Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Industrial
Unidad de Posgrado

Aplicación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción para la mejora de la productividad de las empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magister en Dirección de Empresas Industriales y Servicios

AUTOR

Luz Adelayda TAIPE HANCO

ASESOR

Mg. Fernando NORIEGA BARDALEZ

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Taipe, L. (2025). *Aplicación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción para la mejora de la productividad de las empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Luz Adelayda Taipe Hanco
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47238597
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-6596-9687
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Fernando Noriega Bardalez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	**06445509**
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-1774-0753
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Julio Alejandro Salas Bacalla
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	O8468620
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Juan Manuel Rivera Poma
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	O6726391
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Pedro Pablo Rosales Lòpez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10419269
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	Carlos Augusto Shigyo Ortiz
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	O6701516
Datos de investigación	
Línea de investigación	12. Calidad, mejora y optimización de la producción. Calidad e inocuidad de los alimentos. ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES. C.17.0.12
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Ate Calle: Nicolas Ayllon Km 17.5 Latitud: -12.03273 Longitud: -76.57067
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2019 -Diciembre 2019
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería industrial https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04

UNIVERSIDAD NACIONAL
MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA
UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN Nº019-UPG-FII-2025

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS INDUSTRIALES Y DE SERVICIOS

En la ciudad de Lima del día dieciocho del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las once horas, se instaló el Jurado Examinador para la Sustentación de la Tesis titulada: **"APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS PERUANAS FABRICADORAS DE PIENSOS PARA MASCOTAS"**, presentado por la Bach. **LUZ ADELAYDA TAIPE HANCO,** para optar el Grado Académico de Magister en Dirección de Empresas Industriales y de Servicios.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas del Jurado Examinador se procedió a la calificación individual y secreta, habiendo sido APROBADA con la calificación de DIECISIETE (17) MUY BUENO.

El Jurado recomienda que la Facultad acuerde el otorgamiento del Grado Académico de Magister en Dirección de Empresas Industriales y de Servicios, la Bach. **LUZ ADELAYDA TAIPE HANCO.**

En señal de conformidad, siendo las 12:10 **horas** se suscribe la presente acta en cuatro ejemplares, dándose por concluido el acto.

Dr. JULIO ALEJANDRO SALAS BACALLA
Presidente

DR. JUAN MANUEL RIVERA POMA
Miembro

DR. PEDRO PABLO ROSALES LÓPEZ
Miembro

Dr. CARLOS AUGUSTO SHIGYO ORTIZ
Miembro

MG. FERNANDO NORIEGA BARDALEZ
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **FERNANDO NORIEGA BARDALEZ,** en mi condición de asesor acreditado con la **DICTAMEN N° 128 - UPG - FII - 2017** de la tesis cuyo título es: **"APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS PERUANAS FABRICADORAS DE PIENSOS PARA MASCOTAS",** presentado por la bachiller **LUZ ADELAYDA TAIPE HANCO,** para optar el grado académico de **MAGISTER EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS INDUSTRIALES Y DE SERVICIOS, CERTIFICO** que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 19% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Lima, 26 de mayo de 2025

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: **FERNANDO NORIEGA BARDALEZ**
DNI **06445509**

Dedicatoria

A mis amados padres Jesusa y Paul, a mis hermanos Charley, John y Roger y a mi preciado hijo Hans Leonel quienes fueron mi impulso y fortaleza durante todo este tiempo para poder desarrollar y culminar mi trabajo de investigación.

RESUMEN 1
ABSTRACT 3
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.1. Situación problemática 4
1.2. Formulación del problema 7
1.2.1. Problema General 8
1.2.2. Problema Especifico 8
1.3. Justificación de la investigación 8
1.3.1. Justificación Teórica 8
1.3.2. Justificación Practica 9
Alcances y limitaciones 11
Delimitación espacial 12
1.4. Objetivos de la investigación 12
1.4.1. Objetivo general 12
1.4.2. Objetivos específicos 12
CAPITULO II MARCO TEÓRICO 13
2.1. Marco filosófico o Epistemológico de la investigación 13
2.2. Antecedentes de la investigación 16
2.3. Bases teóricas 20
2.3.1. Procesos 20
2.3.2. Gestión de procesos 22
2.3.3. Mejora de procesos 23
2.3.4. Relación de Productividad, Calidad y Competitividad 23
2.3.5. Sistema de Gestión de Calidad 34
2.3.6. Metodología Seis Sigma 37
2.3.7. Procesos de producción de piensos para mascotas 58
2.4. Marco conceptual y glosario de términos 67
2.4.1. Marco conceptual 67
2.3.2. Glosario de términos 75
CAPITULO III: METODOLOGIA 76
3.1. Hipótesis y variables 76
3.1.1. Hipótesis General 76
3.1.2. Hipótesis Especificas 76
3.2. Identificación de las variables 77

3.2.1. Variable independiente: 77
3.2.2. Variable dependiente: 77
3.3. Operacionalización 79
3.4. Matriz de consistencia 83
3.5. Tipo de investigación y diseño de investigación 87
3.6. Diseño de investigación 88
3.7. Unidad de análisis 89
3.8. Población de estudio 89
3.9. Tamaño de la muestra 92
3.10. Selección de muestra 93
3.11. Técnicas de recolección de datos 93
3.11.1. Técnicas 93
3.11.2. Instrumentos 94
3.11.3. Etapas de recolección de datos y aplicación de metodología. 94
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION 96
4.1. Análisis e interpretación y discusión de resultados 97
4.1.1. Resumen ejecutivo de la empresa 97
4.2. Implementación de la metodología Seis Sigma 98
4.2.1. Definición 98
4.2.2. Medición 108
4.2.3. Análisis 115
4.2.4. Mejorar 120
4.2.5. Controlar 136
4.3. Prueba de hipótesis 141
4.3.1. Prueba de hipótesis general 141
4.3.2. Prueba de hipótesis especifica 2 145
4.3.3. Prueba de hipótesis para hipótesis especifica 2 148
CONCLUSIONES 153
RECOMENDACIONES 154
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 154

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco para elaborar un proyecto Seis Sigma. 46
Tabla 2. Lista de ingredientes para elaborar piensos para mascotas y condiciones de almacenamiento. 59
Tabla 3. Características que debe cumplir un modelo de regresión 69
Tabla 4. Relación de variables independiente y dependiente 78
Tabla 5. Operacionalización/Categorización de los Componentes de da Hipótesis 80
Tabla 6. Matriz de consistencia 84
Tabla 7. Criterios seleccionados para la investigación 88
Tabla 8. Empresas registras en SENASA como fabricadoras de piensos para mascotas en la ciudad de Lima 90
Tabla 9. Características de las empresas fabricadoras de piensos para mascotas 90
Tabla 10. Empresas del rubro clasificadas como población según Alcances y Limitaciones 92
Tabla 11. Descripción del pienso para mascotas de la empresa RINTI S.A 104
Tabla 12. Variables críticas de calidad de la empresa RINTI S.A para piensos de mascotas 105
Tabla 13. Variables críticas de producción la empresa RINTI S.A para piensos de mascotas 105
Tabla 14. Charter del proyecto Seis Sigma 106
Tabla 15. Resumen de métricas Seis Sigma del proceso de SECADO variable Humedad final del producto 113
Tabla 16. Plan de acciones correctivas, preventivas de mejora 121
Tabla 17. Plan de acciones correctivas, preventivas de mejora ejecutadas y no ejecutadas 122
Tabla 18. Resumen de métricas Seis sigma del proceso de SECADO variable Humedad final del producto 132
Tabla 19. Comparación del valor Z antes y después Perro y Gato 136

Tabla 20. Controles implementados proceso de SECADO..... 137
Tabla 21. Análisis Two Sample t para productividad Inicial vs Final..... 142
Tabla 22. Análisis Two Sample t para Merma Inicial vs Final..... 146
Tabla 23. Análisis Two Sample t para Reproceso Inicial vs Final..... 150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Toneladas de importaciones de piensos para mascotas 2012-2019 4
Figura 2. Toneladas de Producción alimento balanceado para mascotas 2012-2017. 6
Figura 3. Descripción de proceso donde se identifican las entradas y salidas. 21
Figura 4. Método para evaluar la Productividad..... 25
Figura 5. Reacción en Cadena de la Mejora de la Productividad. 26
Figura 6. Representación de cómo mejorar la Productividad. 33
Figura 7. Representación de la estructura de Norma Internacional con el ciclo PHVA. 36
Figura 8. Equivalencia en niveles sigma, defectos por millón de oportunidades DPMO y rendimiento..... 41
Figura 9. Demostración grafica del nivel sigma expresado en desviación estándar. 41
Figura 10. Objetivos básicos de las fases de la metodología Seis Sigma DMAIC. 44
Figura 11. Capacidad Sigma calculada en función al desplazamiento de Z de 1.5 σ..... 51
Figura 12. Reporte de desempeño del proceso en función al periodo de estudio. 51
Figura 13. Las cinco etapas en la realización de un proyecto seis. 57
Figura 14. Diagrama de flujo de producción de piensos para mascotas..... 65

