.73
3	0.40	1.52	1.26	0.73	0.72	0.93	0.45
4	0.37	2.62	0.65	2.50	1.23	1.08	0.65
5	1.68	0.62	0.64	1.88	0.56	0.98	0.58
6	0.96	1.68	1.42	0.43	0.40	1.22	0.74
7	1.74	2.52	1.80	1.59	0.71	0.94	0.49
8	1.85	1.88	2.46	1.68	2.68	2.11	0.43
9	0.54	2.46	0.68	0.98	2.13	1.36	0.88
10	2.32	0.76	2.20	2.20	1.35	1.47	1.04
11	0.47	2.36	0.74	1.06	1.46	1.67	0.65
12	2.70	0.40	2.31	1.35	1.64	1.77	0.68
13	1.69	1.73	1.31	1.50	2.16	1.68	0.89
14	0.73	1.61	1.31	0.51	0.54	1.68	0.32
15	1.89	1.95	2.25	2.32	1.98	2.08	0.19
16	1.56	1.28	0.85	1.74	1.36	1.36	0.34
17	1.84	1.56	1.24	1.02	1.44	1.42	0.31
18	1.68	1.89	2.64	2.56	1.84	2.12	0.44

Fuente: Elaboración propia

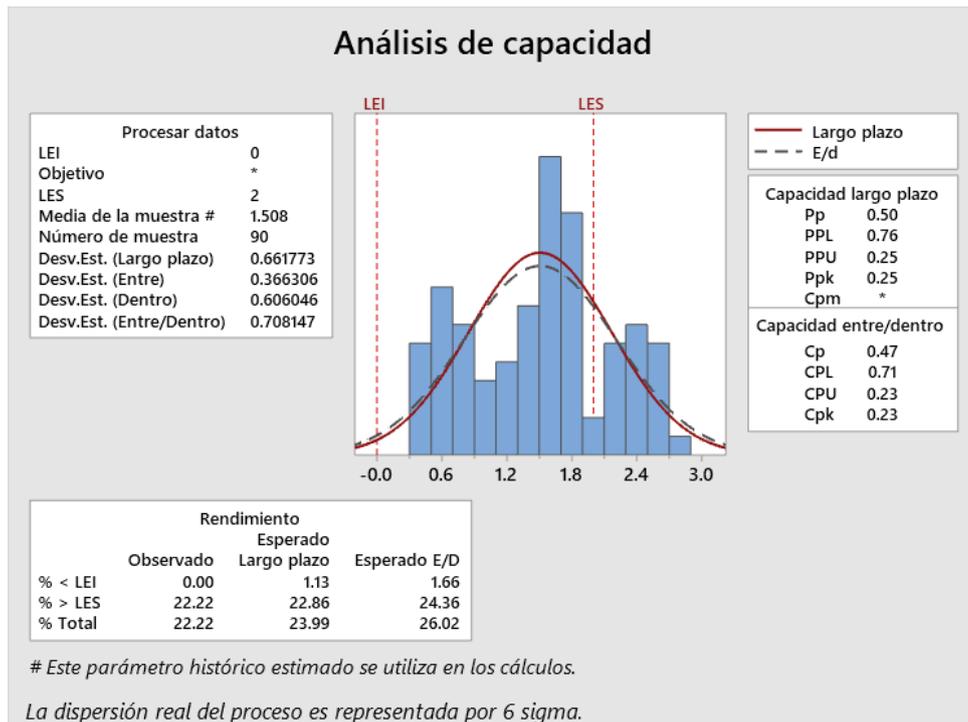
A la luz de los resultados en la gráfica de control X-S, en la figura 30, se puede observar que, en ambos gráficos X y S, todos los puntos están ubicados dentro de los límites de control, por lo que se puede decir que el proceso se encuentra bajo control.



**Figura 30.** Gráfica X-S para %Merma  
Fuente: Elaboración propia en Minitab 19.

Una vez determinado que el proceso está bajo control estadístico, se procede a realizar la medición de la variabilidad del proceso con respecto a las especificaciones mediante el cálculo de los índices de capacidad.

En la figura 31 se observa que se obtuvo un valor de índice Cp de 0.47, este valor se compara con lo dicho por Booker, Raines, y Swift (2001) que indica que, si el valor de Cp es menor a 1.33, quiere decir que el proceso no es capaz de producir unidades con las características requeridas y se considera como crítico, es decir se determina que el proceso no es capaz de cumplir las especificaciones.



**Figura 31.** Análisis de capacidad para %Merma

Fuente: Elaboración propia en Minitab 19.

- Variación de % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado después de desverdizado: Entorno al problema que presenta la empresa, se consideró necesario analizar la diferencia existente de los % Exportable estimado antes y después del Desverdizado en caso de los lotes que apliquen. En base a los registros del reporte de evaluación de cítricos, se obtuvo lo siguiente:

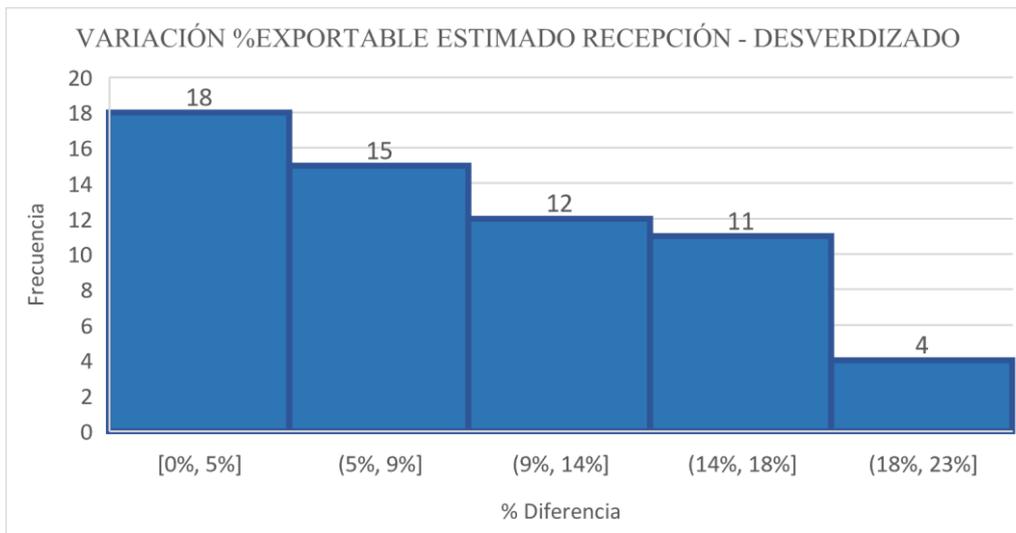
**Tabla 20.** Variación de % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado después de desverdizado

Mes	Lote	% Export. Est. Recepción	% Export. Est. Desverdizado	Diferencia
Junio	1	62.50%	58.03%	4.47%
	2	61.46%	56.08%	5.38%
	3	60.61%	52.91%	7.70%
	4	63.24%	55.97%	7.27%
	5	63.43%	40.85%	22.58%
	6	58.95%	52.51%	6.44%
	7	67.63%	47.76%	19.87%
	8	62.46%	61.05%	1.41%
	9	64.91%	42.46%	22.45%
	10	69.00%	53.68%	15.32%

Mes	Lote	% Export. Est. Recepción	% Export. Est. Desverdizado	Diferencia
	11	64.86%	57.43%	7.43%
	12	80.70%	77.34%	3.36%
	13	62.92%	51.61%	11.31%
	14	59.40%	43.22%	16.18%
	15	59.99%	44.55%	15.44%
	16	65.24%	56.63%	8.61%
	17	67.83%	67.30%	0.53%
	18	58.22%	51.38%	6.84%
	19	65.86%	49.33%	16.53%
	20	69.50%	51.83%	17.67%
	21	61.03%	51.28%	9.75%
	22	70.27%	57.40%	12.87%
	23	64.25%	63.78%	0.47%
	24	59.01%	58.39%	0.62%
	25	71.36%	69.96%	1.40%
	26	74.00%	70.90%	3.10%
	27	69.30%	62.41%	6.89%
	28	76.15%	58.83%	17.32%
	29	75.19%	65.68%	9.51%
Julio	30	70.22%	56.57%	13.65%
	31	77.11%	67.00%	10.11%
	32	73.39%	64.99%	8.40%
	33	62.30%	47.73%	14.57%
	34	66.10%	61.86%	4.24%
	35	55.72%	46.09%	9.63%
	36	67.59%	48.05%	19.54%
	37	73.48%	71.03%	2.45%
	38	84.20%	73.19%	11.01%
	39	68.26%	65.97%	2.29%
	40	81.89%	71.76%	10.13%
		41	79.10%	67.69%
	42	73.07%	59.21%	13.86%
	43	64.00%	63.39%	0.61%
	44	57.73%	52.30%	5.43%
	45	68.86%	59.91%	8.95%
	46	61.82%	58.36%	3.46%
	47	67.29%	60.70%	6.59%
	48	67.76%	62.04%	5.72%
Agosto	49	71.82%	67.41%	4.41%
	50	78.57%	63.21%	15.36%
	51	75.72%	61.15%	14.57%
	52	76.81%	61.16%	15.65%
	53	64.31%	63.11%	1.20%
	54	71.00%	68.30%	2.70%
	55	70.00%	58.39%	11.61%
	56	77.80%	76.66%	1.14%
	57	57.57%	50.00%	7.57%
	58	66.19%	56.36%	9.83%
	59	71.83%	64.14%	7.69%
	60	67.00%	64.88%	2.12%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se observa el cálculo de la diferencia entre el % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado luego del proceso de Desverdizado, los cuales varían por causas que se detallan posteriormente. Por lo que para su análisis se visualiza la variación de dichas diferencias mediante un histograma en la figura 32, donde indica las frecuencias obtenidas por cada uno de los intervalos establecidos.



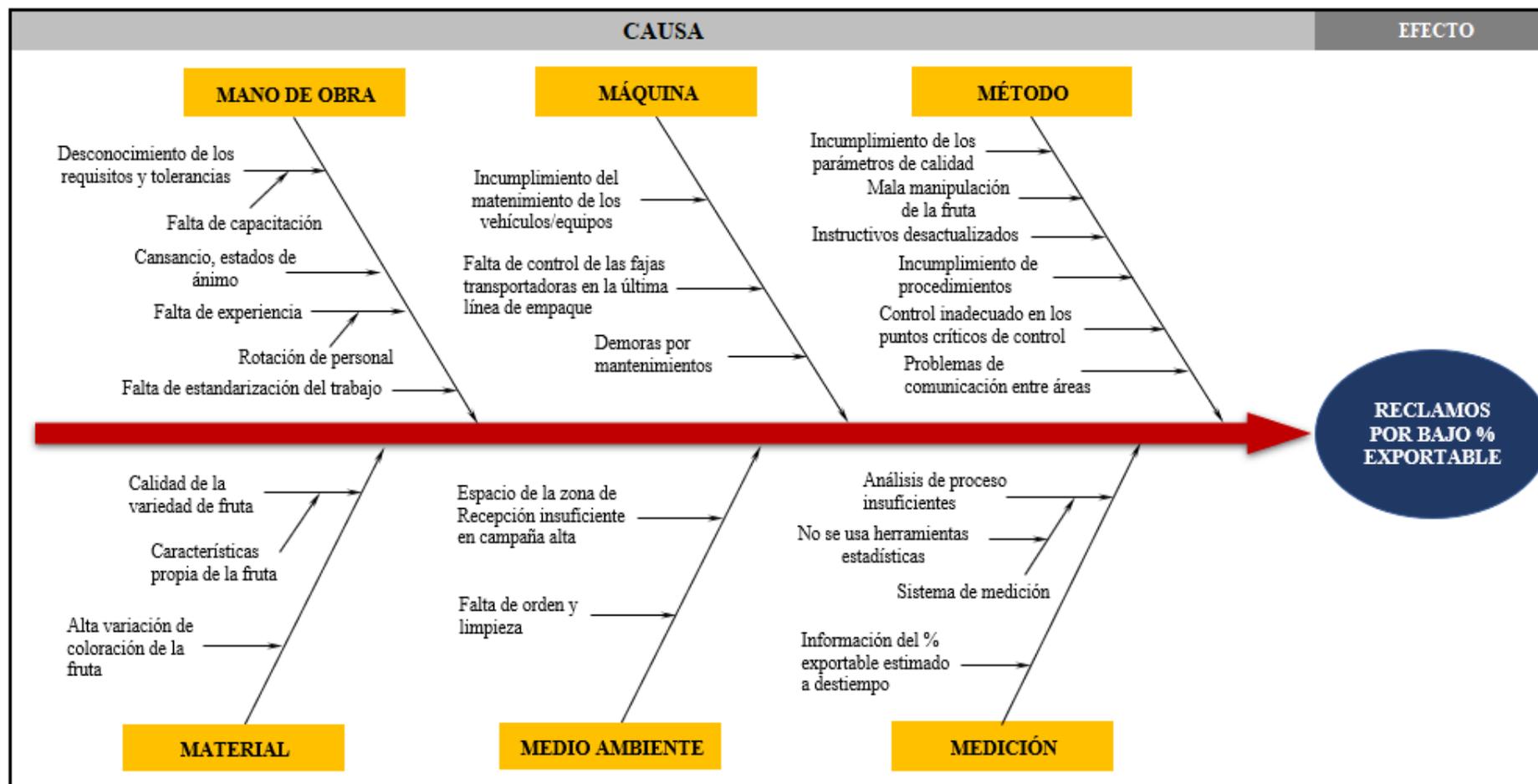
**Figura 32.** Histograma de Variación % Exportable estimado Recepción - Desverdizado  
Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Fase Analizar

En esta fase se analizó las causas que originan el problema de reclamos por bajo % Exportable en el proceso de la línea de cítricos.

#### 4.3.3.1. Diagrama de Ishikawa

Para analizar el problema se identificaron dichas causas en cada uno de los criterios de las 6M (Material, Máquina, Método, Mano de obra, Medida, Medio ambiente) y se muestran en el diagrama de Ishikawa de la figura 33.



**Figura 33.** Diagrama de Ishikawa – Reclamos por bajo %Exportable  
 Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3.2. Diagrama de Pareto

Una vez identificadas las causas, en base al diagrama de Ishikawa se procede a determinar las causas vitales a abordar mediante el diagrama de Pareto, para lo cual es necesario cuantificar cada una de las causas usando la matriz de priorización “GUT” que se basa en criterios de Gravedad, Urgencia y Tendencia con valores del 1 al 5 que se detallan en la tabla 21.

**Tabla 21.** Criterios y valoración de la matriz GUT

Criterios	Descripción	Valoración				
		1	2	3	4	5
<b>Gravedad</b>	Impacto que causa en función al problema	Sin gravedad	Poco grave	Grave	Muy grave	Extremadamente grave
<b>Urgencia</b>	Nivel de necesidad de tomar acciones	No hay apuro	Puede esperar	Merece atención	Alguna urgencia	Inmediata
<b>Tendencia</b>	Qué pasaría en el tiempo si no actuamos	No pasa nada	Podría complicarse	Va a complicarse	Muy difícil de manejar	Saldrá de control

Fuente: Elaboración propia

Se asignó una valoración para cada causa identificada:

**Tabla 22.** Matriz de priorización GUT

Causas	G	U	T	Puntaje
Desconocimiento de los requisitos y tolerancias	3	4	3	36
Cansancio, estados de ánimo	1	1	2	2
Falta de experiencia, rotación de personal	2	3	2	12
Falta de estandarización del trabajo	3	3	2	18
Incumplimiento del mantenimiento de los vehículos/equipos	2	3	2	12
Falta de control de las fajas transportadoras	3	4	4	48
Demoras por mantenimientos correctivos	2	2	2	8
Incumplimiento de los parámetros de calidad	4	4	4	64
Mala manipulación de la fruta	4	5	4	80
Instructivos desactualizados	3	3	3	27
Incumplimiento de procedimientos	3	4	3	36
Control inadecuado en los puntos críticos de control	5	5	5	125
Problemas de comunicación entre áreas	2	1	2	4
Calidad de la variedad de fruta	2	2	1	4
Alta variación de coloración de la fruta	3	3	3	27
Espacio de la zona de Recepción insuficiente	2	3	2	12
Falta de orden y limpieza	2	2	2	8
Análisis de proceso insuficientes	2	3	2	12
Información del % Exportable estimado a destiempo	3	3	2	18

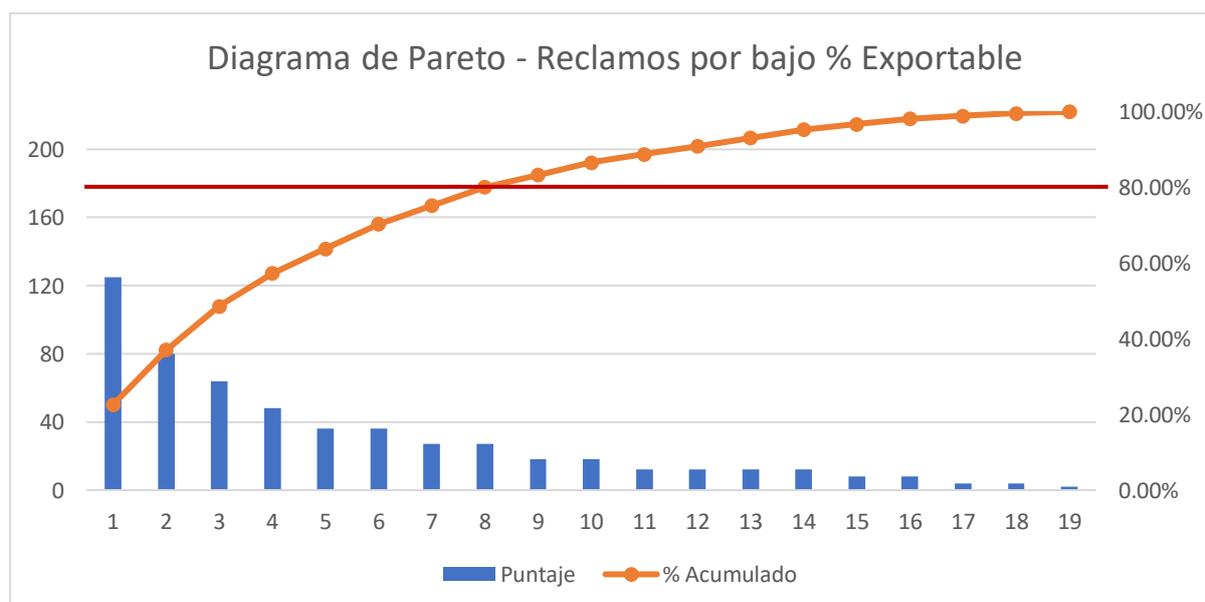
Fuente: Elaboración propia

Una vez cuantificado las causas en la tabla 22, se calculan los porcentajes que se muestran en la tabla 23 y se realiza el diagrama de Pareto.

**Tabla 23.** Porcentajes de las causas de Reclamos por bajo % Exportable

N°	Causas	Puntaje	%	P Ac.	% Ac.
1	Control inadecuado en los puntos críticos de control	125	22.60%	125	22.60%
2	Mala manipulación de la fruta	80	14.47%	205	37.07%
3	Incumplimiento de los parámetros de calidad	64	11.57%	269	48.64%
4	Falta de control de las fajas transportadoras	48	8.68%	317	57.32%
5	Desconocimiento de los requisitos y tolerancias	36	6.51%	353	63.83%
6	Incumplimiento de procedimientos	36	6.51%	389	70.34%
7	Instructivos desactualizados	27	4.88%	416	75.23%
8	Alta variación de coloración de la fruta	27	4.88%	443	80.11%
9	Falta de estandarización del trabajo	18	3.25%	461	83.36%
10	Información del % Exportable estimado a destiempo	18	3.25%	479	86.62%
11	Falta de experiencia, rotación de personal	12	2.17%	491	88.79%
12	Incumplimiento del mantenimiento de los vehículos/equipos	12	2.17%	503	90.96%
13	Espacio de la zona de Recepción insuficiente	12	2.17%	515	93.13%
14	Análisis de proceso insuficientes	12	2.17%	527	95.30%
15	Demoras por mantenimientos correctivos	8	1.45%	535	96.75%
16	Falta de orden y limpieza	8	1.45%	543	98.19%
17	Problemas de comunicación entre áreas	4	0.72%	547	98.92%
18	Calidad de la variedad de fruta	4	0.72%	551	99.64%
19	Cansancio, estados de ánimo	2	0.36%	553	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>553</b>	<b>100%</b>		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 34.** Diagrama de Pareto – Reclamos por bajo % Exportable

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34 se observa que las 8 primeras causas representan el 80.11% del total de causas identificadas, por lo tanto, se determina como causas vitales a priorizar para resolver el problema a las siguientes:

- Control inadecuado en los puntos críticos de control. Se tiene establecido el HACCP en la línea de cítricos, pero conforme se ha ido haciendo modificaciones en el proceso no se ha actualizado y no se tiene establecido todos los puntos críticos existentes ni los controles para cada uno de ellos, por lo que no se lleva un buen control.
- Mala manipulación de la fruta. Durante el proceso de recepción, traslados y la propia manipulación de la fruta por parte de los operarios en las líneas de empaque generan que la fruta vaya perdiendo calidad por la manipulación inadecuada que ya no cumpla con los estándares para la exportación, reduciendo así el % Exportable.
- Incumplimiento de los parámetros de calidad. En las actividades del proceso existen parámetros de calidad establecidos que se debe cumplir para obtener un producto con altos estándares de calidad que satisfaga al cliente, en las actividades de Desverdizado no se viene cumpliendo las frecuencias de mediciones de la temperatura, cantidad de etileno, CO<sub>2</sub> y % HR en las cámaras, así como también el tiempo de permanencia, lo que genera frutas con daños inherentes a la actividad y menor % Exportable.