Figura 15. Interpretación de coeficiente de correlación. 68
Figura 16. Cadena de Valor de la empresa RINTI S.A 99
Figura 17. Cantidad de mermas del proceso de producción de piensos para mascotas 100
Figura 18. Cantidad de reprocesos del proceso de producción de piensos para mascotas. 101
Figura 19. Diagrama SIPOC del proceso de SECADO..... 102
Figura 20. Prueba de normalidad y análisis de capacidad de proceso para la variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO perros). 110
Figura 21. Prueba de normalidad y análisis de capacidad de proceso para la variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO gatos). 111
Figura 22. Análisis modo efecto falla AMEF para el proceso de SECADO 113
Figura 23. Diagrama de causa efecto para el proceso de SECADO (Variabilidad del porcentaje de humedad del producto final) 116
Figura 24. Análisis y Solución de problemas con 3 D´s para proceso de SECADO..... 117
Figura 25. Diagrama Cinco Porque de la variabilidad del %Humedad proceso de SECADO (problema exceso de SECADO) 119
Figura 26. Parámetros de operación en proceso de secado y frecuencia de monitoreo de variables de proceso 123
Figura 27. Check List de arranque de operación 123
Figura 28. Programa de mantenimiento preventivo 2019 equipos de Secadores..... 124
Figura 29. Programa de Capacitaciones área Producción..... 127
Figura 30. Porcentaje de ejecución de plan de acción en el proceso de SECADO para solucionar problema de variabilidad de humedad (exceso de secado) 128
Figura 31. Informe de desempeño análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad después de Mejoras (% de humedad del proceso de SECADO) 129

Figura 32. Informe de desempeño análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad después de Mejoras (% de humedad del proceso de SECADO) 131
Figura 33. Informe de resumen análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO después de mejora)..... 134
Figura 34. Informe de resumen análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO después de mejora)..... 134
Figura 35. Análisis modo efecto falla AMEF para el proceso de SECADO después de la implementación de mejoras 139
Figura 36. Grafica de caja de % productividad inicial y %productividad final después de la implementación de la metodología Seis Sigma 144
Figura 37. Grafica de caja de % Merma inicial y % Merma final después de la implementación de la metodología Seis Sigma 148
Figura 38. Grafica de caja de % Reproceso inicial y % Reproceso final después de la implementación de la metodología Seis Sigma 151

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Aplicación de la Metodología Seis Sigma en los Procesos de Producción para la Mejora de la Productividad de las entidades Peruanas Fabricadoras de Piensos para Mascotas”, ha sido elaborado para demostrar que la metodología Seis Sigma (DMAIC), puede ser aplicada en las empresas de producción de piensos para mascotas, obteniéndose resultados muy positivos como: reducción de variabilidad de sus variables críticas de calidad, reducción de mermas, reprocesos y en conjunto mejorar su productividad.

Este trabajo de investigación está dividido en cuatro capítulos. El primer capítulo comprende la situación problemática, donde se detalla la situación actual de las empresas de este subsector agroindustrial. Posteriormente, la estructuración del enigma que constituirá el objeto de examen en un formato inquisitivo. Seguidamente, la fundamentación del dilema en la que se expusieron minuciosamente las motivaciones de la indagación, para, a continuación, delinear los fines o aspiraciones de la pesquisa. En la segunda sección se expuso el andamiaje filosófico, los precedentes de la pesquisa, y las cimentaciones teóricas; en este apartado, se brinda abundante información sobre la metodología Seis Sigma y detalle de los procesos de elaboración de alimentos para mascotas. En el tercer segmento se caracterizó la táctica de sondeo. En el cuarto compendio se examinaron y descifraron los resultados obtenidos mediante la implementación la metodología Seis Sigma, al tiempo que se ejecutó la correspondiente verificación de conjeturas.

En último término, se exhiben las deducciones de la pesquisa, en las cuales se especifican los hallazgos logrados para el cumplimiento de las metas propuestas. Posteriormente, se enuncian las Sugerencias fundamentadas en los descubrimientos, orientadas a indagaciones futuras, y, finalmente, se

enumeran las referencias documentales de todas las fuentes consultadas durante la elaboración de la presente indagación.

Expresiones Clave: Metodología Seis Sigma, Optimización de procesos, DMAIC, segmento agroindustrial, empresas productoras grandes de piensos para animales de compañía.

ABSTRACT

This research work entitled “Application of the Six Sigma Methodology in Production Processes for Improving the Productivity of Peruvian Pet Food Manufacturing Entities” has been developed to demonstrate that the six sigma methodology (DMAIC) can be applied in pet food production companies, obtaining very positive results such as: reduction of variability of their critical quality variables, reduction of waste, reprocessing and overall improvement of their productivity.

This research work is divided into four chapters. The first chapter covers the problematic situation, where the current situation of the companies in this agro-industrial subsector is detailed. Subsequently, the structuring of the enigma that will be the object of examination in an inquisitive format. Next, the foundation of the dilemma in which the motivations of the inquiry were thoroughly exposed, to then outline the purposes or aspirations of the research. In the second section, the philosophical framework, the precedents of the research, and the theoretical foundations were presented; in this section, abundant information is provided on the Six Sigma method and the procedures for manufacturing pet food. In the third segment, the survey tactics were characterized. In the fourth compendium, the results obtained through the implementation of the Six Sigma method were examined and deciphered, while the corresponding verification of conjectures was carried out.}.

Finally, the Deductions of the research are displayed, in which the findings achieved for the fulfillment of the proposed goals are specified. Subsequently, the Suggestions based on the discoveries are stated, oriented to future investigations, and, finally, the documentary references of all the sources consulted during the elaboration of this investigation are listed.

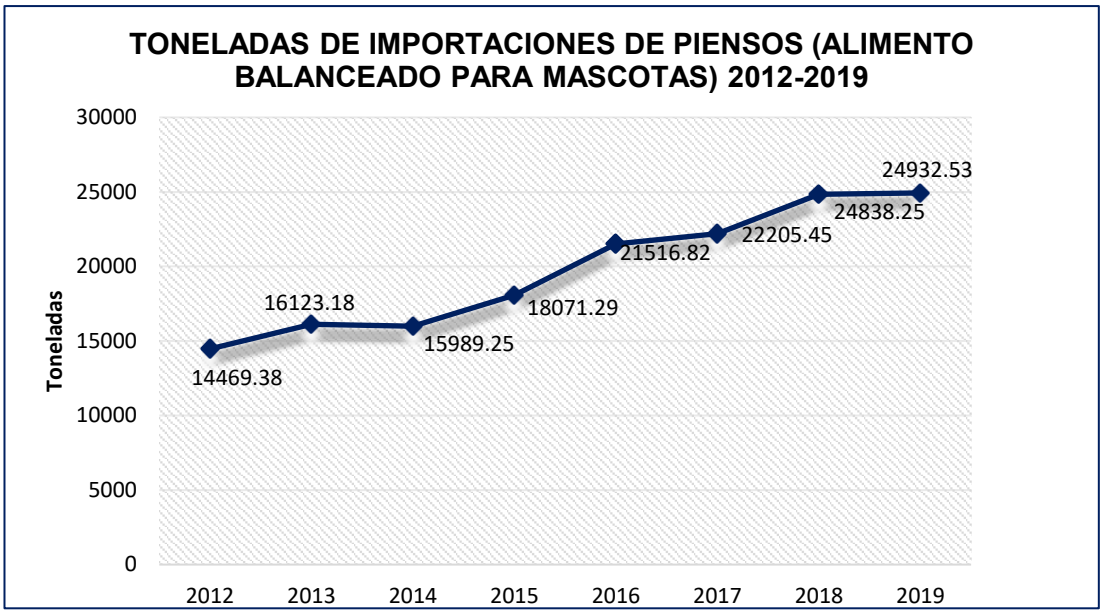
Key Expressions: Six Sigma Method, Process Optimization, DMAIC, agro-industrial segment, pet food producing corporations

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

Durante los últimos ocho años el mercado peruano para piensos de mascotas experimento un crecimiento acelerado, evidenciándose un incremento de las importaciones de hasta un 41% entre 2012 y 2019 SUNAT (2019). Ver *Figura 1.*

Figura 1. **Toneladas de importaciones de piensos para mascotas 2012-2019**

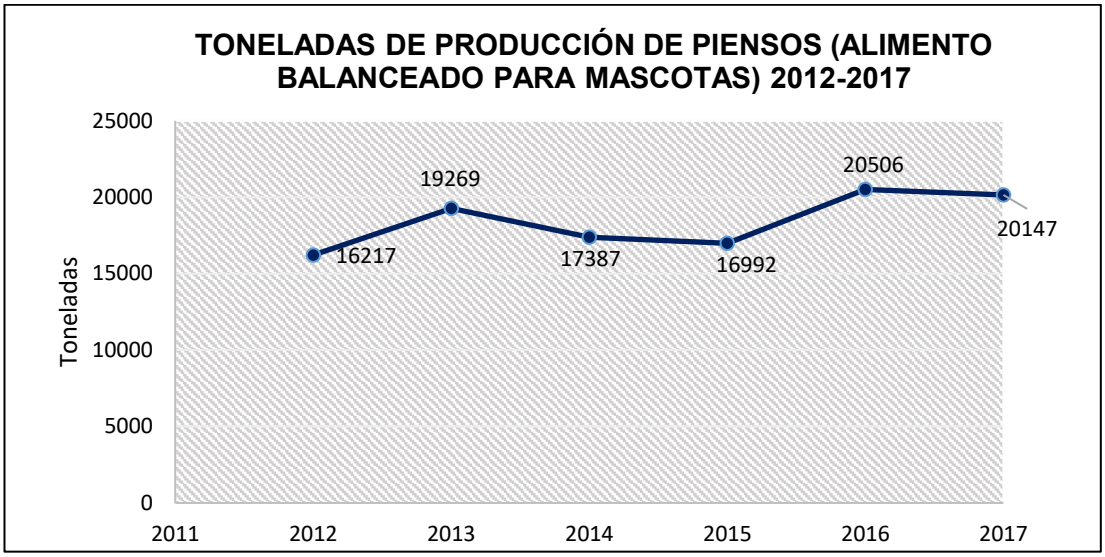


Nota: Elaboración propia con base en las Estadísticas de la Superintendencia la Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT, 2019).

Según Hurtado y Ayscorbe (2016), las ventas en el sector de alimentos para mascotas se incrementaron en un 47%. Además, Gestión (2016).Señala que, de la población total de perros, solo el 25% consume alimentos procesados industrialmente (piensos). Esto sugiere que el subsector agroindustrial de alimentos para mascotas tiene una alta proyección de crecimiento en los próximos años.

Por otro lado, la producción nacional no refleja las mismas tendencias ya que de acuerdo con el Anuario estadístico industrial y comercio interno 2017 (Ministerio de producción, 2018), entre el año 2012 y 2017 la producción de piensos (alimento balanceado para mascotas) se incrementó en 24% lo cual equivale a casi la mitad del crecimiento de las importaciones, Ver *Figura 2*.

Figura 2. **Toneladas de Producción alimento balanceado para mascotas 2012-2017.**



Nota: Elaboración propia con base en *Anuario Estadístico* del Ministerio de producción (Ministerio de producción, 2018).

En los últimos años el mercado de piensos para mascotas ha experimentado un notable crecimiento, impulsado por el aumento sostenido en la demanda y por tendencias de humanización del de estos animales de compañía (Gestion, 2016). No obstante, esta creciente demanda ha contrastado con la limitada capacidad productiva nacional, lo que ha motivado a diversas empresas peruanas a realizar importantes inversiones en tecnologías modernas, principalmente en maquinaria industrial.

De acuerdo con la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT, 2017) entre los años 2012 y 2016 se importaron maquinarias por un valor FOB de $14,948,334.73, según los registros de operatividad aduanera detallados por subpartida arancelaria. Sin embargo, pese a estas millonarias inversiones, los resultados en términos de producción no evidencian un crecimiento significativo.

Este estancamiento puede atribuirse a diversos factores que impiden aprovechar eficientemente la capacidad instalada, tales como la falta de optimización de los procesos productivos, deficiencias en la calidad que

generan reprocesos, productos no conformes, reclamos recurrentes, entre otros problemas originados por la propia variabilidad del proceso. Estas deficiencias impactan directamente en los costos de producción y en los tiempos de respuesta a los pedidos, afectando así la competitividad de las marcas nacionales frente a un mercado cada vez más exigente.

Finalmente, este sub sector agroindustrial (producción de piensos para mascotas) está demostrando ser muy atractivo por la cantidad de inversiones e importaciones y a su vez podría ser más explotado por los empresarios peruanos pero lamentablemente la baja productividad de las empresas nacionales han originado costos elevados de producción que acarrean en precios elevados, la eliminación de los requisitos sanitarios para importar a Perú piensos para mascotas Resolución directoral N.º 0023-2018-MINAGRI-SENASA-DSA (Peruano, 2018), la eliminación de restricciones arancelarias y no arancelarias ha facilitado la entrada de nuevos productos importados de marcas competitivas originarias de países como: Argentina, Estados Unidos, Brasil, Colombia, Canadá, Republica Checa, Francia, China, Costa Rica, Chile, Ecuador y Alemania.

1.2. Formulación del problema

Debido a la problemática existente de las empresas productoras de piensos para mascotas se plantean la siguiente pregunta:

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye la implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción en la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas?

1.2.2. Problema Especifico

¿Cuál es el impacto de la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas?

¿Cómo influye la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación Teórica

El propósito de esta indagación es brindar a la industria peruana de piensos para mascotas un compendio de saberes sobre la metodología Seis Sigma, la cual resulta altamente beneficiosa, de sencillo despliegue y se compone de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar (DMAIC). Estas fases buscan identificar aquellos procesos y/o procedimientos que originan mayor fluctuación, medir la capacidad de proceso y disminuir las fallas por millón en los productos a través de la mitigación de la variabilidad. Simultáneamente, se incorpora un conjunto de herramientas estadísticas de calidad para señalar las causas fundamentales y así formular las soluciones precisas adaptadas a al proceso que tenga gran potencial de mejora.

Este estudio brinda un acervo de información de considerable provecho para su implementación en la industria de alimentos para mascotas, dado el parecido entre sus procesos, y también, de forma general, para todos los estudiantes de ingeniería industrial interesados en emplear metodologías enfocadas en la optimización de procesos dentro de sectores alimentarios como el de la elaboración de piensos para animales domésticos.

1.3.2. Justificación Practica

Las empresas persiguen incesantemente obtener prerrogativas diferenciadoras empleando instrumentos y/o metodologías de perfeccionamiento perpetuo que les faciliten encarar la competencia. No basta con idear métodos novedosos de generar bienes y/o prestaciones, sino que resulta crucial fabricarlos con excelencia desde el inicio, afianzar la fidelidad de los consumidores, incrementar la productividad, aminorar los costos de manufactura, evaluando la gestión de precios, y así robustecer el posicionamiento del producto en el ámbito mercantil.

En el presente panorama del mercado patrio, se encuentran piensos para animales domésticos de variadas corporaciones de gran envergadura, tales

como: Rinti S.A., destacándose con su marca "Ricocan"; Molitalia S.A., con “Mimaskot”; Master food S.R.L., a través de “Pedigree”; y Nestlé Perú S.A., con “Dog Chow”. Asimismo, existen otras etiquetas como Nutrican, Nutram, Proplan, Hill’s, entre otras. De las entidades mencionadas, solo Rinti S.A. y Molitalia S.A. poseen fábricas en territorio peruano, siendo el resto de las etiquetas importadas. Por ende, esta investigación demostrará la relevancia de implementar metodologías y herramientas de optimización continua en los procesos de manufactura para maximizar los insumos empleados, elevar la excelencia de los productos y gestar artículos altamente competitivos, accesibles en todos los sectores comerciales, dado que, actualmente, el Perú ocupa el último escaño en consumo de piensos para mascotas en la región latinoamericana, con apenas el 25% de la población de mascotas alimentándose con productos preparados (Hurtado & Ayscorbe, 2016) mientras que el país de Brasil se encuentra ubicado dentro de los 10 productores a nivel mundial. En el 2015 su producción fue de 2.4 millones de toneladas (Encuesta Global Sobre Alimento Balanceado , 2015), otro de los países que creció aceleradamente es Argentina su producción de los últimos 10 años se incrementó en un 173 % y las ventas son el 12% de todo Latinoamérica y el Caribe (Mercadeo-Las Mascotas un indicador Social con gasto encerrado, 2015), también en Colombia el 2014 la producción se incrementó en un 24.3% (Lozano Garzon, 2014) y solo el 56% de mascotas entre perros y gatos consume piensos.

Así pues, para asegurar una mayor productividad en el sector nacional, las industrias de alimentos para animales deben iniciar con una cultura de mejora constante y registrar todos sus procesos y productos con el fin de detectar los procesos que producen desechos e implementar estrategias innovadoras que se ajusten a su labor.

En el transcurso de la indagación para incrementar de forma concluyente la productividad, se descubrió una metodología centrada en minimizar la oscilación de las métricas de los procesos, lo que facilita el perfeccionamiento

simultáneo de la productividad y la excelencia. Esta metodología es reconocida como “La metodología Seis Sigma”.