- Falta de control de las fajas transportadoras. Los operarios en las líneas de empaque no tienen control directo de la velocidad de las fajas transportadoras y muchas veces al final de las líneas se generan acumulaciones de frutas, haciendo que éstas se maltraten y se generen mermas.
- Desconocimiento de los requisitos y tolerancias. Debido a la rotación de personal, el nuevo personal que ingresa no conoce los requisitos y tolerancias de los clientes, y mayormente la capacitación que se les brinda no es muy detallada.
- Incumplimiento de procedimientos. A pesar que mayormente se realiza capacitaciones de los procedimientos que se implementan, los operarios no le dan la debida importancia y no prestan atención a las capacitaciones.
- Instructivos desactualizados. Conforme se ha ido haciendo modificaciones en las actividades del proceso no se ha actualizado los instructivos.
- Alta variación de coloración de la fruta. Presentar una amplia diferencia de tonalidades en un mismo lote influye en el proceso de Desverdizado generando un cambio de color desigual.

#### **4.3.3.3. Análisis Modal de Falla Efecto (AMEF)**

Se realizó el análisis de dichas fallas mediante la matriz AMEF para identificar las fallas que puedan ocurrir en los subprocesos identificados como críticos y poder prevenirlos se realizó.

En la tabla 24 se muestra los modos de falla identificados para cada subproceso crítico, los efectos, las causas y controles actuales de cada una, posteriormente se realizó la multiplicación de los valores asignados para Gravedad (en base a la tabla 3), probabilidad de Ocurrencia (en base a la tabla 2) y probabilidad de Detección (en base a la tabla 4) para el Número de Prioridad de Riesgo (NPR). Según el valor resultante del NPR se establecieron las acciones a tomar y los responsables, priorizando los valores en rojo.

**Tabla 24. Matriz de Análisis Modal de Falla Efecto (AMEF)**

Sub Proceso	Actividad	Modo de Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Valoración			NPR	Acciones a tomar	Responsable
						G	O	D			
<b>RECEPCIÓN Y PESADO</b>	Descargar Jabas/Bines de MP	Descarga inadecuada de la fruta	Presencia de daños en la fruta (daño mecánico, golpe, rajadura, daño por jaba)	Manipulación incorrecta de montacargas y estocas. Manipulación inadecuada de la MP, falta de pericia del operario.	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	5	7	1	35	Charlas de concientización	Supervisor de Producción
	Pesar los pallets en la balanza	Traslado inadecuado de los pallets	Presencia de daños en la fruta (daño mecánico, rajadura)	Manipulación incorrecta del personal de montacargas y estocas.	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	5	4	1	20	Charlas de concientización	Supervisor de Producción
	Realizar el análisis físico-químico	Demora en las pruebas físico-químicas	Entrega al cliente del reporte de recepción a destiempo	Personal del Laboratorio no se abastece todos los lotes de las diferentes frutas que se procesan	Ninguno	7	8	3	168	Asignar un personal más de ADC a Laboratorio para realizar las evaluaciones. Distribuir óptimamente la carga laboral	Supervisor de Aseguramiento de la Calidad
	Informar al cliente los resultados de la evaluación	Entrega a destiempo del reporte de recepción al cliente	Insatisfacción del cliente, reclamo	Demoras en las pruebas físico-químicas	Ninguno	6	8	3	144	Distribuir óptimamente la carga laboral. Uso de la TI para la generación de reportes más rápido	Jefe de Aseguramiento de la Calidad
		No se entrega carta de compromiso al cliente	Fruta en espera a ser procesada	Personal responsable no ubica al cliente que debe firmar la carta si se va procesar la fruta	Supervisor de ADC le informa al cliente	4	3	1	12		
<b>DESVERDIZADO</b>	Colocar los pallets en la cámara de desverdizado	Traslado inadecuado de los pallets	Presencia de daños en la fruta (daño mecánico, rajadura)	Manipulación incorrecta del personal de montacargas y estocas.	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	5	4	1	20	Charlas de concientización	Supervisor de Producción
		Renovación de aire ineficiente	El aire no puede acceder a la totalidad de la cámara	Personal realiza una paletización incorrecta en la cámara y no cumple las medidas de separación	Señalización en los pisos de las cámaras	7	6	3	126	Capacitación al personal, charlas de concientización. Supervisión al término de la actividad	Supervisor de Frío y Expediciones

Sub Proceso	Actividad	Modo de Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Valoración			NPR	Acciones a tomar	Responsable	
						G	O	D				
SELECCIÓN	Desverdizado de la fruta	Aplicación fuera de especificación de etileno, CO2, %HR y temperatura	Presencia de daños en la fruta (Reblandecimiento, senescencia, oscurecimiento y caída del cáliz)  Color no característico de la fruta y variación de tonalidades	Excesiva producción de CO2 de los frutos inhibe el cambio de color externo. Excesiva inyección de etileno a las cámaras. Elevada temperatura de almacenamiento y baja humedad relativa	Monitoreo y regulación de la concentración de CO2 e inyección de etileno, temperatura y humedad relativa en el sistema de la cámara. Capacitación al personal	8	3	2	48			
		Inadecuado tiempo de permanencia	Presencia de daños en la fruta, color no característico	Mala comunicación al cambio de turno, desorden en el monitoreo de los registros de control	Capacitación al personal, formato de control	8	6	3	144	Formato de control que sintetice el monitoreo y seguimiento de todas las cámaras. Informar el estado del registro al cambio de turno	Supervisor de ADC/Frío y Expediciones	
		Retirar los pallets de la cámara de desverdizado	Traslado inadecuado de los pallets	Presencia de daños en la fruta (daño mecánico, rajadura)	Manipulación incorrecta del personal de montacargas y estocas.	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	5	4	1	20	Charlas de concientización	
		Evaluar muestra y estimar % exportable	Entrega a destiempo del reporte de desverdizado al cliente	Insatisfacción del cliente	Personal no se abastece	Ninguno	6	7	2	84	Distribuir óptimamente la carga laboral. Uso de la TI para la generación de reportes más rápido	Jefe de Aseguramiento de la Calidad
		Retirar los frutos que no cumplen con los requisitos y tolerancias del cliente	Paso de frutas que no cumplen con los requisitos y tolerancias	Insatisfacción del cliente, reclamo	Falta de pericia del operario, desconocimiento o incumplimiento de los requisitos y tolerancias del cliente	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	6	5	1	30		

Sub Proceso	Actividad	Modo de Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Valoración			NPR	Acciones a tomar	Responsable
						G	O	D			
EMPACADO		Retiro de fruta exportable	Insatisfacción del cliente, reclamo	Falta de pericia del operario, desconocimiento o incumplimiento de los requisitos y tolerancias del cliente	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	8	7	3	168	Instructivos de los requisitos y tolerancias que se manejan con mayor frecuencia y capacitar. Charlas de concientización	Inspectores de Aseguramiento de la Calidad
		Empaque de frutas que no cumplen con los requisitos y tolerancias	Insatisfacción del cliente, reclamo	Falta de pericia del operario, desconocimiento o incumplimiento de los requisitos y tolerancias del cliente	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	8	5	5	200	Instructivos de los requisitos y tolerancias que se manejan con mayor frecuencia y capacitar. Charlas de concientización	Inspectores de Aseguramiento de la Calidad
		Retiro de fruta exportable	Insatisfacción del cliente, reclamo	Falta de pericia del operario, desconocimiento o incumplimiento de los requisitos y tolerancias del cliente	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	8	8	3	192	Instructivos de los requisitos y tolerancias que se manejan con mayor frecuencia y capacitar. Charlas de concientización	Inspectores de Aseguramiento de la Calidad
	Empacar los frutos en cajas/jabas según calibre y categoría	Manipulación inadecuada de la fruta	Presencia de daños en la fruta. Insatisfacción del cliente, reclamo	Falta de pericia del operario, desconocimiento o incumplimiento de las buenas prácticas de manipulación	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	7	7	3	147	Instructivos de correcta manipulación y capacitar, evaluación de eficacia de las capacitaciones, charlas de concientización	Inspectores de Aseguramiento de la Calidad
		Acumulación de la fruta al final de las líneas de empaque	Presencia de daños en la fruta. Insatisfacción del cliente, reclamo	Falta de control de la velocidad de las fajas transportadoras por parte de los operarios	Jabas disponibles para el retiro de la fruta cuando se acumula	7	9	2	126	Sistema de control, supervisión constante del final de las líneas de empaque	Supervisor de Producción
		Llenado incorrecto en la fruta en las cajas/jabas	Presencia de daños en la fruta. Insatisfacción del cliente, reclamo	Mal acomodo de la fruta en las cajas según calibre y categoría	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	8	6	5	240	Instructivo del correcto llenado y capacitar. Charlas de concientización	Inspectores de Aseguramiento de la Calidad

Sub Proceso	Actividad	Modo de Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Valoración			NPR	Acciones a tomar	Responsable
						G	O	D			
	Evaluar muestra en la línea a Mercado Nacional	Presencia de fruta exportable	Insatisfacción del cliente, reclamo	Falta de pericia del operario. Falta de control de los inspectores de aseguramiento de calidad	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso	8	8	3	192	Evaluación de la eficacia. Charlas de concientización. Comunicación constante al Supervisor de Producción de las evaluaciones.	Supervisor de Aseguramiento de la Calidad

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

	Fallo a atender NPR > 100
	Fallo en alerta 75 < NPR < 99
	Fallo a monitorear NPR < 75

#### **4.3.4. Fase Mejorar**

Luego de que se tiene identificado las causas vitales, en esta fase se presenta propuestas de mejora para eliminar o mitigar dichas causas detectadas en la fase anterior. Tomando en cuenta el análisis del problema y como causa vital el control inadecuado de los puntos críticos, se eligió actualizar el HACCP que maneja la empresa para el proceso de la línea de cítricos y listar las propuestas de mejora mediante una matriz de priorización para disminuir los reclamos por motivo de bajo % Exportable, incrementar la eficiencia en el proceso y asegurar la satisfacción de los clientes.

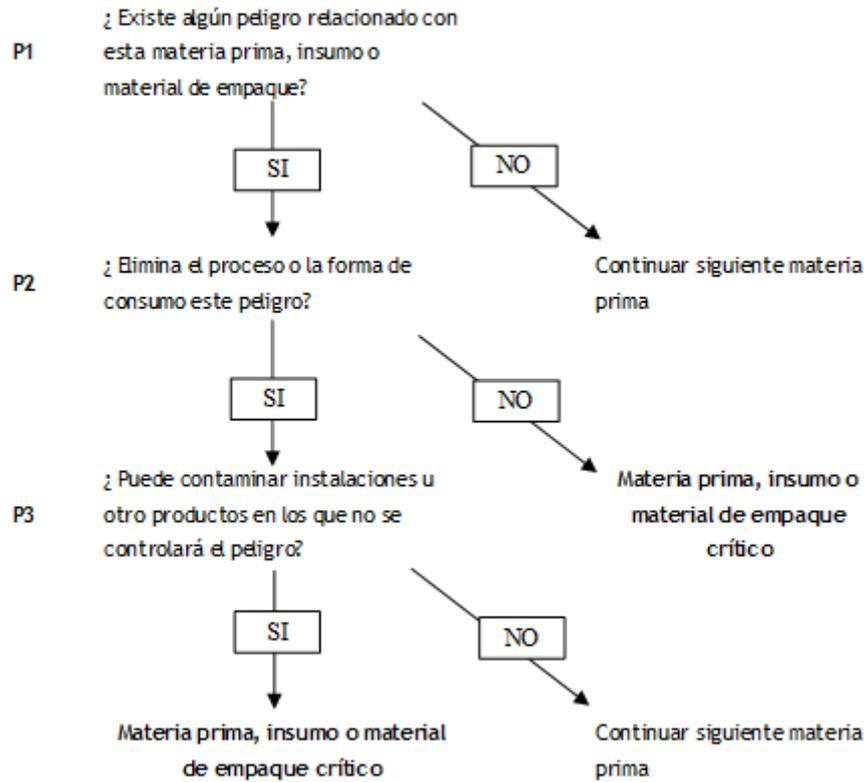
##### **4.3.4.1. HACCP (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control)**

Con la finalidad de garantizar la inocuidad y calidad de los productos, se ha establecido controles durante el proceso, por lo que mediante el HACCP se pone énfasis en la prevención para controlar los peligros significativos; identificando oportunamente las fallas que requieren la implementación de medidas correctivas para mantener la calidad. Actualmente la empresa tiene implementado el HACCP en el cual se ha añadido y actualizado los puntos de control y principalmente en los peligros de calidad en cada una de las actividades según apliquen.

##### **Desarrollo de los puntos críticos de control**

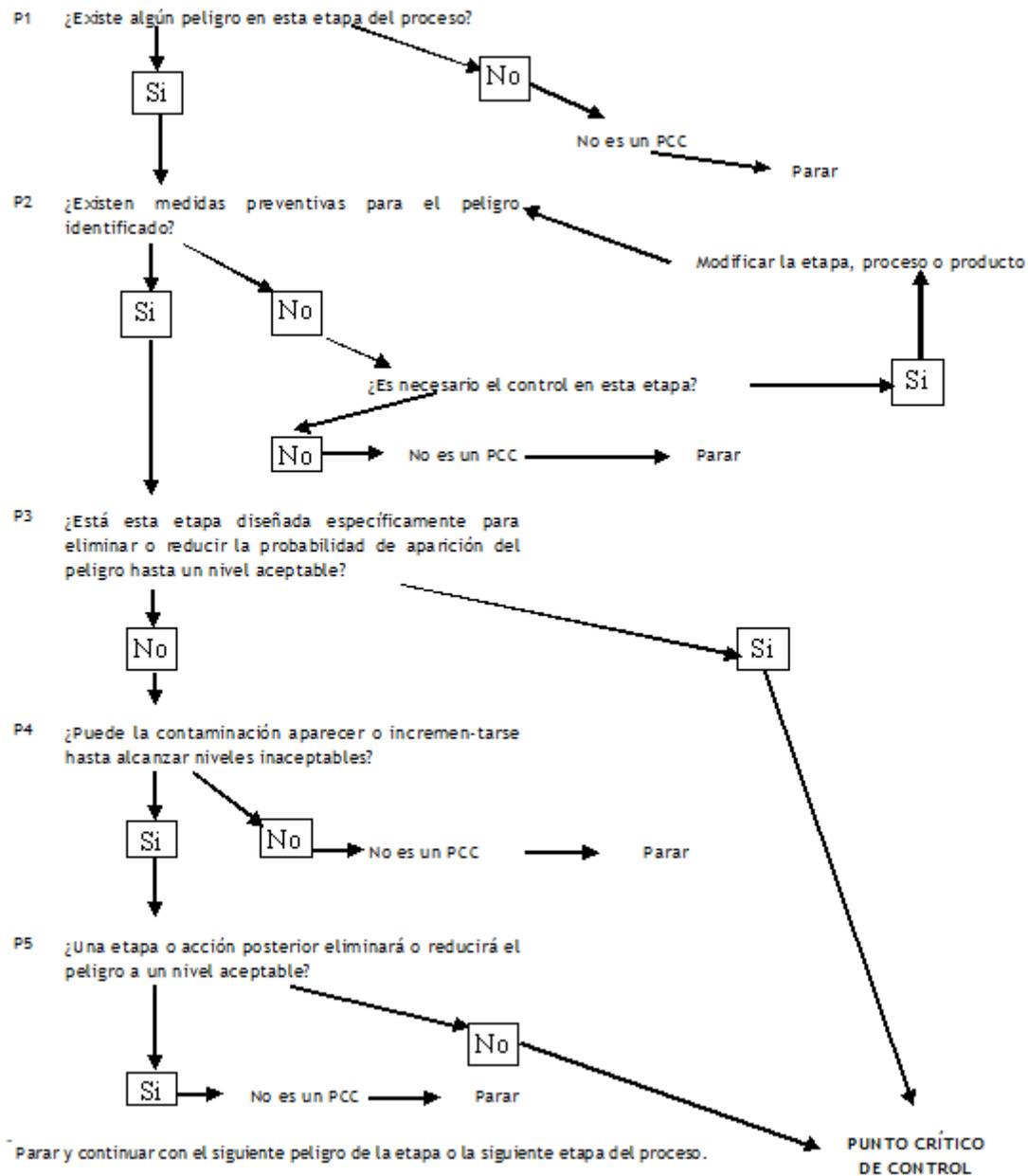
Para determinar los Puntos Críticos de Control se utilizó el Árbol de decisiones que se muestra en la figura 35 para materia prima, insumo y material y en la figura 36 para los PCC's del proceso, el cual será aplicado en cada etapa que pueda generar un peligro durante el proceso de producción.

ÁRBOL DE DECISIONES PARA MATERIA PRIMA, INSUMO O MATERIAL



*Figura 35. Árbol de decisiones para Materia prima, insumo y material*  
Fuente: Procesadora Torre Blanca (2016). ADC-M-06 Manual HACCP

ÁRBOL DE DECISIONES PARA LOS PCCs



**Figura 36.** *Árbol de decisiones para los PCCs*  
 Fuente: Procesadora Torre Blanca (2016). ADC-M-06 Manual HACCP

Para determinar la importancia de cada peligro identificado se usa la tabla de Probabilidad – Gravedad que se muestra en el Anexo 9.

**Tabla 25.** Análisis de peligros de materia prima, insumos y materiales

Principio 1						Principio 2					
Materia Prima, Insumo y/o Material	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
CÍTRICOS	<b>Físico:</b> Presencia de tierra, tijeras, navajas e implementos de cosecha o materias extrañas en general.	Falta de aplicación o control de las BPA. Falta de protección durante el transporte.	D	5	24	* Inspección visual de la MP y eliminación de cuerpos extraños en recepción y durante la selección.	Si	Si	No	PC	Etapas posteriores eliminarán el peligro.
	<b>Químico:</b> Presencia de residuos de pesticidas.	Aplicación de pesticidas no aprobados. Incumplimiento del periodo de carencia después de las aplicaciones de pesticidas.	D	2	12	* Solicitar los informes de ensayo de residuos de pesticidas a los clientes, comparándolos con la legislación nacional y del país de destino. * Coordinar con el cliente el envío de muestras para análisis de pesticidas, en caso no cuente con resultados.	Si	Si	No	PC	Contar con proveedores de Materia Prima Certificados y aprobados.
	<b>Biológico:</b> Presencia de microorganismos patógenos, insectos, larvas.	Procede con carga microbiana del campo, falta de medidas preventivas para el control de insectos en el campo.	B	5	19	* Realizar un buen lavado y desinfección del producto durante su procesamiento. * Retirar los frutos con larvas durante la preselección, selección y empaque.	Si	Si	No	PC	Etapas posteriores eliminarán el peligro.

Principio 1						Principio 2					
Materia Prima, Insumo y/o Material	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
	<b>Calidad:</b> Presencia de materia prima con coloración no deseada, con daños mecánicos, golpe, oleocelosis, creasing, rameado, etc.	Falta de aplicación o control de las Buenas Prácticas Agrícolas. Mala descarga y estiba. Manipulación inadecuada de la materia prima durante la recepción. Falta de aplicación o control de las BPA.	A	5	15	* Capacitación al personal de Selección y de Empaque y supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	PQ	Los defectos en la materia prima se pueden separar durante la preselección, selección y empaque.
	<b>Físico:</b> Presencia de polvo y materias extrañas en general	Incumplimiento de las buenas prácticas de almacenamiento. Compra de materiales a proveedores no calificados	D	4	21	* Auditorias y selección de proveedores de materiales. * Buenas Prácticas de almacenamiento. * Inspección de materiales durante su recepción.	Si	Si	No	PC	Se realiza la compra de materiales a proveedores calificados. Se realiza la inspección de materiales durante su recepción.
CAJAS, ESQUINEROS, LINERS, PARIHUELAS, STICKERS, ZUNCHOS	<b>Biológico:</b> Presencia de bacterias patógenas o de excremento u orina de roedores	Incumplimiento de las buenas prácticas de almacenamiento. Incumplimiento del programa de control de plagas. Compra de materiales a proveedores no calificados	D	2	12	* Auditorias y selección de proveedores de materiales. * Buenas prácticas de almacenamiento. * Verificación del cumplimiento del programa de control de plagas.	Si	Si	No	PC	Se realiza la compra de materiales a proveedores calificados. El proveedor de control de plagas es un proveedor calificado y cumple el programa establecido.
	<b>Calidad:</b> Materiales que no cumplen con las especificaciones	Compra de materiales a proveedores no calificados	D	3	17	* Auditorias y selección de proveedores de materiales de embalaje. * Inspección de materiales durante su recepción.	Si	Si	No	PQ	Se realiza la compra de materiales a proveedores calificados.

Principio 1						Principio 2					
Materia Prima, Insumo y/o Material	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
ÁCIDO CÍTRICO	<b>Químico:</b> Presencia de plomo	Falta de capacitación al personal con respecto a las dosis de uso según Codex (No más de 0.5 mg de plomo por Kg.)	D	2	12	* Solicitar certificados de calidad por cada lote adquirido.	Si	Si	No	PC	Para causar daños a la salud del consumidor se tendrían que usar dosis muy elevadas.
BICARBONATO DE SODIO	<b>Químico:</b> Presencia de plomo	Falta de capacitación al personal con respecto a las dosis de uso según Codex (No más de 2 mg de plomo por Kg.)	D	2	12	* Solicitar certificados de calidad por cada lote adquirido.	Si	Si	No	PC	Para causar daños a la salud del consumidor se tendrían que usar dosis muy elevadas.
FUNGICIDAS	<b>Químico:</b> Contaminación debido a dosificación excesiva de los productos químicos	Falta de capacitación al personal con respecto a las dosis de uso. Uso de productos químicos no autorizados para su uso en postcosecha.	D	2	12	* Solicitar fichas técnicas y certificados de calidad por cada lote a los proveedores. * Capacitación al personal. * Manipulación y dosificación de insumos químicos asignada solo al personal de Aseguramiento de la Calidad. * Compra a proveedores calificados. * Adecuada identificación de productos químicos.	Si	Si	No	PC	Para causar daños a la salud del consumidor se tendrían que usar dosis muy elevadas.

Principio 1						Principio 2					
Materia Prima, Insumo y/o Material	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
CERA	<b>Químico:</b> Contaminación debido a dosificación excesiva de los productos químicos	Falta de capacitación al personal con respecto a las dosis de uso. Uso de productos químicos no autorizados para su uso en postcosecha.	D	2	12	* Solicitar fichas técnicas y certificados de calidad por cada lote a los proveedores. * Capacitación al personal. * Manipulación y dosificación de insumos químicos asignada solo al personal de Aseguramiento de la Calidad. * Compra a proveedores calificados. * Adecuada identificación de productos químicos.	Si	Si	No	PC	Para causar daños a la salud del consumidor se tendrían que usar dosis muy elevadas.
HIPOCLORITO DE SODIO	<b>Químico:</b> Contaminación debido a dosificación excesiva de los productos químicos	Falta de capacitación al personal con respecto a las dosis de uso.	D	2	12	* Capacitación al personal. * Compra a proveedores calificados. * Solicitar certificados de calidad por cada lote adquirido.	Si	Si	No	PC	Para causar daños a la salud del consumidor se tendrían que usar dosis muy elevadas.
DETERGENTE NEUTRO	<b>Químico:</b> Contaminación debido a dosificación excesiva de los productos químicos	Falta de capacitación del personal respecto a las dosis de uso.	D	2	12	* Capacitación al personal. * Compra a proveedores calificados. * Solicitar certificados de calidad por cada lote adquirido.	Si	Si	No	PC	Para causar daños a la salud del consumidor se tendrían que usar dosis muy elevadas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Análisis de peligros del proceso

		Principio 1					Principio 2						
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/PC/PCQ/PQ	Motivos de las conclusiones
RECEPCIÓN Y PESADO	<b>Físico:</b> Presencia de tierra, insectos, cuchillos y materias extrañas en general.	Exposición a la intemperie de los camiones de MP.	B	4	14	Buena selección durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PC	Etapas posteriores eliminarán el peligro.
	<b>Químico:</b> Presencia de residuos de pesticidas.	Aplicación de pesticidas no aprobados.	D	2	12	Presentación de los informes de ensayo de análisis de pesticidas realizados en un laboratorio acreditado, para su verificación por parte de Aseguramiento de la Calidad; así como copia de las certificaciones de campo (Global gap, TNC, etc.)	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene medidas preventivas para minimizar la ocurrencia de este peligro.
	<b>Biológico:</b> Contaminación por microorganismos patógenos.	Falta de limpieza y desinfección del área de Recepción	D	5	24	Cumplimiento del Programa de Saneamiento.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado el Manual de Saneamiento.
	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por daños mecánicos y/o rajaduras al fruto.	Mala descarga y estiba, manipulación inadecuada de la MP durante la recepción. Manipulación incorrecta del personal de montacargas y estocas.	D	3	17	Capacitación del personal. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PQ	Los frutos dañados se pueden separar durante la preselección y selección.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/PC/PCQ/PQ	Motivos de las conclusiones
	Pérdida de calidad por MP cosechada antes de tiempo.	Falta de capacitación al personal.	B	3	9	Informar al cliente en caso de encontrar fruta fuera de los índices de madurez óptimos para el procesamiento.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 1	Es necesaria la evaluación del índice de madurez de la MP recepcionada.
DRENCHADO	<b>Químico:</b> Contaminación química por el uso de productos postcosecha no autorizados, en mal estado o por dosis que no cumplan su LMR.	Utilización de productos postcosecha no autorizados. Inadecuada dosificación de fungicidas. Falta de capacitación del personal.	D	3	17	Dosificación de fungicidas sólo a cargo de personal autorizado. Capacitación del personal. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PC	Los indicadores de contaminación no son un riesgo de Inocuidad alimentaria.
	<b>Biológico:</b> Contaminación de unos frutos a otros mediante el agua, cuando hay frutos podridos en las jabas a pasar por el drencher	Daño físico de la fruta, almacenamiento inadecuado.	D	3	17	Aplicación de las buenas prácticas de almacenamiento.	Si	Si	No	No	-	PC	Se cuenta con un personal que realiza muestreo de cada lote sobre los daños que pueda presentarse.
DESVERDIZADO	<b>Químico:</b> Contaminación por CO2.	Excesiva inyección de etileno a las cámaras	D	3	17	Capacitación al personal. Inyección de etileno sólo a cargo de personal autorizado. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PC	La dosis a inyectar tendría que ser muy elevada para poder causar daño a la salud de los consumidores.
	<b>Biológico:</b> Contaminación por microorganismos.	Falta de limpieza y desinfección de las cámaras de desverdizado.	D	5	24	Cumplimiento del Programa de Saneamiento.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene el Manual de Saneamiento.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/PC/PCQ/PQ	Motivos de las conclusiones
	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por presentar coloración externa no característica, por caída de cáliz y reblandecimiento de la corteza. Pérdida de vida de anaquel.	La excesiva producción de CO2 de los frutos inhibe el cambio de color externo. Excesiva inyección de etileno a las cámaras. Elevada temperatura de almacenamiento y baja humedad relativa.	B	3	9	Monitoreo y regulación de la concentración de CO2 e inyección de etileno, de acuerdo a las frecuencias establecidas. Monitoreo y regulación de parámetros de temperatura y humedad relativa.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 2	No hay etapas posteriores que reduzcan o eliminen el peligro.
OREO	<b>Físico:</b> Contaminación de fruta debido a presencia de insectos.	Programa de control de plagas no efectivo. Falta de capacitación del personal (dejar las puertas abiertas).	D	3	17	Verificación del cumplimiento y efectividad del control de plagas. Capacitación del personal que circula por el área.	Si	Si	No	No	-	PC	Se cuenta con un proveedor calificado para el control de plagas. Se capacita al personal.
	<b>Calidad:</b> Pérdida de vida de anaquel.	MP con cáscara sensible por la no eliminación de trazas de etileno debido al incumplimiento de tiempo de oreo.	C	2	8	Monitoreo del tiempo de oreo. Supervisión durante el proceso. Capacitación al personal.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 3	No hay etapas posteriores que reduzcan o eliminen los peligros a niveles aceptables.
VOLCADO	<b>Físico:</b> Presencia de contaminantes físicos (cabellos, polvo y residuos en general).	Incumplimiento de las reglas de planta y BPM por parte del personal.	D	5	24	Capacitación del personal sobre BPM. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado las BPM. Capacitación del personal.
	<b>Biológico:</b> Contaminación por microorganismos.	Inadecuado incumplimiento de los procedimientos de limpieza y desinfección de superficies.	D	5	24	Capacitación al personal. Cumplimiento y verificación del programa de saneamiento.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado el Manual de Saneamiento.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/PC/PCQ/PQ	Motivos de las conclusiones
LAVADO Y DESINFECCIÓN													Capacitación del personal.
	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por golpes a la MP.	Malas prácticas operacionales, de manipulación por parte del personal del área.	D	4	21	Capacitación al personal responsable de esta etapa. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PQ	Supervisión durante el proceso. Se cuenta con personal capacitado.
	<b>Químico:</b> Contaminación por excesiva dosificación de Hipoclorito de Sodio al 10%.	Inadecuada dosificación de Hipoclorito de Sodio. Falta de capacitación del personal.	D	2	12	Capacitación del personal. Dosificación de Hipoclorito de Sodio sólo a cargo del personal autorizado. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	Si	Si	PC	La dosis a agregar tendría que ser muy elevada para poder causar daño a la salud de los consumidores.
	<b>Biológico:</b> Supervivencia de bacterias patógenas.	Insuficiente dosificación de Hipoclorito de sodio a la tina de lavado. Insuficiente tiempo de desinfección. MP con elevada carga microbiana.	D	3	17	Monitoreo de concentración de Hipoclorito de Sodio de acuerdo a las frecuencias establecidas. Supervisión durante el proceso. Capacitación del personal.	Si	Si	No	No	-	PC	Las verificaciones y validaciones microbiológicas indican ausencia de Microorganismos patógenos en esta etapa.
	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por riesgo de pudrición. Pérdida de vida de anaquel.	Si los frutos se mantienen más del tiempo requerido en la tina de desinfección podrían retener agua. Elevada temperatura del agua de desinfección.	C	3	13	Evitar que la fruta permanezca estática en la tina de lavado y desinfección. Monitoreo y regulación de la temperatura del agua. Supervisión durante el proceso. Capacitación del personal.	Si	Si	No	No	-	PQ	Existen etapas posteriores que reducen o eliminan los peligros a niveles aceptables.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
PRESELECCIÓN	<b>Químico:</b> Contaminación con productos químicos (detergentes y/o desinfectantes).	Inadecuado cumplimiento de los procedimientos de limpieza y desinfección de superficies.	D	5	24	Capacitación del personal de limpieza sobre SSOP's. Compra de productos de químicos a proveedores aprobados.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado las BPM y los SSOPS. Se usa productos químicos aptos para la limpieza y desinfección de las superficies de contacto directo con alimentos.
	<b>Biológico:</b> Contaminación con bacterias patógenas.	Contaminación cruzada por parte del personal que manipula el producto. Falta de capacitación del personal. Falta de supervisión durante el proceso.	D	2	12	Capacitación del personal sobre las BPM y SSOP's. Desinfección periódica del personal durante el proceso. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PC	Se cuenta con el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, así como el Manual SSOPs.
	<b>Calidad:</b> Presencia de frutos fuera de la categoría.	Falta de capacitación del personal. Rotación constante del personal. Falta de supervisión.	C	4	18	Capacitación al personal de acuerdo a las tolerancias de cada cliente. Supervisión permanente durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PQ	Existen etapas posteriores que reducen o eliminan los peligros a niveles aceptables.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
ENJUAGUE	<b>Químico:</b> Permanencia de detergente neutro.	Inadecuada dosificación de detergente. Enjuague insuficiente. Aspersores en mal estado de conservación o funcionamiento.	D	2	12	Capacitación del personal. Dosificación de detergente sólo a cargo de personal autorizado. Supervisión durante el proceso. Mantenimiento preventivo de los aspersores de agua.	Si	Si	No	No	-	PC	Se controla la dosis a utilizar por cada lote. La dosis tendrían que ser muy elevadas para poder causar daño a la salud de los consumidores.
ENCERADO	<b>Químico:</b> Contaminación por excesiva aplicación de Imazalil y/o Tiabendazol.	Inadecuada dosificación de insumos químicos. Falta de capacitación del personal.	C	2	8	Dosificación de Imazalil y/o Tiabendazol solo a cargo de personal autorizado. Monitoreo y regulación de cera sólo a cargo de personal autorizado. Capacitación del personal. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	Si	No	PCC 1	No hay etapas posteriores que reduzcan o eliminen el peligro a niveles aceptables.
ENCERADO	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por sabores indeseados. Pérdida de calidad por riesgo de pudrición (Penicilium Digitatum, Botrytis cinerea).	Excesiva aplicación de cera puede evitar la respiración de los frutos. Falta de Supervisión durante la etapa. Falta de capacitación del personal. Insuficiente dosis de cera y/o fungicida.	B	3	9	Supervisión al inicio y durante el proceso. Capacitación al personal responsable. Monitoreo y dosificación de fungicidas de acuerdo a las frecuencias establecidas.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 4	No hay etapas posteriores que reduzcan o eliminen los peligros a niveles aceptables.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/PC/PCQ/PQ	Motivos de las conclusiones
SECADO	<b>Químico:</b> Contaminación con productos químicos (detergentes y/o desinfectantes).	Inadecuado cumplimiento de los procedimientos de limpieza y desinfección de superficies.	D	5	24	Se tiene implementado las BPM y los SSOPS. Los productos químicos utilizados son aptos para la limpieza y desinfección de las superficies de contacto directo con los alimentos.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado las BPM y los SSOPS.
	<b>Biológico:</b> Contaminación con bacterias patógenas.	Inadecuada limpieza y desinfección de la zona.	C	4	18	Se tiene implementado el Manual de Saneamiento.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado el Manual de Saneamiento.
	<b>Calidad:</b> Pérdida de vida de anaquel.	Elevada temperatura de secado.	B	4	14	Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PQ	Si el peligro ocurre, hay etapas posteriores que pueden reducir el peligro a niveles aceptables.
SELECCIÓN	<b>Químico:</b> Contaminación con productos químicos detergentes y/o desinfectantes).	Inadecuado cumplimiento de los procedimientos de limpieza y desinfección de superficies.	D	5	24	Capacitación del personal de limpieza sobre SSOPs. Compra de productos de químicos a proveedores aprobados.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado las BPM y los SSOPS.
	<b>Biológico:</b> Contaminación por malas prácticas de manipulación.	Contaminación cruzada por parte del personal que manipula el producto. Falta de capacitación del personal. Falta de supervisión durante el proceso.	C	4	18	Capacitación del personal sobre las BPM y SSOPs. Supervisión durante el proceso. Instalación de cartelería preventiva.	Si	Si	No	No	-	PC	Se cuenta con el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, así como el Manual SSOPs.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/PC/PCQ/PQ	Motivos de las conclusiones
	<b>Calidad:</b> Presencia de frutos fuera de la categoría.	Falta de capacitación del personal. Falta de Supervisión.	B	2	5	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	Si	No	-	PCQ 5	No existen etapas posteriores que reduzcan o eliminen los peligros a niveles aceptables.
CALIBRADO	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por mala calibración de los frutos.	Sobrecarga de fruta al ingreso del calibrado. Falla de los equipos de calibración.	B	3	9	Monitoreo y regulación de carga de fruta. Mantenimiento preventivo del calibrador. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 6	Se cuenta con el apoyo de las áreas de mantenimiento y producción.
ETIQUETADO	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por etiquetado incorrecto.	Falta de mantenimiento del equipo. Falta de especificaciones técnicas. Malas prácticas operacionales por parte del personal de programación de los equipos.	A	4	10	Mantenimiento preventivo de equipos de etiquetado. Comunicación oportuna de especificaciones técnicas. Capacitación del personal.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 7	No hay etapas posteriores que reduzcan o eliminen el peligro a niveles aceptables.
EMPACADO	<b>Físico:</b> Presencia de trozos de EPPs, plásticos y residuos en general.	Incumplimiento de las reglas de planta y BPM por parte del personal.	D	4	21	Capacitación del personal sobre BPM. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado las BPM. Capacitación del personal.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
	<b>Biológico:</b> Contaminación Staphylococcus aureus y coliformes totales.	Contaminación por manipulación inadecuada del operario. Falta de supervisión durante el proceso. Incumplimiento del procedimiento de lavado de manos y las BPM.	D	2	12	Capacitación al personal en BPM. Desinfección periódica de manos del personal durante el proceso. Aplicación y verificación del cumplimiento de BPM.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tienen implementadas las BPM.
	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por llenado incorrecto o mal acomodo de frutos en las cajas.	Falta de capacitación al personal. Falta de supervisión durante el proceso. Falta de comunicación oportuna de especificaciones. Rotación constante del personal.	C	4	18	Capacitación al personal. Supervisión durante el proceso. Comunicación oportuna de especificaciones.	Si	Si	No	No	-	PQ	Se realiza la capacitación del personal. Se tiene supervisión permanente durante el proceso.
PESADO Y CODIFICACIÓN	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad por exceso o defecto de peso de cajas. Daño de pallets de PTs. Pérdida de calidad por codificado incorrecto.	Balanzas descalibradas. Falta de Supervisión durante el proceso. Falta de capacitación del personal. Deficiente comunicación de especificaciones.	B	3	9	Mantenimiento preventivo de balanzas. Supervisión durante el proceso. Capacitación del personal. Comunicación oportuna de especificaciones.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 8	Si el pesado no se realiza bien en esta etapa, no hay una etapa posterior donde se pueda corregir.
PALETIZADO	<b>Físico:</b> Contaminación con materiales extraños (grapapas, astillas).	Uso de materiales inadecuados. Falta de capacitación del personal de paletizado durante el proceso.	D	3	17	Uso de materiales de proveedores confiables. Capacitación al personal acerca de las BPMs. Supervisión durante el proceso.	Si	Si	No	No	-	PC	Se cuenta con el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/PC/PCQ/PQ	Motivos de las conclusiones
	<b>Biológico:</b> Contaminación por coliformes totales y <i>Staphylococcus aureus</i> .	Contaminación cruzada debido al ingreso de materiales de paletizado contaminados.	E	2	16	Capacitación al personal. Uso de materiales de proveedores confiables. Inspección de materiales durante su recepción. Supervisión durante el paletizado.	Si	Si	No	No	-	PC	Se cuenta con el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura.
	<b>Calidad:</b> Inadecuado paletizado de parihuelas.	Falta de capacitación del personal de paletizado. Falta de Supervisión durante el paletizado.	B	3	9	Capacitación al personal. Supervisión durante el paletizado.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 9	Si el peligro ocurre, no hay etapas posteriores que lo eliminen o reduzcan hasta niveles aceptables.
ENFRIAMIENTO CON AIRE FORZADO	<b>Biológico:</b> Contaminación por listeria.	Inadecuada limpieza y desinfección de los túneles de enfriamiento.	D	5	24	Capacitación al personal. Cumplir con lo establecido en el Manual de Saneamiento.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado el Manual de Saneamiento.
	<b>Calidad:</b> Pérdida de calidad de la fruta por daños ocasionados por frío.	Falta de capacitación del personal. Inadecuados parámetros de temperatura, humedad relativa y tiempo durante el proceso de enfriado.	C	2	8	Enfriamiento de fruta solo a cargo del personal autorizado. Monitoreo y registro de parámetros de temperatura, humedad relativa y tiempo durante el proceso de enfriamiento.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 10	Si el peligro ocurre, no hay etapas posteriores que lo eliminen o reduzcan hasta niveles aceptables.
ALMACENAMIENTO DE	<b>Biológico:</b> Contaminación por listeria.	Inadecuada desinfección de la cámara de almacenamiento.	D	4	18	Cumplir con lo establecido en el Manual de Saneamiento.	Si	Si	No	No	-	PC	Se tiene implementado el Manual de Saneamiento.

Principio 1						Principio 2							
Etapa del proceso	Peligro	Causa	Probabilidad	Gravedad	Importancia	Medidas Preventivas y/o de Control	P1	P2	P3	P4	P5	PCC/ PC/ PCQ/ PQ	Motivos de las conclusiones
	<b>Calidad:</b> Daño de pallets de PTs.	Almacenamiento refrigerado con Inadecuados parámetros de humedad relativa y temperatura.	C	2	8	Mantenimiento preventivo de los sistemas de refrigeración. Monitoreo de temperatura y humedad relativa de cámaras, de acuerdo a las frecuencias establecidas.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 11	Si el peligro ocurre, no hay etapas posteriores que lo eliminen o reduzcan hasta niveles aceptables.
DESPACHO DE PT	<b>Calidad:</b> Daño de pallets de PTs.	Manipulación incorrecta por parte del personal operador de estocas y montacargas.	A	4	10	Capacitación al personal. Supervisión durante el despacho.	Si	Si	Si	-	-	PCQ 12	Si el peligro ocurre, no hay etapas posteriores que lo eliminen o reduzcan hasta niveles aceptables.

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- PCC: Punto donde se debe aplicar controles, fundamental para evitar o eliminar un peligro de seguridad de alimentos.
- PC: Punto en el que se puede perder el control y no ser un peligro significativo de seguridad de alimentos.
- PCQ: Punto donde se debe aplicar controles a peligros de calidad.
- PQ: Punto en el que se puede perder el control no ser un peligro significativo de calidad.

A continuación, se muestra la tabla de control para cada uno de los puntos críticos.

Tabla 27. Control de puntos críticos

PCC/ PCQ	Principio 3		Principio 4			Principio 5	Principio 6	Principio 7	
	Límite Crítico	Qué	Dónde	Monitoreo Cómo	Cuándo	Quién	Acción Correctiva	Verificación	Registros
PCQ 1	De acuerdo a las especificaciones del cliente.	°Brix % acidez IM % jugo Índice de color	Cítricos repcionados	Tomando muestras representativas de cada lote y realizando los análisis respectivos.	Cada vez que se recepcione un lote de MP.	Inspectores de Aseg. de la Calidad	<b>Inmediata:</b> Rechazar el lote recepcionado, informando al cliente y al Jefe de Planificación. <b>Preventiva:</b> Evaluar muestras de fruta de los clientes, previo a su envío a planta para su procesamiento.	Inspectores de Aseg. de la Calidad realizan el ensayo e informan al Asistente y/o Jefe de Aseg. de la Calidad de los resultados.	Recepción y evaluación de cítricos.
PCQ 2	De acuerdo a la cartilla de trabajo "Monitoreo de desverdizado".	Etileno CO2 Temperatura % HR Tiempo	Cámaras de desverdizado	Usando instrumentos de medición (pajillas detectoras de etileno y CO2, termohigrómetro y termómetro.	Durante el desverdizado, dos veces al día como mínimo.	Supervisor de Frío y Expediciones	<b>Inmediata:</b> Se ejecuta corrección manual de la desviación encontrada cuando los parámetros han salido fuera de los límites críticos. <b>Preventiva:</b> Controlar el cumplimiento de parámetros de etileno, CO2, temperatura, humedad relativa y tiempo.	Supervisor de Frío y Expediciones verifica el cumplimiento de parámetros establecidos.	Registros físicos de monitoreo de los parámetros.
PCQ 3	De acuerdo a la cartilla de trabajo "Monitoreo de desverdizado".	Tiempo de oreo.	Zona de Oreo	Monitoreo de Tiempo de oreo.	Durante el proceso.	Personal de Recepción	<b>Inmediata:</b> Observación del lote no conforme. Informar a los Supervisores de producción. <b>Preventiva:</b> Capacitación del personal.	Jefe de Packing verifica los registros y cumplimiento de parámetros	Registro de Liberación de lotes de MP desverdizado
PCC 1	De acuerdo a la cartilla de trabajo "Dosificación para el encerado de frutas".	Imazalil y/o Tiabendazol	Equipo de encerado	Dosificación de fungicidas con probeta graduada o jarra medidora.	Cada vez que se prepare cera.	Inspectores de Aseg. de la Calidad.	<b>Inmediata:</b> Eliminar la cera con exceso de fungicidas, para su posterior dilución y ajuste. Retirar todos los frutos con exceso de cera y tratarlo	Jefe o Supervisor de Aseg. de la Calidad: Revisan los	Registro de control de cera.