La Metodología Seis Sigma constituye un recurso formidable, ampliamente experimentado y validado, que capacita a las corporaciones para aventajar de manera irrefutable a sus rivales. De manera expedita, esta técnica se ha transformado en la táctica predilecta para alcanzar avances trascendentales en la primacía y eficiencia de los bienes, en la consolidación dentro del mercado, en la optimización de márgenes de beneficio, y en la contracción de los gastos de manufactura. (Wheat, Mills, & Carnell, 2003)

El enfoque Seis Sigma es aplicable a la totalidad de los procesos de manufactura, poniendo especial atención en aquellos con elevada fluctuación que generan derroche de recursos, permitiendo así alcanzar efectos como una productividad incrementada, costos menores de producción, productos de calidad que acarrean en satisfacción del cliente, precios manejables en consecuencia productos más competitivos, ya que actualmente existe una aceptabilidad creciente de este producto en el mercado peruano y el implementar una herramienta en el área de producción es una estrategia que se debe utilizar para obtener resultados favorables para este sub sector de piensos para mascotas.

Alcances y limitaciones

Alcances

Este estudio se centra exclusivamente en grandes compañías nacionales dedicadas a la fabricación de piensos (alimentos extruidos) para mascotas, específicamente perros y gatos, excluyendo a las subsidiarias de corporaciones multinacionales, y se circunscribe a la línea de producción.

Durante el desarrollo de la investigación, se destacan las siguientes restricciones.

Delimitación espacial

El ámbito geográfico de la investigación está delimitado a la metrópoli de Lima.

Delimitación de contenido

Área de producción

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción sobre la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el impacto de la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.

- Determinar la influencia de la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de reprocesos de producción de las

grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Marco filosófico o Epistemológico de la investigación

La doctrina de perfeccionamiento incesante habilita el desarrollo sostenido de los procesos, procedimientos y tareas corporativas con el propósito de obtener desenlaces ventajosos. Este paradigma de refinamiento continuo facilita la administración eficiente de los procesos operativos y posiciona la calidad como un recurso estratégico de diferenciación. El perfeccionamiento perpetuo se ha convertido en una táctica que numerosas corporaciones adoptan para sobrepasar a sus rivales, y la implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos productivos representa una ventaja anticipada sobre la competencia. Toyota, una de las corporaciones más prominentes y precursora en la creación y aplicación de su propio enfoque de perfeccionamiento continuo, goza de renombre por fabricar bienes de elevada calidad a costos contenidos, resultado de una vigilancia incansable sobre el perfeccionamiento de cada etapa de su producción.

Según Prokopenko (1989), "El concepto de productividad está cada vez más asociado a la calidad del bien, de los insumos y del proceso en sí" (p. 5), lo cual implica que los bienes o servicios obtenidos deben cumplir las especificaciones definidas por el cliente. No se trata únicamente de maximizar la cantidad utilizando los mismos recursos; es crucial evitar desechos o actividades que no aportan valor, como mermas, reprocesamientos y productos defectuosos, entre otros.

Deming (1989), en su tratado *Excelencia, Rendimiento y Pugna: Salida del Colapso*, expone que “incrementar la excelencia permite que, de forma ineluctable e instintiva, se alcance una mayor eficiencia” (p. 2). Esto ocurre porque se logra producir artefactos bien realizados desde el inicio, aminorando desembolsos adicionales en rectificar un artículo y garantizar su excelencia (retrabajos).

Conforme a Ishikawa (1989), la excelencia y la optimización de procesos y/o procedimientos están intrínsecamente vinculados, aunque muchas corporaciones suponen que la supervisión y el mejoramiento son labores disociadas, asignadas a agentes diferentes. “Dicho de otro modo, supervisión y optimización son como las dos ruedas de un velocípedo; si una no rota adecuadamente, el vehículo no avanza con suavidad” (p. 76). Un proceso alcanza su máxima eficacia solo cuando se encuentra adecuadamente regulado.

Las siguientes son las fases que deben ejecutarse para consumar la optimización:

• Efectuar indagaciones y escrutinios para desentrañar el estado actual y revelar los inconvenientes. • Determinar cuáles desajustes abordar y fijar aspiraciones. • Establecer arquitecturas y responsabilidades de las agrupaciones para la mejora, colaborando con equipos de avance natural (intrínsecos al mismo sector) y/o equipos interdisciplinarios (integrantes de varias secciones), formulando esquemas de actividades. • Identificar el estado

actual. • Ejecutar el examen exhaustivo de los procesos y procedimientos. • Orquestar los esquemas de intervención. • Emprender las intervenciones. • Verificar los desenlaces. • Implementar medidas de prevención para evitar recurrencias, estandarización y soluciones permanentes. • Establecer la supervisión continua. • Detectar los inconvenientes residuales y evaluar los adelantos. • Esquematizar los proyectos para el porvenir.

Motorola encabezó la vanguardia en la metamorfosis de excelencia en Estados Unidos durante los años 1980. Fundamentó su ethos corporativo en dos premisas cardinales: consideración hacia el personal y una integridad intransigente. Fue precursora en la erradicación progresiva de imperfecciones y en la minimización de lapsos de ejecución en todos sus procedimientos, abarcando desde el diseño, recepción de pedidos, fabricación y promoción, hasta las tareas administrativas. Los colaboradores en cada esfera de la empresa cuantifican las imperfecciones y aplican métodos estadísticos para desentrañar los resultados. Los artículos que antes tomaban semanas en confeccionarse, pasaron a completarse en menos de una hora. Incluso el lapso necesario para cerrar los balances financieros se contrajo drásticamente: lo que solía extenderse a un mes se comprimió a tan solo cuatro días mediante la aplicación de principios de excelencia.

A lo largo de su trayectoria, Motorola ha preservado una orientación hacia la excelencia. Motorola fue la pionera en implementar la metodología de Seis Sigma.

Según Cruz (2000), “Desde una óptica de administración dirigida hacia la impecabilidad (ausencia de defectos) o, dicho de otro modo, hacia la erradicación metódica de todas las fuentes de ineficacia e ineficiencia en las entidades, Seis Sigma se erige como un objetivo por alcanzar y una medida del desempeño. La expresión Seis Sigma ha llegado a ser casi sinónima de Gestión Integral de Calidad para algunas empresas, mientras que otras lo conciben como una «Gestión Integral de Calidad Avanzada» debido a sus particularidades y, especialmente, a los resultados que produce.”
(p. 2).

Falco (2009), señala que Mikel Harry caracterizó Seis Sigma como “un mecanismo corporativo que posibilita a las organizaciones optimizar de manera extraordinaria su balance financiero, a través de la estructuración y monitoreo continuo de las operaciones diarias, de modo que se reduzcan al mínimo los desperdicios mientras se maximiza la complacencia del cliente” (p. 6).

Para lograr índices de rendimiento excepcionales, es imperativo enfocar los esfuerzos en la excelencia del producto. Evans y Lindsay (2008) sostienen que la noción de calidad no es un concepto novedoso en el ámbito empresarial contemporáneo. En octubre de 1887, William Cooper Procter, descendiente del fundador de Procter & Gamble, expresó a sus trabajadores:

> Nuestra tarea primordial es elaborar mercancía de alta calidad que los consumidores adquieran y vuelvan a adquirir. Si la producimos con eficacia y economía, obtendremos una ganancia, que ustedes compartirán. (pp. 3-4)

La declaración de Procter aborda tres factores cruciales para los administradores de organizaciones productivas y de servicios: rendimiento, gasto y calidad. La productividad (una medida de la eficiencia que se define como el volumen de producción logrado por cada unidad de insumo), el coste de las operaciones y la calidad de los productos y servicios que generan satisfacción en el consumidor contribuyen a la rentabilidad. (p. 4)

2.2. Antecedentes de la investigación

Los antecedentes fueron estructurados en función a trabajos similares ejecutados por otros investigadores nacionales e internacionales. El objetivo de cada investigación es mejorar la productividad y generación de ventajas competitivas de empresas industriales.

Acorde con Matzunaga (2017), en su investigación titulada *Implementación de un sistema de mejora de calidad y productividad en la línea de fileteado y envasado de pescados en conserva basado en las herramientas de la metodología Six Sigma,* [Tesis de Maestría, Universidad Ricardo Palma], la adopción de la metodología Six Sigma en el subproceso de fileteado permite incrementar el rendimiento, la capacidad de proceso al mismo tiempo que disminuyo el porcentaje de productos defectuosos. Según Matzunaga (2017), la productividad se incrementó en un 8.37%, y se logró la normalización del proceso desde un Cpk de 0.65 a un nivel Z de 2α. Además, la proporción de productos defectuosos se redujo en un 63.19% en términos de DPMO lo que contribuyo al desempeño organizacional en calidad y respaldan la recomendación de implementar esta metodología en otras empresas, sin limitarse al mismo sector o proceso.