PCC/ PCQ	Principio 3	Principio 4			Principio 5	Principio 6	Principio 7		
	Límite Crítico	Qué	Dónde	Monitoreo Cómo	Cuándo	Quién	Acción Correctiva	Verificación	Registros
PCQ 4	De acuerdo a la cartilla de trabajo "Dosificación para el encerado de frutas".	Visual. Litros de cera por tonelada de fruta.	Después de la aplicación de cera. Equipo de encerado.	Observar el buen cubrimiento de cera de los frutos. Verificando el consumo de cera.	Durante el proceso, cada tres horas como mínimo. Durante el proceso, cada dos horas como mínimo.	Inspectores de Aseg. de la Calidad.	como producto no conforme. <b>Preventiva:</b> Controlar que la adición de Imazalil y Tiabendazol mantengan dentro de las dosis establecidas. Controlar que la adición de cera sea de acuerdo a la dosis establecida.	registros diarios.	
PCQ 5	Cumplimiento de tolerancia de acuerdo a especificaciones de los clientes.	Tolerancias de defectos.	Mesa de selección	Inspección visual en línea.	Durante el proceso.	Inspectores de Aseg. de la Calidad.	<b>Inmediata:</b> Observación del lote y reproceso si es necesario. Informar a los Supervisores de Producción. <b>Preventiva:</b> Capacitación del personal.	Jefe o Asistente de Aseg. de la Calidad: revisan los registros diariamente.	Evaluación de calidad de producto terminado.
PCQ 6	Máximo 10%, según Norma Técnica Peruana.	Homogeneidad de calibre.	Calibrador automático	Regulando la carga de la fruta al ingresar al calibrador.	Durante el proceso.	Supervisor de Aseg. de la Calidad.	<b>Inmediata:</b> Observación del lote y reproceso si es necesario. Informar al Supervisor de Producción. <b>Preventiva:</b> Capacitación del personal.	Jefe o Asistente de Aseg. de la Calidad: revisan los registros diariamente.	Evaluación de calidad de producto terminado.
PCQ 7	Mínimo 90% de frutos etiquetados.	Frutos etiquetados	En las mesas de embalaje	Haciendo muestreos de frutos, mediante inspección visual.	Durante el proceso.	Supervisor de Aseg. de la Calidad.	<b>Inmediata:</b> Separar el producto no conforme. Informar al Supervisor de Producción. <b>Preventiva:</b> Realizar mantenimiento preventivo de los equipos.	Jefe o Asistente de Aseg. de la Calidad: revisan los registros diariamente.	Evaluación de calidad de producto terminado.
PCQ 8	Ausencia	Cajas fuera del rango de peso requerido.	En la mesa de pesado.	Muestreo de cajas de producto	Durante el proceso.	Inspectores de Aseg. de la Calidad.	<b>Inmediata:</b> Separar el producto no conforme. Informar al	Jefe o Asistente de Aseg. de la Calidad: revisan	Evaluación de calidad de

PCC/ PCQ	Principio 3	Principio 4			Principio 5	Principio 6	Principio 7		
	Límite Crítico	Qué	Dónde	Cómo	Cuándo	Quién	Acción Correctiva	Verificación	Registros
		Cajas mal codificadas	En la zona de paletizado.	terminado, verificando el peso.  Mediante Inspección Visual.			Supervisor de Producción. <b>Preventiva:</b> Realizar la verificación de balanzas usando las pesas patrón previo al inicio de proceso. Capacitación del personal. Comunicación de especificaciones.	los registros diariamente.	producto terminado.
PCQ 9	Ausencia	Parihuelas mal enzunchadas.	Zona de paletizado	Inspección Visual y Verificación de la tensión de los zunchos.	Antes del despacho.	Supervisor de Frío y Expediciones.	<b>Inmediata:</b> Corregir los pallets con el defecto, informando al personal de cámaras. <b>Preventiva:</b> Capacitación del personal.	Supervisor de Frío y Expediciones revisan los registros diariamente.	Control de ingreso de pallet a cámara.
PCQ 10	De acuerdo a la cartilla de trabajo "Monitoreo de enfriamiento, almacenamiento y despacho de frutas y hortalizas".	Temperatura Humedad relativa Tiempo	Túnel de enfriamiento	Monitoreo de parámetros.	Cada dos horas.	Supervisor de Frío y Expediciones.	<b>Inmediata:</b> Si los parámetros se encuentran fuera del rango de los límites críticos. Comunicar a mantenimiento para que ajuste los parámetros a los límites establecidos. <b>Preventiva:</b> Mantenimiento preventivo de cámaras.	Supervisor de Frío y Expediciones revisan los registros diariamente.	Monitoreo de Temperaturas.
PCQ 11	De acuerdo a la cartilla de trabajo "Monitoreo de enfriamiento, almacenamiento y despacho de frutas y hortalizas".	Temperatura Humedad relativa	Cámaras de producto terminado	Monitoreo de parámetros.	Cada dos horas.	Supervisor de Frío y Expediciones.	<b>Inmediata:</b> Si los parámetros están fuera de los límites establecidos, retirar el producto a otra cámara. Avisar a Mantenimiento. <b>Preventiva:</b> Mantenimiento preventivo de cámaras. Monitoreo de parámetros.	Supervisor de Frío y Expediciones revisan los registros diariamente.	Monitoreo de Temperaturas.

PCC/ PCQ	Principio 3	Principio 4			Principio 5	Principio 6	Principio 7		
	Límite Crítico	Qué	Dónde	Cómo	Cuándo	Quién	Acción Correctiva	Verificación	Registros
PCQ 12	Ausencia.	Cajas o pallets dañados, durante la carga de contenedores refrigerados.	Zona de despacho de producto terminado	Inspección visual.	En cada despacho.	Inspectores de Aseg. de la Calidad.	<b>Inmediata:</b> Retirar las cajas dañadas, recuperando el producto que esté en buenas condiciones. Rearmar los pallets, en caso sea necesario. <b>Preventiva:</b> Capacitación del personal.	Jefe o Asistente de Aseg. de la Calidad: revisan los registros diariamente.	Despacho de contenedores

Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.4.2. Matriz de priorización de mejoras**

Para mitigar o eliminar las causas vitales identificadas se propone las siguientes mejoras:

- ✓ Actualizar el procedimiento de recepción incluyendo un instructivo de buenas prácticas de manipulación y se capacitar a los trabajadores responsables de dicha actividad.
- ✓ Actualizar el procedimiento de empaqueo e instructivos con imágenes que facilite la capacitación al personal que realiza dicha actividad en cuanto a las tolerancias de defectos según la variedad y empedrado de las cajas según requisitos del cliente.
- ✓ Implementar formato de solicitud de mejora, lo cual será recopilado en un buzón ubicado en el área de proceso de cítricos, de tal manera fomentar la participación del personal que se encuentra familiarizado con el proceso en el día a día y tienen ideas de mejoras que pueden optimizar tanto el proceso como su desempeño.
- ✓ Delimitar y ampliar la zona de recepción. Debido a la variabilidad en la llegada de los lotes en cuanto a los horarios, a pesar de contar con una programación confirmada por los clientes, muchas de las veces no se cumplen, lo cual dificulta tener la disponibilidad del espacio para la recepción, provocando desorden en el área (ya que en dicha zona también se recibe palta) y que los camiones de frutas esperen mucho tiempo para poder ser descargados. Se propone el uso de la zona que está destinada para otra fruta y que no son utilizadas en dichas temporadas, se debe realizar la delimitación

y acondicionamiento de la ruta hacia la zona para su aprovechamiento.

- ✓ Implementar indicadores que detallen el porcentaje de mermas y descarte por cada una de las actividades críticas del proceso.
- ✓ Implementar programa de capacitación e inducción al personal implicado principalmente en las actividades críticas del proceso. En el cual se debe tratar temas como: Características organolépticas de la fruta, tolerancias según los requisitos, métodos de manipulación, actividades de la línea de cítricos, actividades y puntos críticos, uso correcto de los EPP's, equipos y herramientas, entre otros.
- ✓ Desarrollar formato de evaluación de la eficacia que debe ser aplicado posteriormente a cada capacitación e inducción que se le brinda al personal de Producción y Aseguramiento de la Calidad.
- ✓ Desarrollar formato de control que sintetice el monitoreo y seguimiento de todas las cámaras de Desverdizado, de esta manera tener la información a la mano y llevar un mayor control de los parámetros de calidad. La información del estado del registro debe ser comunicada al cambio de turno del personal responsable.
- ✓ Comunicar al personal sobre los indicadores de las áreas de producción y aseguramiento de la calidad en las charlas diarias antes de iniciar el proceso de producción.
- ✓ Implementar actividad de preselección y precalibrado de los lotes que serán desverdizado antes de entrar a las cámaras. La selección por color y calibre antes del desverdizado de la fruta ayudará a

minimizar los daños por exceso de tiempo en la cámara y por la diferencia de colores de la fruta.

- ✓ Crear una plataforma mediante el uso de la Tecnología de Información donde se registre las evaluaciones y los resultados de cada lote en tiempo real, de esta manera ahorrar tiempo y facilitar la generación de los reportes a los clientes.

Una vez detallado las propuestas de mejora se definen los criterios a considerar y ponderarlos mediante una matriz en L.

Realizada las calificaciones, se muestra en el Anexo 10 la ponderación de los criterios, dando como resultado los siguientes pesos para cada uno:

- Viabilidad técnica: 5%
- Beneficio: 34%
- Viabilidad financiera: 3%
- Efecto a corto plazo: 14%
- Calidad: 44%

Para realizar la matriz, a cada propuesta de mejora se puede asignar una valoración del 1 al 5 para cada uno de los criterios, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto, por lo tanto, como resultado se obtuvo la siguiente matriz de priorización.

**Tabla 28. Matriz de priorización de mejoras**

Actividades Críticas	Propuestas de Mejora	Criterios					Total
		Viabilidad Técnica	Beneficio	Viabilidad Financiera	Efecto a corto plazo	Calidad	
		5%	34%	3%	14%	44%	
Recepción y Pesado	Actualizar procedimiento de recepción incluyendo instructivo de buenas prácticas de manipulación	5	5	5	3	4	4.28
Empacado	Actualizar procedimiento de empacado e instructivos con imágenes sobre la tolerancia de defectos y correcto empedrado	5	5	5	3	4	4.28
Empacado Selección	Implementar formato de solicitud de mejora y colocar buzón en el área	4	4	4	3	4	3.86
Recepción y Pesado	Delimitar y ampliar la zona de Recepción, uso de zonas de frutas que no son de temporada	4	4	3	4	4	3.97
Empacado Selección	Implementar indicadores de porcentaje de mermas y descarte	2	3	1	2	4	3.19
Recepción y Pesado Desverdizado	Implementar programa de capacitación e inducción al personal	3	5	4	2	5	4.45
Empacado Selección	Desarrollar formato de evaluación de la eficacia y aplicarlo luego de cada capacitación e inducción	5	4	5	4	4	4.08
Desverdizado	Desarrollar formato de control que sintetice el monitoreo y seguimiento de las cámaras de Desverdizado	5	5	5	3	4	4.28
Empacado Selección	Comunicar al personal los indicadores de Producción y ADC en las charlas diarias	5	4	5	5	4	4.22
Selección	Implementar actividad de preselección y precalibrado de los lotes que serán desverdizado antes de entrar a las cámaras	1	4	1	2	4	3.48
Recepción y Pesado Desverdizado	Crear plataforma digital donde se registra las evaluaciones y resultados de cada lote en tiempo real	2	4	1	3	4	3.67

Fuente: Elaboración propia

El puntaje obtenido para cada propuesta de mejora se muestra en la tabla 28, donde se resaltó las mejoras que tienen puntaje mayor a 4 y que deben ser desarrolladas con prioridad para la solución del problema que presenta la empresa, posteriormente se pueden desarrollar las mejoras restantes a mediano plazo en caso se considere necesario.

#### **4.3.5. Fase Controlar**

En esta última fase es donde se detallan los controles para las mejoras propuestas en la fase anterior, para así asegurar que éstas se mantengan en el tiempo y controlar alguna diferenciación que pueda afectar el proceso de la línea de cítricos, así como también en base a ello permitirá tomar acciones inmediatas para mantener el proceso bajo control.

##### **4.3.5.1. Cartas de control**

Una vez realizado las mejoras establecidas, es necesario evaluar el proceso a través del tiempo mediante indicadores, para lo cual se hará uso de las cartas de control que permite realizar la comparación de los resultados; así como también el análisis de capacidad, gráficos de barras, gráfico de líneas e histogramas que ya han sido utilizado anteriormente para realizar la medición de los indicadores determinados en la etapa medir, y comparar los resultados de cada uno de ellos.

Adicional a ello, en base a las propuestas de mejora identificadas, se establecen nuevos indicadores como:

- % Cumplimiento de las capacitaciones e inducciones
- % Cumplimiento de las evaluaciones de eficacia.

Asimismo, se tiene los indicadores generales ya existentes:

- % Reclamos
- % No exportable
- % Mermas
- Satisfacción del cliente

#### **4.3.5.2. Poka Yoke**

En la actividad de empaqueo, al final de las líneas de producción frecuentemente se genera acumulación de la fruta lo que hace que el personal asignado a dicha zona no se de abasto para el empaque correcto, provocando que la fruta se maltrate generando considerables mermas, así también el personal no realiza correctamente la detección de la fruta que cumple con los requisitos del cliente y realiza mal el empaque.

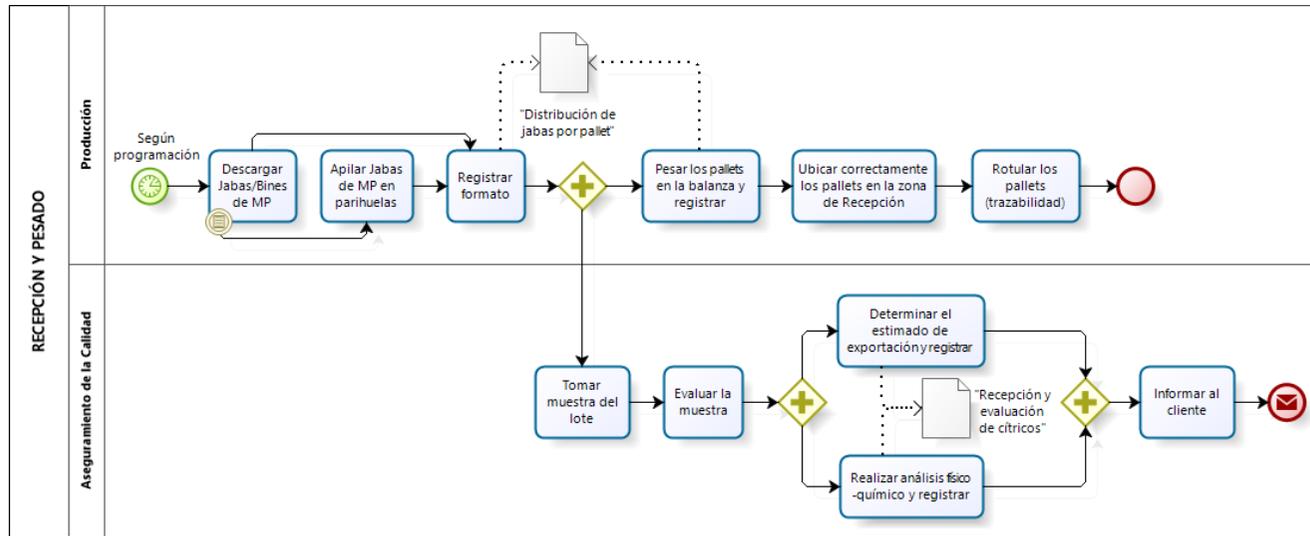
Por ello se propone implementar un sistema de Poka Yoke que facilite la detección de errores, lo cual sería mediante un botón de alarma que se active al detectar la sobrecarga en dicha zona o que al ser oprimido por un operario haga que la línea pare para mayor facilidad del operario al realizar un correcto empaque de la fruta y descarte de aquellas que no cumplen con las especificaciones; así como también colocar cinta anti impacto en el borde final de la línea para que la fruta no se maltrate.

#### **4.3.5.3. Estandarización del proceso**

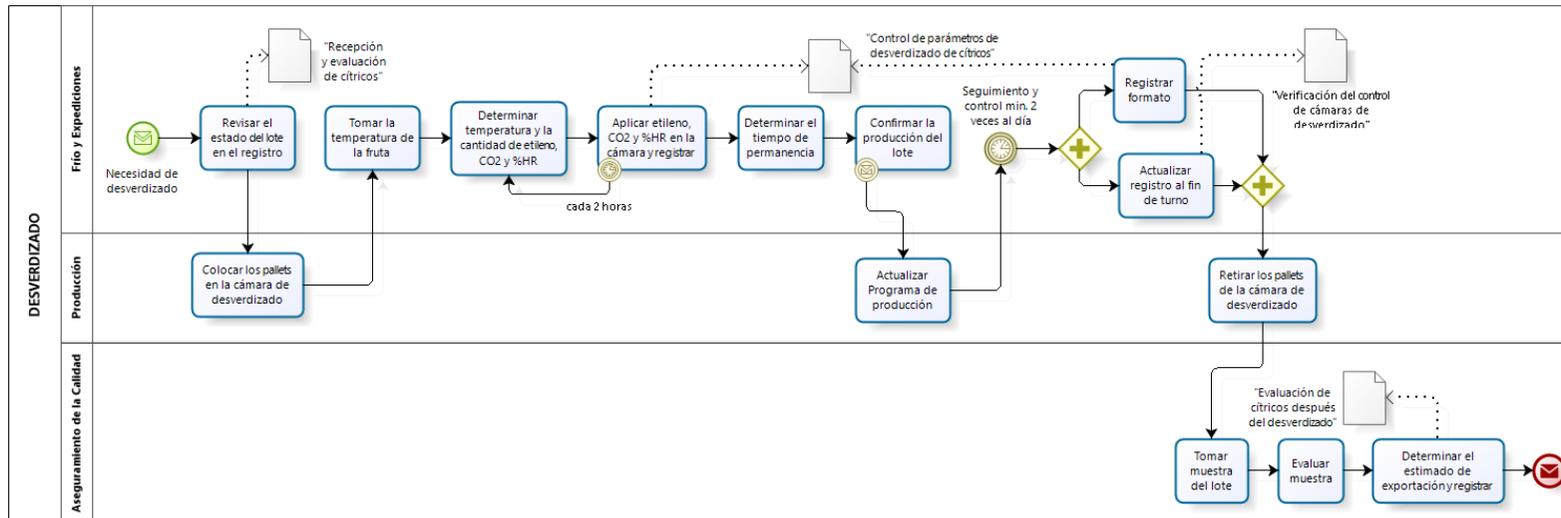
En esta fase de control se tiene que garantizar la estandarización de las acciones de mejora y que se mantengan en el tiempo, por lo que se debe documentar los procedimientos estándares y las actividades implementadas.

Para lograr la estandarización a través de la documentación, se ha desarrollado la mejora de los mapas de proceso de los subprocesos de

Recepción y pesado que se observa en la figura 37 y de Desverdizado en la figura 38; así como también el formato de control a implementar para las cámaras de desverdizado en el Anexo 11.



**Figura 37. Mapa de procesos mejorado – Recepción y pesado**  
Fuente: Elaboración propia en Bizagi.



**Figura 38. Mapa de procesos mejorado – Deslignizado**  
Fuente: Elaboración propia en Bizagi.

#### **4.4. Optimización de la Gestión de la Calidad**

Las mejoras planteadas anteriormente en el desarrollo de la metodología DMAIC tienen como finalidad la solución del problema que presenta la empresa y por ende la optimización de la Gestión de Calidad en el proceso de la línea de cítricos, que está basado en incrementar la eficiencia reduciendo el % defectos y % mermas, y mejorar la satisfacción del cliente reduciendo el % reclamos y aumentando la calificación en las encuestas de satisfacción.

##### **4.4.1. Eficiencia**

En cuanto al proceso de la empresa en la línea de cítricos, se hace referencia a obtener mayor cantidad de productos terminados utilizando la misma cantidad de recursos, que principalmente es la materia prima. Por lo que será medida y comparada luego de haber implementado las mejoras propuestas, mediante los indicadores:

- ❖ % Defectos: El comportamiento de dicho indicador se puede observar mediante los registros del formato “Evaluación de calidad para productos terminados – Cítricos” que se muestra en el Anexo 12. El Técnico de Aseguramiento de la Calidad realiza evaluaciones por cada lote, cada evaluación consta de seleccionar aleatoriamente una muestra de una caja/jaba de fruta (producto terminado) para su verificación, y se registra el número de frutos con defectos encontrados, el cual está establecido el 0% para pudrición y de 5% al 10% para los otros tipos de defectos con tolerancias o según lo requerido por el cliente; así como también se registra el número de frutos descalibrado que se encontraron, que tiene como límite establecido el 2%.
- ❖ % Mermas: El comportamiento de dicho indicador se detalló en el punto 4.3.2.3 de la presente investigación, donde se detalla la medición de los indicadores determinados en la etapa Medir de la metodología DMAIC.

#### 4.4.2. Satisfacción del cliente

Principalmente la Gestión de Calidad tiene como objetivo cumplir con los requisitos de calidad establecidos para satisfacción del cliente, es necesario medir dicha satisfacción, por lo que la empresa tiene establecido los siguientes indicadores:

- ❖ % Reclamos: Los resultados del periodo de abril a agosto se detallaron en el punto 4.2 de la presente investigación, donde se describe el diagnóstico actual según la problemática de la empresa.
- ❖ Encuesta de Satisfacción: Es medido mediante una calificación asignada a las encuestas realizadas a los clientes mediante el formato establecido en el Anexo 2. El cálculo de la calificación se realiza promediando los índices obtenidos para cada pregunta tal como se muestra en el Anexo 13, correspondiente al mes de julio. Los rangos establecidos para el indicador y los resultados del periodo de abril a agosto son los siguientes:

**Tabla 29.** Calificación de encuesta de satisfacción del periodo abril - agosto

	Rangos de Calificación			Meses				
	Crítico	Leve	Óptimo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Calificación Encuesta de Satisfacción	<15	15 - 18	>18	17	18	15	16	15

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Análisis de resultados

##### 4.5.1. Validez del instrumento

Se efectuó la validez del contenido del instrumento de la investigación (Metodología DMAIC y Optimización de la Gestión de Calidad) mediante juicio de expertos (Anexo 14). Los expertos elegidos fueron los siguientes:

**Experto 1:** Ing. Arias Pittman, José Augusto – CIP 017214

**Experto 2:** Ing. Lino Escobar, Erlo Wilfredo – CIP 31652

### **Experto 1:** Ing. Huamán Tena, Noé – CIP 16758

En la tabla 30 se muestra la calificación que se obtuvo de cada uno de los expertos según los criterios de validación, resultando ser apropiada para aplicar la encuesta.

**Tabla 30.** *Validez del instrumento*

<b>Expertos</b>	<b>Calificación de la validez</b>	<b>Calificación (%)</b>	<b>Validez general</b>
Ing. Arias Pittman, José Augusto	37	92.50%	
Lino Escobar, Erlo Wilfredo	37	92.50%	94.17%
Ing. Huamán Tena, Noé	39	97.50%	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, se consiguió una validez general del 94.17% y de acuerdo a la escala de validez en la tabla 31, significa una **excelente validez**.

**Tabla 31.** *Escala de validez*

<b>Escala</b>	<b>Indicador</b>
0.00 – 0.53	Validez nula
0.54 – 0.64	Validez baja
0.65 – 0.69	Válida
0.70 – 0.80	Muy válida
0.81 – 0.94	Excelente validez
0.95 – 1.00	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998)

#### **4.5.2. Confiabilidad del instrumento**

Se efectuó el análisis de fiabilidad al instrumento de la investigación en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 26, el desarrollo se realizó mediante una encuesta a los colaboradores de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. implicados en el proceso de la línea de cítricos, teniendo en cuenta un total de 45 colaboradores de la muestra ajustada.

El instrumento consta de 35 ítems, distribuidos en 5 dimensiones para la variable X metodología DMAIC (Fase definir, fase medir, fase analizar, fase mejorar

y fase controlar) y 2 dimensiones para la variable Y Optimización de la gestión de calidad (Eficiencia y satisfacción del cliente).

**Tabla 32.** *Resumen de procesamiento de casos*

		N	%
Casos	Válido	45	100.0
	Excluido	0	0
	Total	45	100.0

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**Tabla 33.** *Alfa de Cronbach del instrumento de investigación*

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,932	0,942	35

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

En la tabla 33 se observa que se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.932, lo cual significa una fiabilidad de 93.20%, y según la escala de confiabilidad en la tabla 34, el instrumento tiene una **excelente confiabilidad**.

**Tabla 34.** *Escala de confiabilidad*

Escala	Indicador
0.00 – 0.53	Confiabilidad nula
0.54 – 0.64	Confiabilidad baja
0.65 – 0.69	Confiable
0.70 – 0.80	Muy confiable
0.81 – 0.94	Excelente confiabilidad
0.95 – 1.00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera (1998)

#### 4.5.3. Respuesta a los problemas de la investigación

##### ➤ Respuesta al problema general

El coeficiente de determinación entre la optimización de la gestión de calidad y las cinco dimensiones respectivas de la metodología es  $R^2 = 61.70\%$ .

El coeficiente de correlación entre la optimización de la gestión de calidad y las cinco dimensiones respectivas de la metodología es  $R = 78.60\%$ .

**Tabla 35.** Variables introducidas/eliminadas

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Fase Controlar, Fase Mejorar, Fase Definir, Fase Analizar, Fase Medir <sup>b</sup>	.	Introducir

a. Variable dependiente: Optimización de la Gestión de Calidad

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**Tabla 36.** Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,786 <sup>a</sup>	,617	,568	,357

a. Predictores: (Constante), Fase Definir, Fase Medir, Fase Analizar, Fase Mejorar, Fase Controlar

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

Como se observa en la tabla 36, se obtuvo un  $R = 78.60\%$  lo cual significa una **correlación alta** según la escala de la siguiente tabla.

**Tabla 37.** Escala de correlación

Escala	Indicador
0.00 – 0.19	Correlación nula
0.20 – 0.39	Correlación baja
0.40 – 0.69	Correlación moderada
0.70 – 0.89	Correlación alta
0.90 – 0.99	Correlación muy alta
1.00	Correlación grande y perfecta

Fuente: Herrera (1998)

### ➤ **Respuesta al problema específico 1**

El coeficiente de determinación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase definir es  $R^2 = 29.70\%$ .

El coeficiente de correlación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase definir de la metodología es  $R = 54.50\%$ .

**Tabla 38.** Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase definir)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,545 <sup>a</sup>	,297	,281	,461

a. Predictores: (Constante), Fase Definir

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

Como se observa en la tabla 38, se obtuvo un  $R = 54.50\%$  lo cual significa una correlación **moderada** según la escala en tabla 37.

➤ **Respuesta al problema específico 2**

El coeficiente de determinación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase medir es  $R^2 = 48.00\%$ .

El coeficiente de correlación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase medir de la metodología es  $R = 69.30\%$ .

**Tabla 39.** Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase medir)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,693 <sup>a</sup>	,480	,468	,396

a. Predictores: (Constante), Fase Medir  
Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

Debido a que el modelo tiene un  $R = 69.30\%$  significa que tiene una **correlación moderada** según la escala en tabla 37.

➤ **Respuesta al problema específico 3**

El coeficiente de determinación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase analizar es  $R^2 = 49.20\%$ .

El coeficiente de correlación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase analizar de la metodología es  $R = 70.10\%$ .

**Tabla 40.** Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase analizar)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,701 <sup>a</sup>	,492	,480	,392

a. Predictores: (Constante), Fase Analizar  
Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

Como se observa en la tabla 40, se obtuvo un  $R = 70.10\%$  lo cual significa **correlación alta** según la escala en tabla 37.

➤ **Respuesta al problema específico 4**

El coeficiente de determinación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase mejorar es  $R^2 = 37.10\%$ .

El coeficiente de correlación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase mejorar de la metodología es  $R = 60.90\%$ .

**Tabla 41.** Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase mejorar)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,609 <sup>a</sup>	,371	,356	,436

a. Predictores: (Constante), Fase Mejorar

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

Como se observa en la tabla 38, se obtuvo un  $R = 60.90\%$  lo cual significa una **correlación moderada** según la escala en tabla 37.

➤ **Respuesta al problema específico 5**

El coeficiente de determinación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase controlar es  $R^2 = 23.10\%$ .

El coeficiente de correlación entre la optimización de la gestión de calidad y la dimensión fase controlar de la metodología es  $R = 48.10\%$ .

**Tabla 42.** Resumen del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase controlar)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,481 <sup>a</sup>	,231	,213	,482

a. Predictores: (Constante), Fase Controlar

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

Como se observa en la tabla 38, se obtuvo un  $R = 48.10\%$  lo cual significa una **correlación moderada** según la escala en tabla 37.

#### 4.5.4. Respuesta a los objetivos de la investigación

##### ➤ Respuesta al objetivo general

El modelo que explica la relación entre metodología DMAIC y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. es el siguiente:

$$Y (\text{Optimización de la gestión de calidad}) = 0.729 + 0.033 * (\text{Fase Definir}) + 0.263 * (\text{Fase Medir}) + 0.255 * (\text{Fase Analizar}) + 0.149 * (\text{Fase Mejorar}) + 0.076 * (\text{Fase Controlar})$$

**Tabla 43.** *Coficiente del modelo general*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	,729	,548		1,330	,191
1 Fase Definir	,033	,122	,039	,273	,786
Fase Medir	,263	,132	,329	1,990	,054
Fase Analizar	,255	,114	,338	2,231	,032
Fase Mejorar	,149	,129	,158	1,160	,253
Fase Controlar	,076	,130	,072	,590	,559

a. Variable dependiente: Optimización de la Gestión de Calidad

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

##### ➤ Respuesta al objetivo específico 1

El modelo que explica la relación entre la fase definir y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. es el siguiente:

$$Y (\text{Optimización de la gestión de calidad}) = 1.972 + 0.463 * (\text{Fase Definir})$$

**Tabla 44.** *Coficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase definir)*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1 (Constante)	1,972	,475		4,148	,000
Fase Definir	,463	,109	,545	4,265	,000

a. Variable dependiente: Optimización de la Gestión de Calidad

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

➤ **Respuesta al objetivo específico 2**

El modelo que explica la relación entre la fase medir y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. es el siguiente:

$$Y (\text{Optimización de la gestión de calidad}) = 1.628 + 0.554 * (\text{Fase Medir})$$

**Tabla 45.** *Coefficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase medir)*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	1,628	,378		4,308	,000
	Fase Medir	,554	,088	,693	6,296	,000

a. Variable dependiente: Optimización de la Gestión de Calidad  
Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

➤ **Respuesta al objetivo específico 3**

El modelo que explica la relación entre la fase analizar y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. es el siguiente:

$$Y (\text{Optimización de la gestión de calidad}) = 1.826 + 0.529 * (\text{Fase Analizar})$$

**Tabla 46.** *Coefficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase analizar)*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	1,826	,339		5,393	,000
	Fase Analizar	,529	,082	,701	6,454	,000

a. Variable dependiente: Optimización de la Gestión de Calidad  
Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

➤ **Respuesta al objetivo específico 4**

El modelo que explica la relación entre la fase mejorar y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. es el siguiente:

$$Y (\text{Optimización de la gestión de calidad}) = 1.462 + 0.575 * (\text{Fase Mejorar})$$

**Tabla 47.** *Coefficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase mejorar)*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	1,462	,504	2,902	,006
	Fase Mejorar	,575	,114	,609	,000

a. Variable dependiente: Optimización de la Gestión de Calidad

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### ➤ **Respuesta al objetivo específico 5**

El modelo que explica la relación entre la fase controlar y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. es el siguiente:

$$Y (\text{Optimización de la gestión de calidad}) = 1.992 + 0.508 * (\text{Fase Controlar})$$

**Tabla 48.** *Coefficiente del modelo (optimización de la gestión de calidad – fase controlar)*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	1,992	,557	3,579	,001
	Fase Controlar	,508	,141	,481	,001

a. Variable dependiente: Optimización de la Gestión de Calidad

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### **4.6. Contrastación de hipótesis**

Para contrastar las hipótesis establecidas de la investigación se usó la data recabada del cuestionario metodología DMAIC y optimización de la gestión de calidad (Ver Anexo 15), siendo contestadas por los colaboradores implicados en el proceso de la línea de cítricos, teniendo en cuenta la escala de Likert con valores de Muy en desacuerdo: 1, en desacuerdo: 2, no sé: 3, de acuerdo: 4 y muy de acuerdo: 5, se procedió a analizar los datos en el software IBM SPSS Statistics 26.

#### ➤ **Contrastación de hipótesis general**

**H<sub>0</sub>:** La metodología DMAIC **no se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Hualal, 2018.

**H<sub>1</sub>:** La metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Hualal, 2018.

**a) Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

**b) Estadístico de prueba: Distribución Chi Cuadrado**

$$X^2 \text{ crítica } (gl; \alpha)$$

**c) Criterio de decisión**

Si  $X^2 \text{ crítica} < X^2 \text{ calculado}$ , se rechaza la  $H_0$

Si se rechaza la  $H_0$  de independencia, quiere decir que las dos variables son dependientes y **existe relación** entre ambas.

**d) Tabla de contingencia y frecuencia esperada**

La tabla 49, consolida los resultados del instrumento de la investigación en valor cuantitativo basado en la escala de Likert que corresponde las variables metodología DMAIC (X) y optimización de la gestión de calidad (Y), así también las frecuencias esperadas calculadas según la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Donde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Como muestra, aplicando la fórmula anterior, la frecuencia esperada para la fila 1 y columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{4 * 7}{45} = 0.62$$

**Tabla 49.** Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X-Y)

		Optimización de la Gestión de Calidad			Total	
		No sé	De acuerdo	Muy de acuerdo		
<b>Metodología DMAIC</b>	No sé	Recuento	3	1	0	4
		Recuento esperado	,6	2,8	,5	4,0
	De acuerdo	Recuento	4	28	0	32
		Recuento esperado	5,0	22,8	4,3	32,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	3	6	9
		Recuento esperado	1,4	6,4	1,2	9,0
Total	Recuento	7	32	6	45	
	Recuento esperado	7,0	32,0	6,0	45,0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**e) Grados de libertad**

Se tiene en cuenta la siguiente ecuación para el cálculo de los grados de libertad.

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

r: Número de filas

k: Número de columnas

Entonces:  $gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$

**f) Valor crítico para el estadístico de prueba.**

$X^2_{crítica} (gl; \alpha) = X^2_{crítica} (4; 0.05) = 9.488$  (Ver Anexo 16)

**g) Valor calculado para el estadístico de prueba.**

Para calcular el estadístico de prueba chi cuadrado, se usa la ecuación.

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrado

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Entonces:

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \\
 &= \frac{(3 - 0.6)^2}{0.6} + \frac{(1 - 2.8)^2}{2.8} + \frac{(0 - 0.5)^2}{0.5} + \frac{(4 - 5)^2}{5} + \frac{(28 - 22.8)^2}{22.8} \\
 &\quad + \frac{(0 - 4.3)^2}{4.3} + \frac{(0 - 1.4)^2}{1.4} + \frac{(3 - 6.4)^2}{6.4} + \frac{(6 - 1.2)^2}{1.2} = 39.349
 \end{aligned}$$

**Tabla 50.** Tabla de prueba de chi-cuadrado (X-Y)

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	38,890 <sup>a</sup>	4	,000
Razón de verosimilitud	31,979	4	,000
Asociación lineal por lineal	22,616	1	,000
N de casos válidos	45		

a. 7 casillas (77,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,53.

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### **h) Toma de decisión**

Debido a que el  $X^2$  calculado = 39.349 es mayor al  $X^2$  crítico = 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%, asimismo comparando el  $P_{valor}$  de 0.00 con el  $\alpha$  (0.05) resulta que es menor y se reafirma la decisión de rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , es decir que la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### ➤ **Contrastación de hipótesis específica 1**

**H<sub>0</sub>:** La fase definir de la metodología DMAIC **no se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**H<sub>1</sub>:** La fase definir de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**a) Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

**b) Estadístico de prueba: Distribución Chi Cuadrado**

$$X^2 \text{ crítica } (gl; \alpha)$$

**c) Criterio de decisión**

Si  $X^2 \text{ crítica} < X^2 \text{ calculado}$ , se rechaza la  $H_0$

Si se rechaza la  $H_0$  de independencia, quiere decir que las dos variables son dependientes y **existe relación** entre ambas.

**d) Tabla de contingencia y frecuencia esperada**

La tabla 51, consolida los resultados del instrumento en valor cuantitativo que corresponde a la fase definir ( $X_1$ ) y optimización de la gestión de calidad (Y), así también las frecuencias esperadas calculadas según la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Donde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Como muestra, aplicando la fórmula anterior, la frecuencia esperada para la fila 1 y columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{4 * 7}{45} = 0.62$$

**Tabla 51.** Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ( $X_{j-Y}$ )

		Optimización de la Gestión de Calidad			Total	
		No sé	De acuerdo	Muy de acuerdo		
<b>Fase Definir</b>	No sé	Recuento	3	1	0	4
		Recuento esperado	,6	2,8	,5	4,0
	De acuerdo	Recuento	4	17	1	22
		Recuento esperado	3,4	15,6	2,9	22,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	14	5	19
		Recuento esperado	3,0	13,5	2,5	19,0
Total	Recuento	7	32	6	45	
	Recuento esperado	7,0	32,0	6,0	45,0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**e) Grados de libertad**

Se tiene en cuenta la siguiente ecuación para el cálculo de los grados de libertad.

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

r: Número de filas

k: Número de columnas

Entonces:  $gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$

**f) Valor crítico para el estadístico de prueba.**

$X^2_{crítica} (gl; \alpha) = X^2_{crítica} (4; 0.05) = 9.488$  (Ver Anexo 16)

**g) Valor calculado para el estadístico de prueba.**

Para calcular el estadístico de prueba chi cuadrado, se usa la ecuación.

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrado

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Entonces:

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \\
 &= \frac{(3 - 0.6)^2}{0.6} + \frac{(1 - 2.8)^2}{2.8} + \frac{(0 - 0.5)^2}{0.5} + \frac{(4 - 3.4)^2}{3.4} + \frac{(17 - 15.6)^2}{15.6} \\
 &\quad + \frac{(1 - 2.9)^2}{2.9} + \frac{(0 - 3)^2}{3} + \frac{(14 - 13.5)^2}{13.5} + \frac{(5 - 2.5)^2}{2.5} = 18.252
 \end{aligned}$$

**Tabla 52.** Tabla de prueba de chi-cuadrado ( $X_1$ - $Y$ )

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,680 <sup>a</sup>	4	,001
Razón de verosimilitud	17,063	4	,002
Asociación lineal por lineal	13,080	1	,000
N de casos válidos	45		

a. 7 casillas (78,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,53.

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### **h) Toma de decisión**

Debido a que el  $X^2$  calculado = 18.252 es mayor al  $X^2$  crítico = 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%, asimismo comparando el  $P_{valor}$  de 0.001 con el  $\alpha$  (0.05) resulta que es menor y se reafirma la decisión de rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , es decir que la fase definir de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### ➤ **Contrastación de hipótesis específica 2**

**$H_0$ :** La fase medir de la metodología DMAIC **no se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**$H_1$ :** La fase medir de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

a) **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

b) **Estadístico de prueba: Distribución Chi Cuadrado**

$$X^2 \text{ crítica } (gl; \alpha)$$

c) **Criterio de decisión**

Si  $X^2 \text{ crítica} < X^2 \text{ calculado}$ , se rechaza la  $H_0$

Si se rechaza la  $H_0$  de independencia, quiere decir que las dos variables son dependientes y **existe relación** entre ambas.

d) **Tabla de contingencia y frecuencia esperada**

La tabla 53, consolida los del instrumento en valor cuantitativo que corresponde a la fase medir ( $X_2$ ) y optimización de la gestión de calidad (Y), así también las frecuencias esperadas calculadas según la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Donde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Como muestra, aplicando la fórmula anterior, la frecuencia esperada para la fila 1 y columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{6 * 7}{45} = 0.93$$

**Tabla 53.** *Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X<sub>2</sub>-Y)*

		Optimización de la Gestión de Calidad			Total	
		No sé	De acuerdo	Muy de acuerdo		
<b>Fase Medir</b>	No sé	Recuento	5	1	0	6
		Recuento esperado	,9	4,3	,8	6,0
	De acuerdo	Recuento	2	20	0	22
		Recuento esperado	3,4	15,6	2,9	22,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	11	6	17
		Recuento esperado	2,6	12,1	2,3	17,0
Total	Recuento	7	32	6	45	
	Recuento esperado	7,0	32,0	6,0	45,0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**e) Grados de libertad**

Se tiene en cuenta la siguiente ecuación para el cálculo de los grados de libertad.

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

r: Número de filas

k: Número de columnas

Entonces:  $gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$

**f) Valor crítico para el estadístico de prueba.**

$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(4; 0.05) = 9.488$  (Ver Anexo 16)

**g) Valor calculado para el estadístico de prueba.**

Para calcular el estadístico de prueba chi cuadrado, se usa la ecuación.

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

X<sup>2</sup>: Estadístico de prueba chi cuadrado

f<sub>o</sub>: Frecuencia observada

f<sub>e</sub>: Frecuencia esperada

Entonces:

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \\
 &= \frac{(5 - 0.9)^2}{0.9} + \frac{(1 - 4.3)^2}{4.3} + \frac{(0 - 0.8)^2}{0.8} + \frac{(2 - 3.4)^2}{3.4} + \frac{(20 - 15.6)^2}{15.6} \\
 &\quad + \frac{(0 - 2.9)^2}{2.9} + \frac{(0 - 2.6)^2}{2.6} + \frac{(11 - 12.1)^2}{12.1} + \frac{(6 - 2.3)^2}{2.3} = 35.380
 \end{aligned}$$

**Tabla 54.** Tabla de prueba de chi-cuadrado ( $X_2$ - $Y$ )

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	34,649 <sup>a</sup>	4	,000
Razón de verosimilitud	31,164	4	,000
Asociación lineal por lineal	21,105	1	,000
N de casos válidos	45		

a. 7 casillas (77,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,80.

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### **h) Toma de decisión**

Debido a que el  $X^2$  calculado = 35.380 es mayor al  $X^2$  crítico = 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%, asimismo comparando el  $P_{valor}$  de 0.00 con el  $\alpha$  (0.05) resulta que es menor y se reafirma la decisión de rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , es decir que la fase medir de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### ➤ **Contrastación de hipótesis específica 3**

**$H_0$ :** La fase analizar de la metodología DMAIC **no se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**$H_1$ :** La fase analizar de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**a) Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

**b) Estadístico de prueba: Distribución Chi Cuadrado**

$$X^2 \text{ crítica } (gl; \alpha)$$

**c) Criterio de decisión**

Si  $X^2 \text{ crítica} < X^2 \text{ calculado}$ , se rechaza la  $H_0$

Si se rechaza la  $H_0$  de independencia, quiere decir que las dos variables son dependientes y **existe relación** entre ambas.