Por otro lado, Delgado (2015), en su trabajo de investigación titulado *Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos* [Tesis de Maestría ,Pontificia Universidad Católica del Perú], destaca que, antes de la adopción de la metodología Six Sigma, la empresa en análisis experimentaba elevados niveles de desperdicio, aproximadamente un 21%, en sus procesos de manufactura de envases de polietileno destinados a los sectores cosmético, farmacéutico y alimentario. Tras la implementación de la metodología Six Sigma, el porcentaje de desperdicio se redujo a 5%, lo que no solo incrementó la productividad, sino que también redujo los costos de producción. Además, el estudio subraya que, para una implementación eficaz, es fundamental desarrollar un plan de capacitación que cuente con el respaldo de la alta dirección.

A su vez, Joaquín (2016) en su investigación *Gestión basada en procesos para la mejora continua de "Laboratorio de medio ambiente y QA/QC" de la minera Yanacocha S.R.L*. [Tesis de Maestría, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo], argumenta que cualquier tipo de empresa puede adoptar esta metodología, ya que es adaptable a toda variedad de procedimientos. El estudio subraya la obtención de resultados favorables en términos de excelencia, dado que esta metodología se centra en la reducción de variabilidad, la cual se evidenció en los análisis efectuados, como en el caso del ácido nítrico, que fue objeto de la investigación. El objetivo primordial consistió en disminuir el consumo para aumentar la eficiencia sin incrementar la incertidumbre en los resultados y, simultáneamente, reducir los gastos. Además, la investigación sugiere una gestión adecuada de los procesos, comenzando con la identificación inicial y su mapeo subsecuente.

También, Espinoza (2018), en su trabajo de investigación titulado *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la línea de ensamble del proceso de producción de grupos electrógenos utilizando las herramientas de la metodología TLS (Teoría de Restricciones, TOC, Lean Manufacturing, Six Sigma)* [Tesis de Maestría ,Pontificia Universidad Católica del Perú], resalta la combinación de herramientas de mejora continua como es el caso de la Teoría de Restricciones, para identificar el proceso cuello de botella, al mismo que se deberá aplicar la metodología Six Sigma, obteniendo resultados económicos positivos. Además, menciona que es importante la aplicación de DMAIC se implemente en los procesos identificados con oportunidad de mejora. Por otro lado, la aplicación de esta combinación de herramientas y metodologías de mejora permitió el rediseño y balanceo de la línea de ensamble en un 80%, lo que redujo el tiempo de entrega de los grupos electrógenos de 7.29 a 3.25 días.

Bohíques (2015), en su disertación titulada *Desarrollo e implementación de un modelo Seis Sigma para la mejora de la calidad y de la productividad en pymes* industriales [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia], realizó una investigación que evaluó la aplicación de metodología Seis Sigma

en las pymes, detectando que su implementación es ardua, ya que las pequeñas y medianas empresas carecen de la preparación para enfrentar transformaciones y no disponen de fondos que respalden tales ajustes. Esto contrasta con las empresas medianas y grandes, que poseen los recursos necesarios y están en posición de abordar a profundidad la crucial cuestión de la variabilidad. Esta es esencial para garantizar un funcionamiento óptimo y, sobre todo, para gestionar eficazmente los recursos consumidos, lo cual disminuye gastos y amplía las ganancias. Por otra parte, subraya que la metodología Seis Sigma es un recurso humano integral, que implica la cohesión de todo el personal o equipo, comenzando desde el directivo más alto hasta el último colaborador, todos alineados para alcanzar objetivos comunes.

De acuerdo con Hidalgo (2014), en su tesis *Aplicación de la metodología Seis Sigma en la industria Mushi S.A* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador -Matriz, Quito], la metodología Seis Sigma es aplicable a cualquier sector industrial para disminuir la variabilidad en sus operaciones, logrando así una mejora en la calidad y, en consecuencia, en la productividad. Esta investigación documenta las fluctuaciones en el proceso de empaquetado de horquillas para el cabello, obteniendo resultados como la incorporación de controles de procesos que optimizaron los tiempos de empaquetado y disminuyó el tiempo de inactividad de las máquinas. Al cierre del primer trimestre tras la implementación de la metodología, la producción había aumentado un 30%. Adicionalmente, la empresa Mushi avanzó de un control intuitivo a un control basado en datos estadísticos, mejorando la toma de decisiones. Por último, se recopiló información exhaustiva sobre pérdidas para iniciar un ciclo de mejoras y reducir los costos de fabricación.

En el diagnostico al sector de alimento balanceado en Colombia, Rivera, León y Arévalo (2011) identificaron once necesidades clave para realizar el levantamiento del panorama competitivo de las empresas de alimento balanceado para animales de consumo y para mascotas. Los once factores

identificados para la mejora de la competitividad fueron los siguientes: tarifas ínfimas, eficacia en la labranza, austeridad alimenticia, proporción de precio/kilogramo animal, aval de emblema y mercadeo, accesibilidad idónea, asistencia previa y posterior a la transacción, reglamentación oficial, excelencia, preeminencia suprema, soporte documental, y respaldo experto tras la adquisición. Estos elementos impactan de forma inmediata en el grado de competencia de las empresas productoras de piensos para animales, incluidas los animales domésticos.

Según Gallegos (2007), en su disertación *Diseño de estrategias para mejoramiento de la productividad, calidad y competitividad de la empresa Comercializadora de Concentrado de Alimentos para Animales,* los factores preponderantes para el avance financiero y la continuidad en un mercado competitivo para las compañías de nutrimentos balanceados incluyen estimular su rendimiento mediante la creación de oportunidades de instrucción, alineación con los eventos del entorno, revisión y reajuste de los objetivos comerciales, ampliación de la gama de productos, revisión constante de las normas de venta, logística, recaudación y la refinación de procesos internos.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Procesos

Según Ángeles (2010) “los procesos se definen como un conjunto de tareas, actividades o acciones lógicamente relacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de información, materiales o de salidas de otros procesos, dan lugar a una o varias salidas también de materiales (productos) o

información con un valor añadido dentro de los cuales se identifica tres elementos importantes" (p. 3):

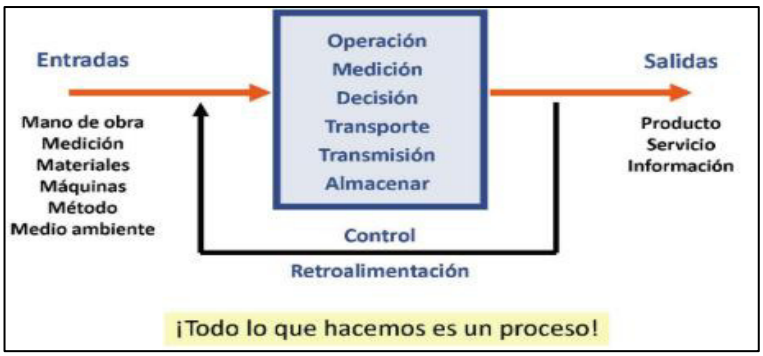
• Valor añadido: Aquellas actividades que modifican los elementos y recursos para producir información y bienes o servicios dirigidos al usuario final.
• Transferencia (flujo): Aquellas en las que la información y productos se distribuyen de manera interdepartamental o hacia entidades externas.
• Control: Aquellas que aseguran que las actividades de traspaso se realicen conforme a estándares preestablecidos de calidad, temporalidad y coste determinado (Angeles, 2010).

La Norma Internacional ISO 9001 (2015) también describe el proceso como un "conjunto de operaciones interrelacionadas que emplean entradas para lograr un desenlace anticipado" (p. 15).

Está claro que las etapas son piezas de conocimiento y experiencia de la empresa y de ser manejados eficientemente se puede interactuar toda la organización para el logro del objetivo previsto (producir productos de calidad a un costo de producción adecuado) con únicamente los recursos necesarios, Ver *Figura 3*.

.

Figura 3. **Descripción de proceso donde se identifican las entradas y salidas**.



Nota: Recopilado de *Lean Six Sigma: Mejora continua*, por Luis Socconini Pérez Gómez (2020), p. 51

En resumen, los procesos son todas las actividades que realizan las organizaciones y nosotros mismos día a día dentro de nuestras funciones, estas actividades están constituidas por las 6 entradas principales conocidas como las 6M (Mano de obra, Medición, Materia prima o materiales, Maquinas o infraestructura, Métodos, y Medio ambiente), el aprovechar cada uno de estos recursos nos da como resultado un producto de valor que cumpla las necesidades de nuestro cliente ya sea interno o externo.

2.3.2. Gestión de procesos

De acuerdo con Medina (2005) en su tratado *Gestión de Procesos y Creación de Valor Público*, la "gestión de procesos constituye una estrategia valiosa, de gran utilidad para lograr incrementos significativos en la productividad" (p. 22).