**d) Tabla de contingencia y frecuencia esperada**

La tabla 55, consolida los del instrumento en valor cuantitativo que corresponde a la fase analizar ( $X_3$ ) y optimización de la gestión de calidad (Y), así también las frecuencias esperadas calculadas según la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Donde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Como muestra, aplicando la fórmula anterior, la frecuencia esperada para la fila 1 y columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{10 * 7}{45} = 1.56$$

**Tabla 55.** Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ( $X_3-Y$ )

		Optimización de la Gestión de Calidad			Total	
		No sé	De acuerdo	Muy de acuerdo		
<b>Fase Analizar</b>	No sé	Recuento	6	4	0	10
		Recuento esperado	1,6	7,1	1,3	10,0
	De acuerdo	Recuento	1	21	0	22
		Recuento esperado	3,4	15,6	2,9	22,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	7	6	13
		Recuento esperado	2,0	9,2	1,7	13,0
Total	Recuento	7	32	6	45	
	Recuento esperado	7,0	32,0	6,0	45,0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**e) Grados de libertad**

Para el cálculo de los grados de libertad se considera la ecuación.

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

r: Número de filas

k: Número de columnas

Entonces:  $gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$

**f) Valor crítico para el estadístico de prueba.**

$X^2_{crítica} (gl; \alpha) = X^2_{crítica} (4; 0.05) = 9.488$  (Ver Anexo 16)

**g) Valor calculado para el estadístico de prueba.**

El estadístico de prueba chi cuadrado, se calcula con la ecuación.

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrado

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Entonces:

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \\
 &= \frac{(6 - 1.6)^2}{1.6} + \frac{(4 - 7.1)^2}{7.1} + \frac{(0 - 1.3)^2}{1.3} + \frac{(1 - 3.4)^2}{3.4} + \frac{(21 - 15.6)^2}{15.6} \\
 &\quad + \frac{(0 - 2.9)^2}{2.9} + \frac{(0 - 2.0)^2}{2.0} + \frac{(7 - 9.2)^2}{9.2} + \frac{(6 - 1.7)^2}{1.7} = 34.619
 \end{aligned}$$

**Tabla 56.** Tabla de prueba de chi-cuadrado ( $X_3$ - $Y$ )

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	34,944 <sup>a</sup>	4	,000
Razón de verosimilitud	32,508	4	,000
Asociación lineal por lineal	21,652	1	,000
N de casos válidos	45		

a. 6 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,33.

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### **h) Toma de decisión**

Debido a que el  $X^2$  calculado = 34.619 es mayor al  $X^2$  crítico = 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%, asimismo comparando el  $P_{valor}$  de 0.00 con el  $\alpha$  (0.05) resulta que es menor y se reafirma la decisión de rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , es decir que la fase analizar de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### ➤ **Contrastación de hipótesis específica 4**

**$H_0$ :** La fase mejorar de la metodología DMAIC **no se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**$H_1$ :** La fase mejorar de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**a) Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

**b) Estadístico de prueba: Distribución Chi Cuadrado**

$$X^2 \text{ crítica } (gl; \alpha)$$

**c) Criterio de decisión**

Si  $X^2 \text{ crítica} < X^2 \text{ calculado}$ , se rechaza la  $H_0$

Si se rechaza la  $H_0$  de independencia, quiere decir que las dos variables son dependientes y **existe relación** entre ambas.

**d) Tabla de contingencia y frecuencia esperada**

La tabla 57, consolida los del instrumento en valor cuantitativo que corresponde a la fase mejorar ( $X_4$ ) y optimización de la gestión de calidad (Y), así también las frecuencias esperadas calculadas según la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Donde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Como muestra, aplicando la fórmula anterior, la frecuencia esperada para la fila 1 y columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{2 * 7}{45} = 0.31$$

**Tabla 57.** Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ( $X_{i-j}$ )

		Optimización de la Gestión de Calidad			Total	
		No sé	De acuerdo	Muy de acuerdo		
<b>Fase Mejorar</b>	No sé	Recuento	2	0	0	2
		Recuento esperado	,3	1,4	,3	2,0
	De acuerdo	Recuento	5	19	0	24
		Recuento esperado	3,7	17,1	3,2	24,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	13	6	19
		Recuento esperado	3,0	13,5	2,5	19,0
Total	Recuento	7	32	6	45	
	Recuento esperado	7,0	32,0	6,0	45,0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**e) Grados de libertad**

Se tiene en cuenta la siguiente ecuación para el cálculo de los grados de libertad.

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

r: Número de filas

k: Número de columnas

Entonces:  $gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$

**f) Valor crítico para el estadístico de prueba.**

$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(4; 0.05) = 9.488$  (Ver Anexo 16)

**g) Valor calculado para el estadístico de prueba.**

Para calcular el estadístico de prueba chi cuadrado, se usa la ecuación.

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrado

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Entonces:

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \\
 &= \frac{(2 - 0.3)^2}{0.3} + \frac{(0 - 1.4)^2}{1.4} + \frac{(0 - 0.3)^2}{0.3} + \frac{(5 - 3.7)^2}{3.7} + \frac{(19 - 17.1)^2}{17.1} \\
 &\quad + \frac{(0 - 3.2)^2}{3.2} + \frac{(0 - 3.0)^2}{3.0} + \frac{(13 - 13.5)^2}{13.5} + \frac{(6 - 2.5)^2}{2.5} = 23.120
 \end{aligned}$$

**Tabla 58.** Tabla de prueba de chi-cuadrado ( $X_4$ - $Y$ )

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	22,425 <sup>a</sup>	4	,000
Razón de verosimilitud	23,786	4	,000
Asociación lineal por lineal	16,324	1	,000
N de casos válidos	45		

a. 7 casillas (77.8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,27.

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### **h) Toma de decisión**

Debido a que el  $X^2$  calculado = 23.120 es mayor al  $X^2$  crítico = 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%, asimismo comparando el  $P_{valor}$  de 0.00 con el  $\alpha$  (0.05) resulta que es menor y se reafirma la decisión de rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , es decir que la fase mejorar de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

#### ➤ **Contrastación de hipótesis específica 5**

**$H_0$ :** La fase controlar de la metodología DMAIC **no se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**$H_1$ :** La fase controlar de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

**a) Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

**b) Estadístico de prueba: Distribución Chi Cuadrado**

$$X^2 \text{ crítica } (gl; \alpha)$$

**c) Criterio de decisión**

Si  $X^2 \text{ crítica} < X^2 \text{ calculado}$ , se rechaza la  $H_0$

Si se rechaza la  $H_0$  de independencia, quiere decir que las dos variables son dependientes y **existe relación** entre ambas.

**d) Tabla de contingencia y frecuencia esperada**

La tabla 59 consolida los del instrumento en valor cuantitativo que corresponde a la fase controlar ( $X_5$ ) y optimización de la gestión de calidad (Y), así también las frecuencias esperadas calculadas según la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Donde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Como muestra, aplicando la fórmula anterior, la frecuencia esperada para la fila 1 y columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{8 * 7}{45} = 1.24$$

**Tabla 59.** Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X<sub>5</sub>-Y)

		Optimización de la Gestión de Calidad			Total	
		No sé	De acuerdo	Muy de acuerdo		
<b>Fase Controlar</b>	No sé	Recuento	4	4	0	8
		Recuento esperado	1,2	5,7	1,1	8,0
	De acuerdo	Recuento	3	26	4	33
		Recuento esperado	5,1	23,5	4,4	33,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	2	2	4
		Recuento esperado	,6	2,8	,5	4,0
	Total	Recuento	7	32	6	45
		Recuento esperado	7,0	32,0	6,0	45,0

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

**e) Grados de libertad**

Se tiene en cuenta la siguiente ecuación para el cálculo de los grados de libertad.

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

r: Número de filas

k: Número de columnas

Entonces:  $gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$

**f) Valor crítico para el estadístico de prueba.**

$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(4; 0.05) = 9.488$  (Ver Anexo 16)

**g) Valor calculado para el estadístico de prueba.**

Para calcular el estadístico de prueba chi cuadrado, se usa la ecuación.

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

X<sup>2</sup>: Estadístico de prueba chi cuadrado

f<sub>o</sub>: Frecuencia observada

f<sub>e</sub>: Frecuencia esperada

Entonces:

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \\
 &= \frac{(4 - 1.2)^2}{1.2} + \frac{(4 - 5.7)^2}{5.7} + \frac{(0 - 1.1)^2}{1.1} + \frac{(3 - 5.1)^2}{5.1} + \frac{(26 - 23.5)^2}{23.5} \\
 &\quad + \frac{(4 - 4.4)^2}{4.4} + \frac{(0 - 0.6)^2}{0.6} + \frac{(2 - 2.8)^2}{2.8} + \frac{(2 - 0.5)^2}{0.5} = 14.636
 \end{aligned}$$

**Tabla 60.** Tabla de prueba de chi-cuadrado (X<sub>5</sub>-Y)

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,772 <sup>a</sup>	4	,008
Razón de verosimilitud	11,747	4	,019
Asociación lineal por lineal	10,174	1	,001
N de casos válidos	45		

a. 6 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,53.

Fuente: IBM SPSS Statistics 26.

#### **h) Toma de decisión**

Debido a que el  $X^2$  calculado = 14.363 es mayor al  $X^2$  crítico = 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%, asimismo comparando el  $P_{valor}$  de 0.008 con el  $\alpha$  (0.05) resulta que es menor y se reafirma la decisión de rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , es decir que la fase controlar de la metodología DMAIC **se relaciona** con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A. Huaral, 2018.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. Discusión de resultados

En la investigación, se fundamentó utilizando información obtenida de libros, tesis anteriores y medios electrónicos, donde los resultados obtenidos explican la relación existente entre la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A, Huaral, 2018.

La validación de la investigación de los datos recabados de las encuestas realizadas a la muestra, se realizó con el coeficiente de Cronbach y se obtuvo un valor de 93.20%, es decir según la escala, los datos obtenidos de las encuestas tienen una excelente confiabilidad.

Al realizar la presente investigación se obtuvieron como resultados lo siguiente:

El diagnóstico de la empresa determinó como subprocesos críticos a la Recepción y pesado, Desverdizado, Selección y Empacado, de donde sale la mayor cantidad de fruta no exportable reduciendo así el % Exportable. Por lo que se desarrolló la metodología DMAIC en dichos subprocesos.

En cada fase de la metodología se usaron herramientas de calidad como mapas de procesos, diagramas SIPOC, voz del cliente para la fase definir, del cual se obtuvo como resultado la definición de los CTQ's para cada subproceso con sus respectivas medidas. En la fase medir, una vez establecido los indicadores se realizó su medición usando herramientas como gráficos de control X-S, análisis de capacidad e histogramas, así como también diagrama de barras y gráficas de líneas. En la fase analizar para determinar y analizar las causas que originan el problema se usaron herramientas como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y el Análisis modal de falla efecto. En la fase mejorar se plantearon mejoras en base a las causas identificadas y se desarrolló el HACCP, de las mejoras planteadas se seleccionó las

que se deben implementar haciendo uso de la herramienta Matriz de priorización de mejoras. Por último, en la fase controlar se establecieron los indicadores a medir y que deben ser comparadas luego de que se implementen las mejoras, también se detalló un sistema de control mediante Poka Yoke para las líneas de empaqueo y se describió la estandarización del proceso mediante documentos.

Las mejoras planteadas anteriormente en el desarrollo de la metodología DMAIC tienen como finalidad optimizar la gestión de calidad, la cual está basada en la eficiencia reduciendo el % defectos y % mermas. Así como también asegura la satisfacción del cliente, reduciendo el % reclamos e incrementando la calificación de las encuestas de satisfacción.

El Coeficiente de correlación entre la variable optimización de la gestión de calidad y las dimensiones de la variable metodología DMAIC obtenidos de la investigación es de  $R=78.60\%$ ; es decir tiene una correlación alta; teniendo el modelo que explica dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $0.729 + 0.033$  (Fase Definir) +  $0.263$  (Fase Medir) +  $0.255$  (Fase Analizar) +  $0.149$  (Fase Mejorar) +  $0.076$  (Fase Controlar); esa correlación alta se debe a que si hay cambios significativos influirán en la optimización de la gestión de calidad.

El Coeficiente de correlación entre la fase definir de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R=54.50\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que explica dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.972 + 0.463$  (Fase Definir).

El Coeficiente de correlación entre la fase medir de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R=69.30\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que explica dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.628 + 0.554$  (Fase Medir).

El Coeficiente de correlación entre la fase analizar de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 70.10\%$ ; es decir tiene una relación alta, teniendo en cuenta el modelo que explica dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.826 + 0.529$  (Fase Analizar).

El Coeficiente de correlación entre la fase mejorar de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 60.90\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que explica dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.462 + 0.575$  (Fase Mejorar).

El Coeficiente de correlación entre la fase controlar de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 48.10\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que explica dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.992 + 0.508$  (Fase Controlar).

Las contrastaciones de las hipótesis para confirmar las relaciones entre las 2 variables de investigación se desarrollaron mediante la prueba de chi cuadrado, debido a que el  $X^2$  calculado 39.349 es mayor al  $X^2$  crítico 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%; lo que quiere decir que la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

Las contrastaciones entre las dimensiones de la variable X con la variable Y se realizaron con la prueba chi cuadrado, y los resultados son:

Debido a que el  $X^2$  calculado 18.252 es mayor al  $X^2$  crítico 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%; lo que quiere decir que la fase definir de la metodología DMAIC se

relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

Debido a que el  $X^2$  calculado 35.380 es mayor al  $X^2$  crítico 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%; lo que quiere decir que la fase medir de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

Debido a que el  $X^2$  calculado 34.619 es mayor al  $X^2$  crítico 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%; lo que quiere decir que la fase analizar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

Debido a que el  $X^2$  calculado 23.120 es mayor al  $X^2$  crítico 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%; lo que quiere decir que la fase mejorar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

Debido a que el  $X^2$  calculado 14.636 es mayor al  $X^2$  crítico 9.488, entonces cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , con un nivel de significancia del 5%; lo que quiere decir que la fase controlar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.

En la investigación realizada por Diago y Mercado (2013) argumenta: “El aplicar esta metodología permitirá identificar la situación problema en el proceso de envasado además de

conocer las especificaciones del proceso y del cliente para el producto final, luego de esto definir las variables de entrada y salida que intervienen en el proceso y la forma en que afectan la consecución de los requerimientos del proceso y del cliente en el producto. Conocer el comportamiento de las variables del proceso por medio de mediciones de datos y análisis estadísticos de los mismos para poder determinar las causas directas de la situación problema.”, lo cual está de acuerdo con la metodología utilizada en la presente investigación.

En la investigación hecha por Vite (2015) obtuvo como resultado: “En función del índice de capacidad calculado se puede observar que el proceso se encuentra en 0.36 colocándose en la categoría de No Adecuado según el criterio Six Sigma”, lo cual presenta una similitud con la investigación, ya que al realizar la medición de los indicadores % Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional y % Mermas, se obtuvo un índice de capacidad de 0.79 y 0.47 respectivamente, lo cual se considera No Adecuado, concluyendo que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones.

En la investigación realizada por Cardona y Manzur (2015) argumenta que “Al implementar una metodología de mejora continua, se corre el riesgo de que al finalizar un proyecto, se pierdan las prácticas establecidas de control, debido a la falta de compromiso por parte de las personas responsables de realizar el control”, por lo que propone propuestas y cambios culturales en cada área como campañas de concientización, lo cual está de acuerdo con la investigación estableciendo acciones de mejora como charlas de concientización al personal implicado en los subprocesos críticos.

Según la investigación realizada por Yoshisato (2017) hace uso de dos herramientas que son la mejora continua y el Poka Yoke, lo cual para la implementación del último se refiere a “aplicar el HACCP que es un proceso sistemático preventivo que nos permite garantizar la inocuidad alimentaria de forma lógica y objetiva” y concluye que su implementación permitió

mejorar la calidad en el proceso logrando satisfacer a los clientes. Comparado con la presente investigación, se discrepa en la manera de usar dichas herramientas ya que se usa el HACCP como una propuesta de mejora en la fase Mejorar y el Poka Yoke como un sistema de control en la fase Controlar de la metodología DMAIC. A pesar de ello se está de acuerdo en que la ejecución de la herramienta permitirá mejorar la gestión de calidad y asegurar la satisfacción del cliente.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

1. La metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, para confirmar las relaciones se utilizó la prueba de chi cuadrado, obteniendo un  $X^2$  calculado 39.349 mayor al  $X^2$  crítico 9.488 y cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%.
2. La fase definir de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, para confirmar las relaciones se utilizó la prueba de chi cuadrado, obteniendo un  $X^2$  calculado 18.252 mayor al  $X^2$  crítico 9.488 y cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%.
3. La fase medir de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, para confirmar las relaciones se utilizó la prueba de chi cuadrado, obteniendo un  $X^2$  calculado 35.380 mayor al  $X^2$  crítico 9.488 y cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%.
4. La fase analizar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, para confirmar las relaciones se utilizó la prueba de chi cuadrado, obteniendo un  $X^2$  calculado 34.619 mayor al  $X^2$  crítico 9.488 y cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%.

5. La fase mejorar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, para confirmar las relaciones se utilizó la prueba de chi cuadrado, obteniendo un  $X^2$  calculado 23.120 mayor al  $X^2$  crítico 9.488 y cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%.
6. La fase controlar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, para confirmar las relaciones se utilizó la prueba de chi cuadrado, obteniendo un  $X^2$  calculado 14.636 mayor al  $X^2$  crítico 9.488 y cae en la zona de rechazo, por consiguiente, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%.
7. El alfa de Cronbach de la siguiente investigación fue igual al 93.20%; es decir, la encuesta tiene una excelente confiabilidad.
8. El Coeficiente de correlación entre las variable optimización de la gestión de calidad y las dimensiones de la variable metodología DMAIC obtenidos de la investigación es de  $R= 78.60\%$ ; es decir tiene una correlación alta; teniendo el modelo que manifiesta dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $0.729 + 0.033$  (Fase Definir) +  $0.263$  (Fase Medir) +  $0.255$  (Fase Analizar) +  $0.149$  (Fase Mejorar) +  $0.076$  (Fase Controlar); esa correlación alta se debe a que si hay cambios significativos influirán en la optimización de la gestión de calidad.
9. El Coeficiente de correlación entre la fase definir de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 54.50\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que manifiesta dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.972 + 0.463$  (Fase Definir).

10. El Coeficiente de correlación entre la fase medir de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 69.30\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que manifiesta dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.628 + 0.554$  (Fase Medir).
11. El Coeficiente de correlación entre la fase analizar de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 70.10\%$ ; es decir tiene una relación alta, teniendo en cuenta el modelo que manifiesta dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.826 + 0.529$  (Fase Analizar).
12. El Coeficiente de correlación entre la fase mejorar de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 60.90\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que manifiesta dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.462 + 0.575$  (Fase Mejorar).
13. El Coeficiente de correlación entre la fase controlar de la metodología DMAIC y la optimización de la gestión de calidad obtenidos de la investigación es de  $R= 48.10\%$ ; es decir tiene una relación moderada, teniendo en cuenta el modelo que manifiesta dicha relación en la siguiente ecuación:  $Y$  (Optimización de la gestión de calidad) =  $1.992 + 0.508$  (Fase Controlar).
14. Se desarrolló la metodología DMAIC en los subprocessos identificados como críticos de la línea de proceso de cítricos, los cuales son: Recepción y pesado, desverdizado, selección y empaçado.
15. En la fase Definir se utilizó el mapeo de procesos mediante diagramas de flujo para cada subprocesso crítico y se desarrolló los diagramas SIPOC de cada uno

identificando las actividades, proveedores, entradas, clientes y salidas. Asimismo, en base a la voz del cliente (VOC) se definió los críticos de calidad (CTQ) con su respectiva medida.

16. En la fase Medir se establecieron los indicadores a medir a la Frecuencia de mediciones en el Desverdizado, Tiempo de permanencia en las cámaras de Desverdizado, % Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional, el % Merma y la Variación de % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado después de desverdizado. Se realizó la gráfica de control X-S para la Frecuencia de mediciones en el Desverdizado donde se obtuvo un punto afuera de los límites de control. En cuanto al tiempo de permanencia se obtuvo que 9 de 60 lotes no cumplieron con la fecha programando mostrando una diferencia de 1 día. Se realizó la gráfica de control X-S para % Fruta exportable en proceso de Mercado Nacional y % Mermas donde se obtuvo que está bajo control estadístico, y luego se realizó el análisis de capacidad donde se obtuvo un índice de capacidad de 0.79 y 0.47 respectivamente, lo que determina que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones. En cuanto a la Variación de % Exportable estimado en Recepción y el % Exportable estimado después de desverdizado se usó un histograma donde se visualiza la diferencia por rangos establecidos.
17. En la fase Analizar se identificaron las causas mediante el diagrama de Ishikawa (6M) y se priorizaron haciendo uso del diagrama de Pareto, obteniéndose como causas vitales al control inadecuado en los puntos críticos de control, mala manipulación de la fruta, incumplimiento de los parámetros de calidad, falta de control de las fajas transportadoras, desconocimiento de los requisitos y tolerancias, incumplimiento de procedimientos, instructivos desactualizados y alta variación de coloración de la fruta que conforman el 80.11%. Asimismo, se desarrolló el Análisis modal de falla efecto

donde se identificaron 11 modos de falla con NPR > 100 que deben ser atendidas con prioridad.

18. En la fase Mejorar como propuesta de mejora se desarrolló el HACCP y mediante la Matriz de priorización de mejoras se seleccionaron las mejoras a implementar: Actualizar procedimiento de recepción incluyendo instructivo de buenas prácticas de manipulación, actualizar procedimiento de empaçado e instructivos con imágenes sobre la tolerancia de defectos y correcto empedrado, implementar programa de capacitación e inducción al personal, desarrollar formato de evaluación de la eficacia y aplicarlo luego de cada capacitación e inducción, desarrollar formato de control que sintetice el monitoreo y seguimiento de las cámaras de Desverdizado y comunicar al personal los indicadores de Producción y ADC en las charlas diarias.
19. En la fase Controlar se establecieron indicadores de % Cumplimiento de las capacitaciones e inducciones y % Cumplimiento de las evaluaciones de eficacia, que deben ser medidos además de los ya establecidos en la fase Medir y de los existentes. Asimismo, se detalló un sistema de control mediante Poka Yoke a implementar en las líneas de empaçado.

## **6.2. Recomendaciones**

- Se recomienda realizar e implementar los procedimientos e instructivos planteados para los subprocesos críticos considerando los mapas de procesos mejorados, para que de esta manera poder mejorar el desarrollo de las actividades por parte del personal responsable y por ende se optimizará la gestión de calidad.
- Se recomienda actualizar el manual HACCP del proceso de cítricos que actualmente maneja la empresa a lo desarrollado en la presente investigación para de esta manera llevar un mejor control de los puntos críticos.

- Se recomienda implementar el sistema de control mediante Poka Yoke al final de las líneas de empacado para así reducir el % mermas y asegurar la satisfacción del cliente.
- Se recomienda capacitar a los trabajadores implicados en los subprocesos de Recepción y pesado, Desverdizado, Selección y Empacado para así disminuir los daños por mala manipulación, daños en las cámaras de desverdizado y % mermas, de esta manera aumentar el % Exportable y reducir los reclamos de los clientes. Las capacitaciones deben tratar temas como BPM, HACCP, métodos de manipulación y tolerancias según los requisitos de los clientes y Codex Alimentarius.
- Se recomienda hacer de conocimiento al personal de las áreas de Producción, Aseguramiento de la calidad y de Frío y expediciones, los procesos respectivos de cada área en cuanto a la importancia de los formatos de control de los parámetros de calidad previamente establecidos y realizar charlas de concientización entorno a la gestión de calidad.
- Se recomienda implementar las propuestas de mejora que tengan un puntaje mayor a 3 a un mediano plazo. Así como también estudios más exhaustivos de los parámetros de calidad óptimos considerando la variabilidad de la materia prima a ser procesada.
- Se recomienda realizar círculos de calidad que estén conformados por operarios, técnicos, supervisores y jefes de las áreas implicadas en el proceso para fomentar la participación y propuestas de mejora. Asimismo, hacer uso de la metodología DMAIC para analizar problemas existentes y plantear soluciones de mejora tanto en la línea de cítricos como en los demás procesos de la empresa.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS

#### 7.1. Referencias bibliográficas

Armstrong, G., y Kotler, P.(2003). *Fundamentos de Marketing* (Sexta ed.). (R. E. García, Trad.) México: Pearson Prentice Hall.

Bertrand L., H., y Prabhakar M., G. (1989). *Control de calidad: Teoría y aplicaciones* (Primera ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.

Gonzáles Ortiz, O., y Arciniegas Ortiz, J. (2016). *Sistema de Gestión de Calidad: Teoría y Práctica bajo la norma ISO:2015* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.

Gutiérrez Pulido, H. (2014). *Calidad y Productividad* (Cuarta ed.). México: Mc GRaw Hill.  
Recuperado el enero de 2020

Kotler, P.(2001). *Dirección de Mercadotecnia: Planeación, implementación y control* (Octava ed.). Lima, Perú: Pearson Educación.

Oliveira Da Silva, R. (2002). *Teorías de la Administración*. México: Internacional Thonson Editores S.A.

Pyzdek, T. (2003). Sx Sigma. En T. Pyzdek, *The Six Sigma Handbook* (p.252). New York: Mc Graw Hill.

Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Portland, Oregon: Productivity Press.

#### 7.2. Referencias hemerográficas

Roberto Ocampo, J. (agosto de 2012). Aplicando la metodología DMAIC-SIM a la mejora del tiempo de atención en migración en el aeropuerto de San Pedro Sula. *Innovare. Revista de Ciencia y Tecnología*, 1(1), 43. Recuperado el diciembre de 2019, de [https://www.researchgate.net/publication/264044288\\_APLICANDO\\_LA\\_METODO](https://www.researchgate.net/publication/264044288_APLICANDO_LA_METODO)

## LOGIA\_DMAICSIM\_A\_LA\_MEJORA\_DEL\_TIEMPO\_DE\_ATENCION\_EN\_MI GRACION\_EN\_EL\_AEROPUERTO\_DE\_SAN\_PEDRO\_SULA

Sanabria Rangel, P.E., Romero Camargo, V. D., y Flórez Lizcano, C. I. (22 de diciembre de 2014). El concepto de calidad en las organizaciones: una aproximación desde la complejidad. *Universidad y Empresa*, 16(27), 184. Recuperado el enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187241606007>

### 7.3. Referencias documentales

Instituto uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Montevideo, Uruguay. Recuperado el diciembre de 2019, de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>

Procesadora Torre Blanca. (2016). ADC-M-06 Manual HACCP. Huaral, Lima, Perú.

Sanabria Rangel, P.E., Romero Camargo, V. D., y Flórez Lizcano, C. I. (22 de diciembre de 2014). El concepto de calidad en las organizaciones: una aproximación desde la complejidad. *Universidad y Empresa*, 16(27), 184. Recuperado el enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187241606007>

### 7.4. Referencias electrónicas

Alcántara Lozano, G. (2017). *Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC*. Pontificia Universidad Católica, Lima, Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9030>

Arana, G., Camisón, C., Casadesús, M., y Martiarena, A. (2008). *Gestión de la Calidad y Competitividad de las empresas de la CAPV* (Primera ed.). España: Orkestra - Instituto Vasco de Competitividad. Obtenido de <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/orkestra/orkestra07.pdf>

- Booker, J., Raines, M., y Swift, K. (2001). *Designing capable and reliable products*. Inglaterra: Butterworth Heinemann. Obtenido de [https://books.google.com.nf/books?id=gJskUZfAX4QCyprintsec=frontcoverysource=gbs\\_atb#v=onepageyqyf=false](https://books.google.com.nf/books?id=gJskUZfAX4QCyprintsec=frontcoverysource=gbs_atb#v=onepageyqyf=false)
- Burckhardt Leiva, V., Gisbert Soler, V., y Pérez Molina, A. (2016). *Estrategia y desarrollo de una guía de implantación norma iso 9001 2015. Aplicación pymes de la comunidad Valenciana* (Primera ed.). España: Científica 3Ciencias. Obtenido de [https://issuu.com/3ciencias/docs/estrategia\\_y\\_desarrollo\\_de\\_una\\_guia](https://issuu.com/3ciencias/docs/estrategia_y_desarrollo_de_una_guia)
- Canive, T. (2019). *Matriz de priorización de problemas*. Obtenido de Sinnaps: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/matriz-de-priorizacion>
- Cardona Zuluaga, E., y Manzur Hasbun, R. (2015). *Aplicación de la metodología Seis Sigma para la disminución del indicador de la merma de envase retornable en la planta de Coca Cola Femsa Nodo Medellín*. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Evisgado, Colombia. Obtenido de [https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2142/1/CardonaEsteban\\_2015\\_AplicacionMetodologiaSigma.pdf](https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2142/1/CardonaEsteban_2015_AplicacionMetodologiaSigma.pdf)
- Celis, S. (21 de junio de 2017). *Balanceados - Piensos, Mermas de Producción*. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/mermas-produccion-t40925.htm>
- Centro Europeo de Postgrado. (31 de mayo de 2018). *¿Qué es una encuesta de satisfacción?* Obtenido de El blog de CEUPE: <https://www.ceupe.com/blog/que-es-una-encuesta-de-satisfaccion.html>
- D., J. (11 de enero de 2018). *El Diagrama de Pareto*. Obtenido de Central: <http://ingenieriaindustrialeasy.blogspot.com/2018/01/el-diagrama-de-pareto.html>

- Delgado López, E. (2015). *Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos*. Tesis magistral, Ingeniería industrial con mención en Gestión de Operaciones, Lima, Perú. Recuperado el 17 de diciembre de 2019, de [file:///C:/Users/svega/Downloads/DELGADO\\_EMERSON\\_PROPUESTA\\_PLAN\\_REDUCCION\\_MERMA.pdf](file:///C:/Users/svega/Downloads/DELGADO_EMERSON_PROPUESTA_PLAN_REDUCCION_MERMA.pdf)
- Diago Orozco, V., y Mercado Jaramillo, V. (2013). *Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt Purepak de 210 g en la máquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma*. Tesis, Ingeniería Industrial, Barranquilla, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/467/PROYECTO%20DE%20GRADO%20Victoria%20Diago%20Valeria%20Mercado%202013%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- El Comercio. (23 de febrero de 2018). *Mincetur: Exportación de frutos cítricos creció 30% en 2017*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/economia/peru/mincetur-exportacion-frutos-citricos-crecio-30-2017-noticia-499678-noticia/>
- Elizondo Cardona, A. (2007). *Reducción de defectos en lotes de producto terminado mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma*. Tesis licenciatura, Universidad de las Américas Puebla, Ingeniería Industrial y Mecánica, Puebla, México. Recuperado el noviembre de 2019, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmnf/elizondo\\_c\\_a/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/elizondo_c_a/)
- Gómez Montoya, R., y Barrera, S. (2011). *Seis Sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica*. Corporación Universitaria Lasallista. Recuperado el 2019, de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/515/1/13.%20223-242.pdf>

- Gutiérrez Pulido, H., y De la Vara Salazar, R. (2008). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (Segunda ed.). México: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>
- Jiménez, D. (29 de marzo de 2017). *4 Diagramas para identificar el alcance del SGC y sus procesos*. Obtenido de Pymes y Calidad 2.0 Gestión Sin Líos: <https://www.pymesycalidad20.com/4-diagramas-para-identificar-el-alcance-del-sgc-y-sus-procesos.html>
- Mallqui Crisante, L. (2018). *Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir la merma de Scrap en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno*. Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ingeniería Industrial, Lima, Perú. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10115>
- Moscoso Chaparro, J. E., y Yalan Reyes, A. J. (2013). *Mejora de la calidad en el proceso de fabricación de plásticos flexibles de la empresa Marplast utilizando Six Sigma basado en la metodología DMAIC*. Tesis, Universidad de San Martín de Porres, Lima. Obtenido de [https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20132\\_7.pdf](https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20132_7.pdf)
- Organización Wikipedia. (14 de octubre de 2019). *Análisis modal de fallos y efectos*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_modal\\_de\\_fallos\\_y\\_efectos](https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_modal_de_fallos_y_efectos) Wikipedia:
- Pino, R. (5 de mayo de 2016). *Centrumthink*. Obtenido de La importancia del DMAIC para mejorar un proceso: <https://www.centrumthink.pucp.edu.pe/la-importancia-del-dmaic-para-mejorar-un-proceso>
- Ransa. (2018). *Torre Blanca*. Obtenido de Ransa: <https://www.ransa.biz/torre-blanca/>
- Reyes Nova, O. (16 de marzo de 2012). *Diagrama de Causa - Efecto*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/oscarreyesnova/diagrama-de-causa-efecto>

- SPC Consulting Group.(6 de febrero de 2013). *Gráfico de Control*. Obtenido de [https://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/#disqus\\_thread](https://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/#disqus_thread)
- Thompson, I. (julio de 2019). *La Satisfacción del Cliente*. Obtenido de PromonegocioS.net: <https://www.promonegocios.net/clientes/satisfaccion-cliente.html>
- Uchima Flores, C. H. (2017). *Aplicación de la metodología Six - Sigma para el incremento de la eficiencia en una empresa agroexportadora*. Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Ingeniería Industrial, Lima, Perú. Recuperado el 19 de diciembre de 2019, de <https://docplayer.es/93711244-Universidad-nacional-de-ingenieria-facultad-de-ingenieria-industrial-y-de-sistemas-tesis.html>
- Valle Vadez, J. (5 de mayo de 2012). *Análisis estadístico de procesos*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/JulioCesarValdez/six-sigma-jcgv10007274rev0>
- Varas Acuña, C. A. (2010). *Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate*. Tesis, Universidad de Chile, Ingeniería de Alimentos, Santiago, Chile. Obtenido de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111645/varas\\_ca.PDF?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111645/varas_ca.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
- Vite Moncayo, C. (2015). *Implementación de la Metodología DMAIC para Reducir los defectos de Etiquetado en una Línea Embotelladora de Bebidas*. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ingeniería de Alimentos, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89200/D-88074.pdf>
- Yoshisato Ortiz, B. (2017). *Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa Agrihusac S.A., Huaral, Lima 2017*. Tesis, Universidad César Vallejo, Ingeniería Industrial, Lima, Perú. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12635/Yoshisato\\_OBT.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12635/Yoshisato_OBT.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



<b>D2. Fase Medir</b> Califique usted cada afirmación del 1 al 5		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Afirmaciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
6	Existen parámetros de calidad establecidos en la actividad que realiza.					
7	Es necesario que los colaboradores conozcan los % Exportable obtenidos en los últimos meses de la línea de cítricos.					
8	Existen indicadores establecidos que ayudan a medir las mermas en la actividad que realiza.					
9	Es necesario que los colaboradores conozcan la producción diaria de la línea de cítricos.					
10	Es necesario que los colaboradores conozcan el % mermas de cada lote de producción.					

<b>D3. Fase Analizar</b> Califique usted cada afirmación del 1 al 5		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Afirmaciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
11	Conocer las causas probables de los reclamos de los clientes por bajo % Exportable en la línea de cítricos ayuda a mejorar la gestión de calidad.					
12	Es necesario analizar e identificar las causas principales que provocan las mermas en la actividad que realiza.					
13	Se tiene identificado los puntos críticos del proceso de la línea de cítricos donde se genera mayor cantidad de mermas.					
14	Identificar la gravedad, probabilidad de ocurrencia y de no detección de las fallas en la actividad que realiza ayuda a mejorar la gestión de calidad.					
15	Existen oportunidades de mejora en el proceso o en alguna actividad en la línea de cítricos.					

<b>D4. Fase Mejorar</b> Califique usted cada afirmación del 1 al 5		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Afirmaciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
16	Es necesario conocer los peligros (físico, químico y biológico) que puede ocasionar que la calidad del producto se vea afectada.					
17	Es necesario conocer las variables o factores (lo que no puede controlar y lo que puede controlar) que condicionan la variabilidad del proceso.					
18	Existen controles en los puntos críticos del proceso de la línea de cítricos.					
19	Es importante para usted que se realicen mejoras continuas en su proceso y que pueda participar en ellas.					
20	Es importante para usted participar en reuniones donde se trate las oportunidades de mejora para optimizar el proceso de la línea de cítricos.					

<b>D5. Fase Controlar</b> Califique usted cada afirmación del 1 al 5		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Afirmaciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
21	La empresa realiza cambios para mejorar el proceso o la actividad que realiza.					
22	Existe una constante verificación de la actividad que realiza.					
23	La empresa tiene establecido las tolerancias de los parámetros de calidad.					
24	Es necesario que existan procedimientos e instructivos que describen detalladamente las actividades del proceso y los responsables.					
25	Es conveniente y adecuado el monitoreo de los puntos críticos del proceso.					

<b>D6. Eficiencia</b> Califíquese usted cada afirmación del 1 al 5		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Afirmaciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
26	La empresa proporciona los recursos necesarios para realizar eficientemente su actividad en el proceso.					
27	La secuencia de actividades del proceso de la línea de cítricos es óptima.					
28	Existen demoras constantes o retrasos en alguna actividad durante el proceso.					
29	Es necesario que los colaboradores identifiquen correctamente los defectos y mermas durante el proceso.					
30	Las metas establecidas de producción y calidad se cumplen en su área de trabajo.					

<b>D7. Satisfacción del cliente</b> Califíquese usted cada afirmación del 1 al 5		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Afirmaciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
31	Es importante cumplir con los requisitos de calidad para la satisfacción del cliente.					
32	Los colaboradores disponen de la información de los requisitos de los clientes oportunamente.					
33	Los % Exportable generalmente no satisfacen las expectativas de los clientes.					
34	Existen reclamos de clientes en su mayoría por los resultados obtenidos en el % Exportable.					
35	Es importante dar solución oportuna a los reclamos de los clientes.					

**Anexo 2: Encuesta de satisfacción al cliente**

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN			
<b>Cliente:</b>			
<b>Fecha:</b>		<b>Línea de proceso:</b>	
Preguntas	Calificación		
	Malo	Regular	Bueno
a. ¿Cuál es el grado de conformidad respecto al servicio brindado, cumple con sus requisitos?			
b. ¿Cómo le pareció la información brindada antes y durante el servicio?			
c. ¿Cómo califica el grado de cumplimiento con la entrega de los reportes?			
d. ¿De qué manera considera la atención de sus reclamos?			
e. ¿Cómo considera la atención del personal de Aseguramiento de la Calidad?			
¿Recomendaría nuestros servicios?    Sí _____    No _____			
¿Cuál es el aspecto o aspectos que mejoraría en su experiencia con nosotros?			

### Anexo 3: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO	
<p><b>Problema General:</b> ¿En qué grado la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar la relación entre la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>	<p>Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2015), La tendencia creciente en los mercados de productos agroindustriales, es a exigir, que tanto productores como exportadores, puedan dar garantía sobre la inocuidad del producto desde el lugar de origen hasta el punto de consumo. Esto es particularmente importante en los mercados de exportación más "desarrollados", en los cuales, tanto el sector público y privado, vienen implementando diversas normas y códigos de prácticas para asegurar la inocuidad y la calidad de los productos. Algunas de estas normas están referidas estrictamente a la inocuidad de los productos, esto es la garantía de que no hagan daño a la salud de los consumidores, en tanto que otras se refieren a otras características de calidad comercial, como tamaños, pesos, presentación, etc. La empresa Procesadora Torre Blanca S.A. tiene como objetivo brindar el mejor servicio a sus clientes, para lo cual se requiere la aplicación de una filosofía de calidad. La investigación se justifica puesto que el tema a desarrollar es importante para la empresa, ya que establecer la metodología DMAIC permitirá optimizar la gestión de calidad en la línea de cítricos, de esta manera asegurar la reducción de mermas y aumentar el porcentaje de exportable con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>	<p><b>X: VARIABLE</b>  Metodología DMAIC</p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <p><b>X1:</b> Fase Definir <b>X2:</b> Fase Medir <b>X3:</b> Fase Analizar <b>X4:</b> Fase Mejorar <b>X5:</b> Fase Controlar</p>	<p><b>X.1.1:</b> Mapa de proceso <b>X.1.2:</b> Diagrama SIPOC <b>X.1.3:</b> Voz del cliente (VOC)</p> <p><b>X.2.1:</b> Capacidad del proceso <b>X.2.2:</b> Histograma <b>X.2.3:</b> Gráfico de control</p> <p><b>X.3.1:</b> Diagrama Ishikawa <b>X.3.2:</b> Diagrama de Pareto <b>X.3.3:</b> Análisis Modal Falla Efecto (AMFE)</p> <p><b>X.4.1:</b> Haccp <b>X.4.2:</b> Matriz de priorización de mejoras</p> <p><b>X.5.1:</b> Cartas de Control <b>X.5.2:</b> Poka Yoke</p>	<p><b>TIPO</b> El tipo de la investigación es aplicada, debido a que utilizaré las enseñanzas que se adquieren, metodologías sobre el tema basados en las variables.</p> <p><b>NIVEL</b> El nivel de la investigación que se empleará es correlacional, debido a que se estudiará y establecerá el grado de relación o asociación no causal.</p> <p><b>DISEÑO</b> El diseño de la investigación es No Experimental, debido a que no existe manipulación deliberada de las variables y se basa fundamentalmente en la observación tal y como se muestra.</p> <p><b>ENFOQUE</b> El enfoque de la investigación es Cuantitativo, debido que se realizará la recolección de información y datos que se fundamentan en la medición numérica y se analizan los resultados en base a métodos estadísticos.</p>	
<p><b>Problemas Específicos:</b> ¿En qué grado se relaciona la fase definir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> Determinar la relación de la fase definir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>		<p><b>Hipótesis Específicas:</b> La fase definir de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>				
<p>¿En qué grado se relaciona la fase medir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?</p>	<p>Determinar la relación de la fase medir de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>		<p>La fase medir de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>				
<p>¿En qué grado se relaciona la fase analizar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?</p>	<p>Determinar la relación de la fase analizar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>		<p>La fase analizar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>				<p><b>Y: VARIABLE</b>  Optimización de Gestión de Calidad</p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <p><b>Y1:</b> Eficiencia <b>Y2:</b> Satisfacción del cliente</p>
<p>¿En qué grado se relaciona la fase mejorar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?</p>	<p>Determinar la relación de la fase mejorar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>		<p>La fase mejorar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>				
<p>¿En qué grado se relaciona la fase controlar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018?</p>	<p>Determinar la relación de la fase controlar de la metodología DMAIC con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>		<p>La fase controlar de la metodología DMAIC se relaciona con la optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa Procesadora Torre Blanca S.A., Huaral, 2018.</p>				