La Norma Internacional ISO 9001 (2015) resalta el enfoque de los procesos como el pilar central de la norma, indicando que el manejo de los procesos y su interconexión en forma de sistema favorece la efectividad y eficiencia institucional en la consecución de sus resultados previstos (p. 8). En consecuencia, uno de los principios de esta norma es la orientación hacia los procesos, lo cual implica que toda entidad debe gestionar sus procesos para identificar sus métricas, cuantificar y regular las interdependencias y conexiones internas, haciendo un uso racional de los medios disponibles, con el fin de optimizar el rendimiento integral de la compañía. Esto constituye el paso inicial hacia la mejora continua.

Hoy en día la gestión de procesos es la base de toda estrategia de la organización ya que es muy importante que conocer cada etapa de las actividades que componen la empresa y como resultado el producto para poder utilizar adecuadamente todos los recursos y no incurrir en desperdicios que generen poco productividad y actividades que no agreguen valor.

2.3.3. Mejora de procesos

La Norma Internacional ISO 9000 (2015) define al termino *mejora* como "Actividad para mejorar el desempeño", y la *mejora continua* como "actividad recurrente para mejorar el desempeño" (p. 18). Por tanto, partiendo de estas definiciones se podría decir que la mejora de los procesos consiste en aquellas acciones que se desarrollan en las actividades de la organización para mejorar su desempeño y lograr el objetivo previsto.

Dentro de las estrategias de mejora continua podemos destacar al ciclo de Deming, el cual está compuesto por cuatro actividades como planificar, hacer, verificar y actuar, conocidas por sus siglas en inglés como PDCA (Plan, Do, Check, Act). Este ciclo se utiliza actualmente para la resolución de los problemas de las organizaciones (Deming, 1989).

Antes de iniciar la mejora es necesario conocer los procesos es por ello la gestión de los procesos, para que la mejora sea sostenible, una muy buena herramienta que se utiliza con distintos nombres es el ciclo de Deming comúnmente conocido como un método muy eficaz para la resolución de problemas de procesos.

2.3.4. Relación de Productividad, Calidad y Competitividad

2.3.4.1. ***Productividad.*** Para Gómez y Brito *(2020)* en su libro *la* productividad es “También conocida como tasa de valor agregado. Es la relación entre los resultados y los recursos empleados para lograr dichos resultados. Es decir, es producir más y mejor con menos” (p.67). Lo cual significa que una productividad mayor es el resultado de la obtención de mayor cantidad de productos de calidad con la misma cantidad de recursos, es decir, en lo posible evitar desperdicios como: mermas, reprocesos, tiempos adicionales de procesos y otros. Para Sabry *(2024)*, la productividad no es suerte o coincidencia, es el resultado del compromiso con la excelencia y constancia optimizar el consumo de nuestros recursos. Para conocer como evaluar la productividad Ver *Figura* 4.

Según Prokopenko *(1989)*, en su obra *Administración de la Productividad*, la productividad se define “proporción existente entre el volumen de *output* alcanzado por un sistema de manufactura o prestación de servicios y los insumos empleados, tales como mano de obra, capital financiero, territorio, materiales, energía, y datos en la creación de múltiples bienes y servicios” (p. 3).

Esto significa que una mayor productividad es el resultado de la obtención de mayor cantidad de productos de calidad con la misma cantidad de recursos, es decir, evitando en lo posible desperdicios como mermas, reprocesos, tiempos adicionales de procesos y otros. Para conocer cómo evaluar la productividad, ver *Figura 4.*

La productividad es el valor agregado que se obtiene de la transformación de recursos mediante un proceso, a mayor cantidad de producto final obtenido mejor será la productividad, por otro lado, si los recursos no son aprovechados correctamente y se obtiene muchos desperdicios o mudas (reprocesos, mermas, producto no conforme y otros) la productividad será menor, por lo que están inversamente relacionados.

Figura 4*.* Método para evaluar la Productividad.

$$Productividad\ total = \frac{Producción}{Insumos}$$

Nota. Recopilado del *Administración de Operaciones por* Gómez y Brito (2020)(p. 67).

Según Niño (2010), la productividad es inalcanzable sin realizar modificaciones en los esquemas productivos. La dirección debe examinar continuamente las modalidades de manufactura empleadas por la entidad, comparándolas con aquellas destacadas en el ámbito industrial. Esto puede lograrse mediante el rediseño de los procesos o mediante la adopción de métodos más idóneos para optimizar la manufactura y, en consecuencia, la competitividad de la compañía.

Según Pérez (2019), la productividad es la relación que existe entre las 5 M (Mano de obra, Maquina, Materias, Método y Medio ambiente) como entradas y el resultado de su salida que puede ser un producto o servicio. Su mejora consiste en obtener los mejores resultados, es decir, “hacer más con menos” (p. 28). Partiendo de este concepto se entiende que el producir más con menos significa evitar, en lo posible, la producción de productos con defectos que requieran volver a procesarlos y nuevamente utilizar recursos, o, peor aún, la perdida de estos recursos, los cuales son considerados como mermas de producción.

Según Evans y Lindsay (2014), Deming presenta una teoría conocida como “reacción en cadena”, que sugiere que, al mejorar la calidad durante la producción, los costos de producción se verán reducidos.

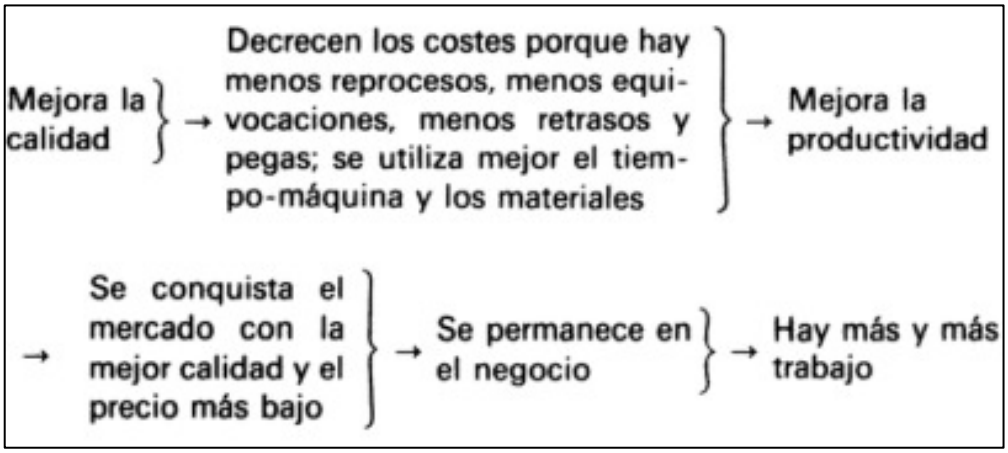
Esto se debe a que, al mejorar la calidad, se omitirán muchas revisiones, retrabajos por errores y demoras, así como tiempos de cuarentena. Como resultado, la gestión de los recursos de mejora, lo que contribuye a una mayor productividad.

2.3.4.2. *Calidad y Productividad.*

Según Prokopenko (1989), [el ideario de productividad está cada vez más entrelazado con la excelencia del producto, de los recursos empleados y del propio proceso] (p. 5), lo cual implica que los bienes o servicios generados deben satisfacer las condiciones estipuladas por el usuario; no se trata únicamente de crear grandes volúmenes con los mismos recursos, sino de minimizar pérdidas, reprocesos y otros despilfarros.

Por otro lado, Deming (1989)en su obra *Calidad, Productividad y Competitividad: Vía de Escape a la Crisis*, plantea que “mejorar la calidad produce de manera natural e ineludible, un incremento en la productividad” (p. 2). Además, tras un análisis realizado en Japón entre 1948 y 1949, observó que numerosas industrias niponas constataron que la productividad crece al reducir la fluctuación, lo cual las llevó a instaurar una cadena de efectos que eventualmente se convirtió en su modus operandi, ver *Figura 5.*

Figura 5. **Reacción en Cadena de la Mejora de la Productividad**.



Nota: Recopilado de *Calidad, Productividad y Competitividad: Salida de la Crisis* (Deming, 1989) p. 3.

Por su parte Prabhakar y Bertrand (1990), la productividad y la calidad están estrechamente relacionadas. En cierto sentido, son dos alternativas de una misma cosa: obtener mayores productos utilizables con el mismo gasto de insumo. Lo único que las diferencia es que el término “productividad” está relacionado con la palabra “mas”, mientras “calidad” está relacionado con la palabra “utilizable” (p. 19). Por tanto, no se puede lograr productividad sin la calidad.

Según Gómez y Tejero (2003) “Mayor Calidad significa hacer las cosas bien a la primera y, al mismo tiempo, buscar mejoras en la forma de hacer las cosas” (p. 55).