Anexo 7: Formato Registro de recepción y evaluación de cítricos

<b>Fecha:</b>	<b>Productor:</b>		
<b>Hora:</b>	<b>Lote:</b>		
<b>Variiedad:</b>	<b>N° jabas:</b>		
<b>Cliente:</b>	<b>Peso (Kg.):</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>% DEFECTOS</b>		
⋮			
<b>DESCRIPCION DE FRUTOS NO EXPORTABLE</b>			
<b>DAÑOS POR INSECTOS</b>	<b>%</b>	<b>DAÑOS DE COSEG</b>	<b>%</b>
Ácara		Daño partijera	
Arañita roja		Piqueter	
Cochinilla Blanca		Sin pedúnculo	
Minador		Pedúnculo largo	
Thrips		Galper	
Querera		Oleocelarín	
Picadura		Daño mecánico	
<b>DAÑOS FISIOLÓGICOS</b>	<b>%</b>	Mancha Verde	
Bufoador		Pre calibre	
Craqueo grueso		Sobre calibre	
Quemada parcial		Otro	
Rameada		<b>OTROS</b>	<b>%</b>
Deforme		Manchar de aplicación	
Quimera		Fumagina	
Decoloración		Alternaria	
Calapra		Diplodia	
Cárcara gruesa		Fruta Blanda	
Escaldadura		Senescencia	
Inicio de pudrición		Pitting	
Ombliq. cerrada		Otro	
Ombliq. abierta			
Ombliq. abrevialida			
<b>EVALUACIÓN FISIQUÍMICA</b>			
% Jugo:		% Acidez:	
% Brix:		IM:	
Índice de color:		OTROS:	
INDICE DE COLOR (%)			
T -	T -	T -	T -
<b>% DISTRIBUCIÓN DE CALIBRES</b>			
Inspección sanitaria del vehículo:	C: <input type="checkbox"/>	NC: <input type="checkbox"/>	
Precinto de llegada:	C: <input type="checkbox"/>	NC: <input type="checkbox"/>	
<b>Observaciones:</b>	-----		

### Anexo 8: Formato Evaluación de cítricos después de desverdizado

Fecha:		Productor:	
Hora:		Lote:	
Variedad:		N° jabas:	
Cliente:		Peso (Kg.):	
% Exportable = _____		% No Exportable = _____	
Cat I	Cat II	Mercado Nacional	Descarte
DESCRIPCION DE FRUTOS NO EXPORTABLE			
DAÑOS POR INSEC	%	DAÑOS DE COSECH	%
Ácaro		Daño por tijera	
Arañita roja		Piquetes	
Cochinilla Blanca		Sin pedúnculo	
Thrips		Pedúnculo largo	
Queresa		Golpes	
Picadura		Oleocelosis	
<b>DAÑOS FISIOLÓGIC</b>	<b>%</b>	Daño mecánico	
Bufados		Verde	
Creasing		Pre calibre	
Quemado por sol		Sobre calibre	
Rameado		<b>OTROS</b>	<b>%</b>
Deforme		Manchas de aplicación	
Quimera		Fumagina	
Decoloración		Alternaria	
Colapso		Diplodia	
Escaldadura		Fruta Blanda	
Inicio de pudrición		Senescencia	
Ombligo rasgado		Pitting	
Ombligo abierto		Otros	
Ombligo sobresalido			
<b>Observaciones:</b> _____			

## Anexo 9: Probabilidad y Gravedad - HACCP

### Análisis de peligros de seguridad alimentaria

FRECUENCIA →	A	B	C	D	E
CONSECUENCIA ↓					
1	1	2	4	7	11
2	3	5	8	12	16
3	6	9	13	17	20
4	10	14	18	21	23
5	15	19	22	24	25

#### Gravedad (Consecuencias)

1. Muerte
2. Enfermedad grave
3. Retiro del producto
4. Queja del cliente
5. No significativo

#### Probabilidad de que se produzca (Frecuencia)

- A) Se repite comúnmente
- B) Se sabe que se produce o “ha ocurrido”
- C) Podría producirse o “He oído que sucede”
- D) No se espera que se produzca
- E) Imposible que ocurra

#### Evaluación de Importancia de Peligros

Para ser considerado un riesgo aceptable el factor de importancia debe ser mayor que 10, por lo que puede o no implementar medidas de control para minimizarlo lo mayor posible.

En cambio, un valor igual o menor a 10, es necesario establecer una medida de control para manejar el peligro identificado, lo cual establecerá un punto(s) crítico de control (PCC).

## Análisis de peligros de calidad

FRECUENCIA →	A	B	C	D	E
CONSECUENCIA ↓					
1	1	2	4	7	11
2	3	5	8	12	16
3	6	9	13	17	20
4	10	14	18	21	23
5	15	19	22	24	25

### Gravedad (Consecuencias)

1. Cese inmediato y definitivo de la empresa
2. Retiro de alimentos (por ejemplo, debido a un grave deterioro o decoloración)
3. Rechazo de una entrega por el cliente
4. Advertencia de no conformidad (queja)
5. No es de importancia comercial

### Probabilidad de que se produzca (Frecuencia)

- A) Se produce comúnmente
- B) Se sabe que se produce o “Ha sucedido en nuestro local”
- C) Podría producirse
- D) No se espera que se produzca
- E) Prácticamente imposible.

### Evaluación de Importancia de Peligros

Un valor de **1-10** indica un problema de calidad significativo (es decir, por encima de la línea), lo cual significa que se debe implementar una medida(s) de control – medidas de control de estado de PCQ.

Los problemas de calidad que son menos significativos, tendrán un valor de **11-25**. Corresponde al equipo HACCP determinar si se tiene que implementar medidas de control (es decir, medidas de control de PQ) o si las pérdidas serían insignificantes desde el punto de vista económico.

## Anexo 10: Ponderación de criterios - Matriz de priorización de mejoras

Escala de calificación:

10: El criterio de fila es mucho más importante que el criterio de columna.

5: El criterio de fila es más importante que el criterio de columna.

1: Ambos criterios son igual de importantes.

0.2: El criterio de fila es menos importante que el criterio de columna.

0.1: El criterio de fila es mucho menos importante que el criterio de columna.

Ponderación de los criterios:

CRITERIOS	Viabilidad Técnica	Beneficio	Viabilidad Financiera	Efecto a corto plazo	Calidad	Total	Peso Ponderado	%
Viabilidad Técnica		0.2	1	1	0.1	2.3	0.05	5
Beneficio	5		5	5	1	16	0.34	34
Viabilidad Financiera	1	0.2		0.2	0.2	1.6	0.03	3
Efecto a corto plazo	1	0.2	5		0.2	6.4	0.14	14
Calidad	10	1	5	5		21	0.44	44
<b>Total</b>						47.3	1	100

**Anexo 11: Formato Control para las cámaras de desverdizado**

VERIFICACION DEL CONTROL DE CAMARAS DE DESVERDIZADO										
FECHA: <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>										
<b>CÁMARA N° 1</b>										
HORA	VARIEDAD	T° PULPA (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	ETILENO (ppm)	% H R	FLUJO ETILENO (LPM)	VENTILACIÓN DE AIRE (%)	COLORACIÓN DE LA FRUTA	REMANENTE ETILENO (bar)	OBSERVACIONES
<b>CÁMARA N° 2</b>										
HORA	VARIEDAD	T° PULPA (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	ETILENO (ppm)	% H R	FLUJO ETILENO (LPM)	VENTILACIÓN DE AIRE (%)	COLORACIÓN DE LA FRUTA	REMANENTE ETILENO (bar)	OBSERVACIONES
<b>CÁMARA N° 3</b>										
HORA	VARIEDAD	T° PULPA (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	ETILENO (ppm)	% H R	FLUJO ETILENO (LPM)	VENTILACIÓN DE AIRE (%)	COLORACIÓN DE LA FRUTA	REMANENTE ETILENO (bar)	OBSERVACIONES
OBSERVACIONES:							<div style="display: flex; justify-content: space-around; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> <span style="width: 40%; border-bottom: 1px solid black;"></span> <span style="width: 40%; border-bottom: 1px solid black;"></span> </div>			



### Anexo 13: Cálculo de la calificación de la encuesta de satisfacción del mes de julio

CALIFICACIÓN DE LA ENCUESTA							
<b>I. RESULTADOS DE LA BASE DE DATOS DE ENCUESTAS</b>							
	Preguntas						
<b>Escala</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	
Valor 1	2	6	13	5	0	3	
Valor 2	15	13	22	16	11	42	
Valor 3	28	26	10	24	34		
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	
<b>II. ASIGNACIÓN DE PUNTAJES</b>							
<b>1. ¿Cuál es el grado de conformidad respecto al servicio brindado, cumple con sus requisitos?</b>							
<b>Total</b>	<b>Puntajes Asignados</b>						<b>Índice</b>
<b>45</b>	<b>4</b>	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>%</b>	<b>20</b>	<b>%</b>	<b>Índice</b>
	2	4%	15	33%	28	62%	<b>17</b>
<b>2. ¿Cómo le pareció la información brindada antes y durante el servicio?</b>							
<b>Total</b>	<b>Puntajes Asignados</b>						<b>Índice</b>
<b>45</b>	<b>4</b>	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>%</b>	<b>20</b>	<b>%</b>	<b>Índice</b>
	6	13%	13	29%	26	58%	<b>16</b>
<b>3.- ¿Cómo califica el grado de cumplimiento con la entrega de los reportes?</b>							
<b>Total</b>	<b>Puntajes Asignados</b>						<b>Índice</b>
<b>45</b>	<b>4</b>	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>%</b>	<b>20</b>	<b>%</b>	<b>Índice</b>
	13	29%	22	49%	10	22%	<b>11</b>
<b>4. ¿De qué manera considera la atención de sus reclamos?</b>							
<b>Total</b>	<b>Puntajes Asignados</b>						<b>Índice</b>
<b>45</b>	<b>4</b>	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>%</b>	<b>20</b>	<b>%</b>	<b>Índice</b>
	5	11%	16	36%	24	53%	<b>15</b>
<b>5. ¿Cómo considera la atención del personal de Aseguramiento de la Calidad?</b>							
<b>Total</b>	<b>Puntajes Asignados</b>						<b>Índice</b>
<b>45</b>	<b>4</b>	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>%</b>	<b>20</b>	<b>%</b>	<b>Índice</b>
	0	0%	11	24%	34	76%	<b>18</b>
<b>6. ¿Recomendaría nuestros servicios?</b>							
<b>Total</b>	<b>Puntajes Asignados</b>					<b>Índice</b>	<b>Calificación Promedio</b>
<b>45</b>	<b>4</b>	<b>%</b>	<b>20</b>	<b>%</b>	<b>Índice</b>	<b>16</b>	
	3	7%	42	93%	<b>19</b>		
<b>III. RESUMEN</b>							
	<b>Preguntas</b>						<b>Índices</b>
<b>N° 1</b>	¿Cuál es el grado de conformidad respecto al servicio brindado, cumple con sus requisitos?						<b>17</b>
<b>N° 2</b>	¿Cómo le pareció la información brindada antes y durante el servicio?						<b>16</b>
<b>N° 3</b>	¿Cómo califica el grado de cumplimiento con la entrega de los reportes?						<b>11</b>
<b>N° 4</b>	¿De qué manera considera la atención de sus reclamos?						<b>15</b>
<b>N° 5</b>	¿Cómo considera la atención del personal de Aseguramiento de la Calidad?						<b>18</b>
<b>N° 6</b>	¿Recomendaría nuestros servicios?						<b>19</b>

## Anexo 14: Juicio de Experto

### JUCIO DE EXPERTO

#### METODOLOGÍA DMAIC Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE CÍTRICOS DE LA EMPRESA PROCESADORA TORRE BLANCA S.A, HUARAL, 2018”

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación “METODOLOGÍA DMAIC Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE CÍTRICOS DE LA EMPRESA PROCESADORA TORRE BLANCA S.A, HUARAL, 2018” con la matriz de consistencia de la presente, le solicito que, en base a su Criterio y Experiencia Profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo a la siguiente escala califique cada uno de los ítems según corresponda:

1: No cumple con el criterio      2: Bajo nivel      3: Moderado nivel      4: Alto nivel

Criterios	Calificación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
CLARIDAD: Está formulado con lenguaje apropiado.				4		
OBJETIVIDAD: Está expresado en conductas observables.				4		
ACTUALIDAD: Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				4		
ORGANIZACIÓN: Existe una organización lógica.			3			
SUFICIENCIA: Comprende los aspectos de cantidad y calidad.			3			
INTENCIONALIDAD: Adecuado para conocer las opiniones de las encuestadas.				4		
CONSISTENCIA: Basados en aspectos teóricos científicos de organización.				4		
COHERENCIA: Establece coherencia entre las variables y los indicadores.				4		
METODOLOGÍA: La estrategia responde a los propósitos del estudio.			3			
PERTINENCIA: El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				4		
<b>Total Parcial</b>			9	28		
<b>TOTAL</b>			37			

#### Puntuación:

De 10 a 17: No válido, reformular       De 26 a 33: Válido, mejorar

De 18 a 25: No válido, modificar       De 34 a 40: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	ARIAS PITTMAN, JOSÉ AUGUSTO
Grado Académico	DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
Registro CIP	017214


Firma

## JUCIO DE EXPERTO

### METODOLOGÍA DMAIC Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE CÍTRICOS DE LA EMPRESA PROCESADORA TORRE BLANCA S.A, HUARAL, 2018”

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación “METODOLOGÍA DMAIC Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE CÍTRICOS DE LA EMPRESA PROCESADORA TORRE BLANCA S.A, HUARAL, 2018” con la matriz de consistencia de la presente, le solicito que, en base a su Criterio y Experiencia Profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo a la siguiente escala califique cada uno de los ítems según corresponda:

1: No cumple con el criterio      2: Bajo nivel      3: Moderado nivel      4: Alto nivel

Criterios	Calificación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
<b>CLARIDAD:</b> Está formulado con lenguaje apropiado.				X		
<b>OBJETIVIDAD:</b> Está expresado en conductas observables.				X		
<b>ACTUALIDAD:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.			X			
<b>ORGANIZACIÓN:</b> Existe una organización lógica.				X		
<b>SUFICIENCIA:</b> Comprende los aspectos de cantidad y calidad.			X			
<b>INTENCIONALIDAD:</b> Adecuado para conocer las opiniones de las encuestadas.				X		
<b>CONSISTENCIA:</b> Basados en aspectos teóricos científicos de organización.				X		
<b>COHERENCIA:</b> Establece coherencia entre las variables y los indicadores.			X			
<b>METODOLOGÍA:</b> La estrategia responde a los propósitos del estudio.				X		
<b>PERTINENCIA:</b> El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				X		
<b>Total Parcial</b>			9	28		
<b>TOTAL</b>	37					

Puntuación:

De 10 a 17: No válido, reformular

De 26 a 33: Válido, mejorar

De 18 a 25: No válido, modificar

De 34 a 40: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	LINO ESCOBAR, ERLO WILFREDO
Grado Académico	MAGISTER
Registro CIP	31652


Firma

## JUCIO DE EXPERTO

### METODOLOGÍA DMAIC Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE CÍTRICOS DE LA EMPRESA PROCESADORA TORRE BLANCA S.A, HUARAL, 2018”

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación “METODOLOGÍA DMAIC Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE CÍTRICOS DE LA EMPRESA PROCESADORA TORRE BLANCA S.A, HUARAL, 2018” con la matriz de consistencia de la presente, le solicito que, en base a su Criterio y Experiencia Profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo a la siguiente escala califique cada uno de los ítems según corresponda:

1: No cumple con el criterio      2: Bajo nivel      3: Moderado nivel      4: Alto nivel

Criterios	Calificación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
<b>CLARIDAD:</b> Está formulado con lenguaje apropiado.				X		
<b>OBJETIVIDAD:</b> Está expresado en conductas observables.				X		
<b>ACTUALIDAD:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				X		
<b>ORGANIZACIÓN:</b> Existe una organización lógica.				X		
<b>SUFICIENCIA:</b> Comprende los aspectos de cantidad y calidad.			X			
<b>INTENCIONALIDAD:</b> Adecuado para conocer las opiniones de las encuestadas.				X		
<b>CONSISTENCIA:</b> Basados en aspectos teóricos científicos de organización.				X		
<b>COHERENCIA:</b> Establece coherencia entre las variables y los indicadores.				X		
<b>METODOLOGÍA:</b> La estrategia responde a los propósitos del estudio.				X		
<b>PERTINENCIA:</b> El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				X		
<b>Total Parcial</b>			3	36		
<b>TOTAL</b>	39					

**Puntuación:**

De 10 a 17: No válido, reformular       De 26 a 33: Válido, mejorar

De 18 a 25: No válido, modificar       De 34 a 40: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	HUAMANTENA, NOE
Grado Académico	MAGISTER
Registro CIP	16738


Firma

### Anexo 15: Base de datos del Cuestionario

N°	Aspectos generales				Metodología DMAIC																				Optimización de la gestión de calidad																
	Género	Edad	Nivel de instrucción	Experiencia	Fase Definir					Fase Medir					Fase Analizar					Fase Mejorar					Fase Controlar					Eficiencia					Satisfacción del Cliente						
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1	1	6	2	5	5	4	5	5	3	5	5	4	4	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	2	3	5	5	3	5	4	3	5	5				
2	2	3	2	6	5	4	3	5	4	3	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	3	5	4	5	4	2	5	5			
3	2	3	3	2	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	2	4	4	5	5	5	4	4	5	5		
4	2	4	2	2	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5	3	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5			
5	1	2	3	2	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	3	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	3	5	3	5	4	3	5	5		
6	1	6	3	4	5	4	3	5	4	3	5	2	4	5	5	5	4	5	4	5	3	3	3	4	4	2	4	5	3	3	3	5	5	3	5	3	3	4	5		
7	1	4	2	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	4	5	5	3	5	5	5	4	2	4	5	5	4	3	2	5	5	5		
8	1	2	3	2	5	4	4	5	5	4	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	2	3	3	5	3	3	3	4	5	5	5	2	3	5	5		
9	1	4	2	2	5	4	5	5	3	5	5	4	4	5	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	2	3	4	5	4	5	2	3	4	5		
10	2	6	2	4	4	3	3	4	4	3	4	5	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	3	5	5	3	3	3	5	5	
11	2	2	3	2	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	5	5	4	4	5	5	5	3	4	2	3	5	4		
12	2	6	1	6	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	2	3	3	4	4	4	4	2	3	4	4		
13	1	3	3	5	5	4	4	5	4	4	5	2	4	5	5	3	3	3	3	5	4	4	4	4	2	2	4	5	3	2	4	4	4	3	5	4	3	4	5		
14	2	5	2	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5		
15	2	2	3	1	5	4	4	5	5	4	5	2	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	2	2	5	5	2	5	4	3	5	4	5	3	2	5	5		
16	1	4	2	2	5	4	4	3	3	4	3	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4	5	3	4	4	4	5	2	5	3	3	5	5
17	1	2	1	1	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	2	3	4	4	3	4	3	3	4	4		
18	2	3	2	2	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	3	3	4	5	5	4	5	5	5	4	2	4	4	5	3	5	4	5	5	5		
19	2	4	2	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	2	3	4	3	2	3	4	3	3	4	2	3	4	4
20	2	2	3	2	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	2	5	5	5	
21	2	4	2	6	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	5	1	5	4	5	5	4	5	5	
22	2	6	2	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	2	4	4	4	4	4	4	3	5	2	5	3	4	5	5		
23	1	6	3	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	4	5	5	5		

N°	Aspectos generales				Metodología DMAIC																				Optimización de la gestión de calidad																
	Género	Edad	Nivel de instrucción	Experiencia	Fase Definir					Fase Medir					Fase Analizar					Fase Mejorar					Fase Controlar					Eficiencia			Satisfacción del Cliente								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
24	1	2	3	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	4	5	3	5	4	4	5	5			
25	1	3	3	2	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	3	5	3	3	5	3	4	3	5	2	4	5	5	4	3	5	5	5	2	5	3	4	4	5		
26	2	5	1	2	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	2	3	4	4	4	5	1	3	4	5			
27	1	3	2	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	3	5	3	5	5	5			
28	2	2	3	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	3	5	3	5	3	5	5	5	5	5			
29	2	5	1	6	4	3	3	4	4	3	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	1	2	3	4	3	2	4	4	4	2	5	2	2	4	4		
30	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	5	4	4	4	4	3	5	3	2	4	4	5	3	4	4	2	4	5		
31	2	2	2	1	5	4	4	5	3	4	5	5	4	5	5	5	3	4	3	5	5	4	5	4	3	5	4	5	3	2	5	3	5	2	5	5	4	5	5		
32	2	6	2	6	5	3	3	5	4	3	5	5	3	3	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	1	5	4	5	4	5	5	3	5	2	5	5	4	5	5		
33	1	4	3	3	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	2	4	4	5	3	5	4	5	4	5		
34	2	2	3	1	5	4	4	5	5	4	5	3	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	5	5	2	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	
35	1	5	3	5	4	4	3	4	4	3	4	2	4	4	4	2	3	2	4	4	3	3	4	4	2	2	4	4	3	4	3	3	4	3	4	2	4	3	4		
36	2	5	2	1	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	3	4	3	4	5	3	5	2	5	3	3	5	5
37	2	6	2	5	5	3	3	4	3	3	4	5	3	5	5	5	3	3	3	5	5	4	5	5	2	5	3	5	4	2	3	4	5	3	5	2	3	5	5		
38	1	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	3	5	5	5		
39	2	2	3	2	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	3	4	5	5	4	5	5	4	5	3	5	3	5	5	5		
40	2	4	1	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	1	4	3	4	4	3	4	4	5	2	5	3	4	5	5		
41	2	2	3	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	2	5	3	5	5	3	5	5	5	5		
42	2	5	1	3	5	3	3	4	4	3	4	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	3	5	4	5	3	4	3	3	4	2	4	2	4	4	4	
43	2	3	3	1	5	5	4	4	4	4	4	3	5	5	5	3	3	3	3	4	3	4	3	5	3	3	3	5	4	2	3	2	5	3	5	2	3	5	5		
44	2	5	1	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	3	5	5	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4	5	4	5	2	4	4	3	5	5	5		
45	2	4	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	2	4	3	4	2	2	3	2	5	3	5	2	2	5	5		

## Anexo 16: Tabla Chi Cuadrado $X^2$

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361