2.3.4.3. *Competitividad y Productividad.* Según Porter *(1990)*, en su libro *Ventaja Competitiva, menciona* que “la competitividad depende de la productividad de las empresas y la productividad está supeditada a la preeminencia y a los atributos (los cuales prescriben tarifas que pueden arribar) como a la eficiencia con la cual son manufacturados” (p. 168). Más adelante, el mismo autor, en su compendio *Ventaja Competitiva (Porter, 1990),* declara que la coyuntura competitiva se logra mediante la comparación de los incentivos donde yacen las instalaciones, productos, prestaciones, modalidad de exposición, configuración, precio y resultados; toda esta constelación en relación con los bienes del gremio frente a los rivales inmediatos. A su vez, asevera que la competitividad se encuentra determinada por la productividad de las compañías: a mayor productividad, más pujantes serán las empresas y, por ende, la nación

Para el autor Ocaña (2012), en su libro *Dirección Estratégica de los Negocios,* la competitividad de las empresas se entiende como el performance, señalando que los resultados obtenidos por la aplicación de estrategias, proyectos, productividad y entre otros valores financieros aportan en su desenvolvimiento en el mercado (p. 22).

A su vez Oster (2000), la competitividad de una entidad mercantil se refiere a la aptitud que ostenta para manufacturar mercancías con patrones de calidad específicos, empleando de manera óptima sus avíos, en equiparación con otras entidades similares a nivel mundial, en un periodo determinado.

De las precedentes acepciones recopiladas, podría inferirse que la competitividad es la combinación de la Calidad y Productividad, es decir, constituye la destreza de las empresas para conquistar mercados mediante la oferta de un bien o prestación de alcurnia que consiga colmar las ansias de los consumidores y que, a su vez, exhiba elevados estratos de productividad, lo cual implica que ha sido forjado o suministrado a través de un uso racional de los recursos previstos

(desembolsos de manufactura), contrastado siempre con otras entidades afines dentro del mismo ámbito.

2.3.4.4. Factores que intervienen en la productividad de las empresas. Según *(Prokopenko, 1989)* existen tres factores que afectan la productividad los cuales se detallan líneas abajo. Los factores que afectan la productividad:

- Tecnológico
- Tecno-organizativo
- Humano

En lo que concierne a los elementos tecnocientíficos, estos se hallan compuestos por los artefactos, aparatos e infraestructuras indispensables para la conversión de los insumos básicos en mercancías, así como por el saber acumulado sobre tales elementos.

Los componentes tecno-organizativos abarcan todos los métodos, esquemas, reglamentos y procedimientos que inciden en la eficiencia de una entidad productiva.

El componente humano es primordial en el mecanismo de producción, ya que infunde dinamismo y esencia a la entidad; gracias a su intelecto, constituye el único recurso genuinamente inventivo, de ahí que su relevancia sea fundamental dentro de las estructuras corporativas.

2.3.4.5. ***Limitantes de la productividad.*** Según Socconini *(2019)*, los japoneses los han clasificado como las 3 “Mu” por comenzar con la silaba mu.

- Mura: Variabilidad
- Muri: Sobrecarga
- Muda: Desperdicio

- **Mura:** Alude a la carencia de homogeneidad originada desde los componentes iniciales de los procedimientos, tales como los materiales, las pautas, la capacitación, las destrezas, los métodos y las circunstancias de la maquinaria; esto provoca, a su vez, una falta de coherencia en los procedimientos, lo cual se manifiesta en la creación de productos o servicios que tampoco son uniformes, es decir, presentan oscilaciones. Esta fluctuación puede, o no, ocasionar inconvenientes para nuestros destinatarios, de modo que es crucial identificar el tipo de variabilidad y discernir si esta es inherente. Cuando la inestabilidad de un determinado proceso y sus resultados es natural, se considera que el proceso está regulado. Sin embargo, si se introduce una fuente novedosa de oscilación al procedimiento, entonces se considera que el proceso ha salido de regulación. La inestabilidad es el eje primordial de análisis y regulación en metodologías estadísticas como el control estadístico de procesos o la estrategia de Seis Sigma. (p. 32).

- **Muri:** La fecundidad de las gestiones corporativas y de los individuos mengua cuando se les asigna una exigencia laboral que supera su aptitud; a los operarios se les insta a generar por encima de sus umbrales ordinarios, o cuando se obliga a las máquinas a rendir más allá de su potencial máximo, se ocasiona un desgaste de los activos más preciados de la entidad, reduciendo de esta forma la fecundidad. (p. 31).

- **Muda:** Para captar la esencia de un derroche, resulta provechoso esclarecer primero el concepto de actividades que adicionan valía (AV, según su acrónimo en inglés). Las AV son aquellas que generan un cambio tangible que el consumidor ansía, al punto de estar dispuesto a remunerar dicho empeño. Derroche o exceso alude a cualquier otra labor ejecutada en la entidad que no sea enteramente crucial para conferir valor al bien o servicio conforme a lo anhelado por el cliente. Tales esfuerzos incrementan los desembolsos y merman el grado de prestación, afectando así los logros alcanzados por la entidad. (p. 33)**.**

Muda de Excedencia Productiva
Muda de Exceso de Inventarios
Muda de Artículos Defectuosos
Muda de Traslado de Insumos y Utensilios
Muda de Procedimientos Superfluos
Muda de Intervalos de Inactividad
Muda de Desplazamientos Superfluos de Empleados

2.3.4.6. La mermas y retrabajos en la productividad de las empresas manufactureras.

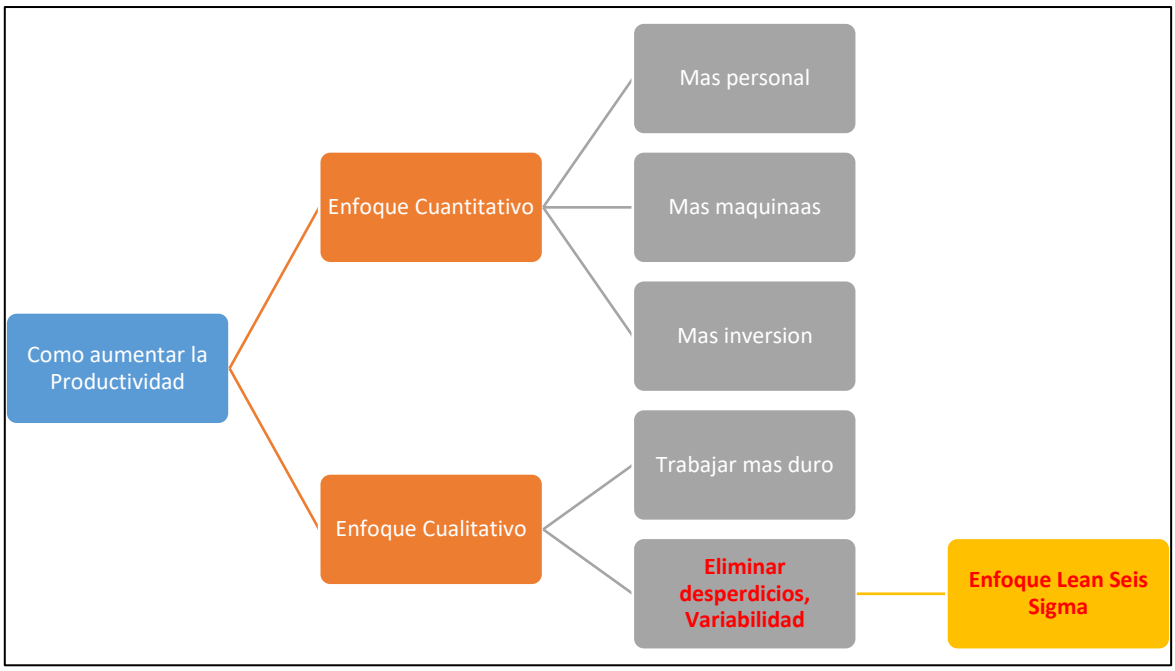
Las mermas conocidas también como despilfarro, por lo general, en la industria manufacturera son porciones de producto defectuoso o no habido que no se puede recuperar y que por algún motivo no pudieron ser parte del producto final, por lo que, para las industrias numéricamente estas cantidades son indicadores medibles y controlables y de oportunidad de mejora por tener un impacto negativo en los productividad, por otro lado, las mermas pueden ser conocidas desde antes de iniciar un proceso esto debido a que pueden ser parte del proceso natural de transformación de un bien para cumplir los

requerimientos de los consumidores, es decir muchos productos desde el diseño tienen ya establecido un porcentaje de merma la cual es conocida, por ejemplo, procesos de productos deshidratados, harinas, galletas, extruidos secos; en su mayoría productos frescos que pasaran a ser un nuevo producto mediante procesos de perdida de agua, por tanto, las mermas de este tipo de productos deben ser controladas mediante un estándar definido desde el diseño del producto. Así como existe ese tipo de merma también existen mermas de producto de procesos de limpiezas, básicamente residuales dentro de toda la cadena de transformación que también restan al producto final y también forman parte de este despilfarro de materia prima y otros tipos de mermas que son desconocidas que son materia de análisis. Según Arnoleto (2007) la productividad se define como “la utilización suprema, con la mínima posible de pérdidas de todos los elementos productivos (insumos básicos, fuerza laboral, equipamiento) para derivar una mayor cantidad de resultado de esos mismos recursos, en las proporciones establecidas, con la calidad pertinente y dentro de los plazos estipulados.” (p. 8). Por otro lado, así como las mermas impactan en las cantidades de producto final obtenido, también existen otros productos que son tangibles y que tienen un efecto negativo en la obtención de productos final, a estos en la industria manufacturera se les conoce como reprocesos, que son básicamente bienes o resultados que no cumplen los criterios establecidos por el cliente (productos no conformes) (Norma Internacional ISO 9000, 2015). por tanto, deben volver a retrabajares para que cumplan los requisitos establecidos, pero esta recuperación del producto no es que sea gratis o pueda hacerse en simultaneo, en muchos casos, tienen que acumularse y nuevamente planificarse su proceso, por lo que demanda nuevamente de asignación de recursos, también numéricamente es medible para ser un indicador negativo y también tiene oportunidad de mejora. Según Arnoleto (2007), los retrabajos forman parte de los costos de no calidad tangibles del producto, por lo que directamente está asociado con la calidad del producto final, requieren un costo adicional para ser recuperados o deben ser clasificados como de calidad inferior para su venta a menor

precio. Asu vez Según Deming (1989) citado por Parra del Rincón (2001), los retrabajos o reprocesos originados por un incumplimiento de requisitos de calidad del cliente tienen costos que no agregan valor, por lo que, queda claro la relación que existe entre calidad y productividad, por tanto, se deben determinar estrategias dentro de la compañía para minimizar estos procesos para corregir productos que salieron mal desde el primer intento, “la reducción de demoras en los procesos y trámites, así como el aprovechamiento superior de los recursos, entre otros aspectos. De este modo, al perfeccionar la calidad y eludir las circunstancias previamente señaladas, se propende hacia un alza en la fecundidad.” (Deming, 1989) citado por (Parra del Rincon, 2001) (p. 58).

2.3.4.7. *Métodos para incrementar la Productividad.* La productividad puede ser incrementada si esta se enfoca en lo siguiente Ver *Figura* 6.

Figura 6**. Representación de cómo mejorar la Productividad**.



Nota: Recopilado de Lean Six Sigma Yellow Belt. Manual de Certificación Luis Socconini Pérez Gómez (2020) (p. 1 5)

El enfoque la eliminación de los desperdicios y la variabilidad es un método cualitativo más eficaz.

2.3.5. Sistema de Gestión de Calidad

La Norma Internacional ISO 9001, es un enfoque de Gestión de Calidad, es una decisión estratégica que pueden adoptar las empresas para elevar su desempeño a nivel nacional e internacional, a su vez brinda un soporte para la sostenibilidad del negocio; esta norma puede ser aplicada a cualquier sector, negocio, empresa, servicio, etc. Se basa en siete principios los cuales son abordados durante toda la norma (ISO 9001, 2015).

Este Precepto Universal adopta la orientación a los procesos, la cual integra el ciclo de Deming, -Planear Hacer, Verificar y Controlar (PHVA) y una mentalidad enfocada en la incertidumbre. La orientación a los procedimientos faculta a una entidad para diagramar sus operaciones y las conexiones entre ellas.

El ciclo (PHVA) faculta a una entidad a cerciorarse de que sus operaciones estén dotadas de insumos y gestionadas con acierto, y que se identifiquen las avenidas de optimización y se proceda en concordancia.

La mentalidad enfocada en la incertidumbre permite a una entidad identificar los elementos que podrían ocasionar que sus procesos y su sistema de manejo de la calidad se desvíen de los resultados previstos, para instaurar salvaguardas preventivas que atenúen los efectos adversos y potencien el aprovechamiento de las coyunturas conforme se presenten. (ISO 9001, 2015)

El bucle PHVA consta de las siguientes etapas:

• **Planificar:** Fijar los objetivos del sistema y sus procesos, junto con los instrumentos imprescindibles para generar y dispensar frutos en sintonía con las exigencias del cliente y los principios de la entidad, así como detectar y enfrentar los riesgos y las coyunturas.

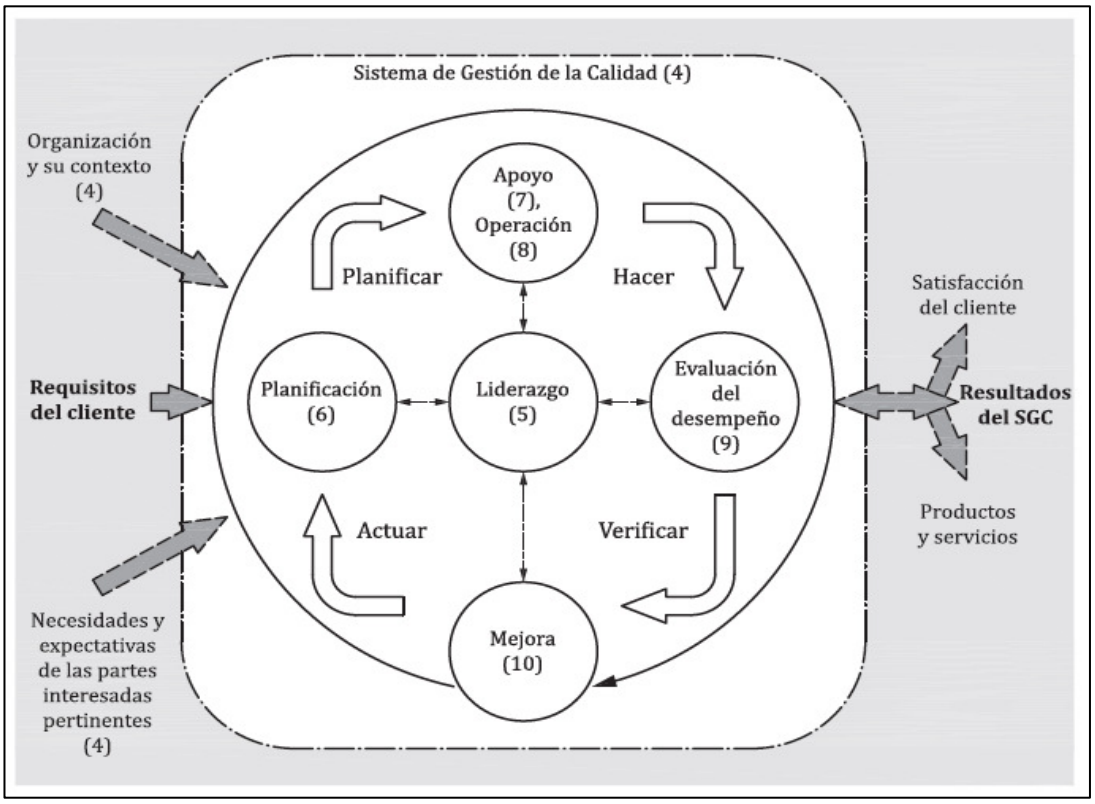
• **Hacer:** Materializar lo planeado.

• **Verificar:** Llevar a cabo el escrutinio y, si resulta menester, la cuantificación de los procesos, bienes y servicios producidos en relación con las directrices, las metas, las condiciones y las gestas estipuladas, y relatar sobre los desenlaces.

• **Actuar:** Emprender medidas para elevar el desempeño, cuando se precise.

En la *Figura* 7 se especifica cómo se reparte esta renovada edición del armazón de la norma ISO 9001:2015.

Figura 7. **Representación de la estructura de Norma Internacional con el ciclo PHVA**.



Nota: Recopilado Norma Internacional ISO 9001 (2015) (p. 9)

2.3.5.1. Beneficios de la implementación de la Norma ISO 9001:2015. La implementación correcta y mantenimiento de esta Norma Internacional provee de grandes beneficios a la empresa tales como *(ISO 9001, 2015)*:

- Aumenta la aptitud para suministrar de manera invariable bienes y servicios que colmen las exigencias del destinatario y las ordenanzas legales y normativas pertinentes.

- Propicia las ocasiones para acrecentar el contento del destinatario.

- Enfrenta las amenazas y coyunturas vinculadas a su entorno y aspiraciones.

- Fortalece la habilidad de evidenciar la adhesión a los requerimientos estipulados del esquema de administración de la calidad.

En resumen, la correcta aplicación de la Norma Internacional ISO 9001:2015 puede marcar la diferencia entre las empresas del mismo sector ya que brinda un soporte a nivel de calidad y sostenibilidad en el tiempo.

2.3.6. *Metodología Seis Sigma*

2.3.6.1. ***Reseña histórica de la Metodología Seis Sigma.*** La historia señala que Seis Sigma comenzó a mostrar sus primeros resultados entre las décadas de los 80 y 90 iniciándose con Motorola y seguido de muchas empresas que buscaron los mismos resultados (la reducción de sus defectos) hasta la actualidad. Según Verdoy, Mahiques, Sagasta y Sivent *(2006)* la metodología Seis Sigma se originó en 1987 en la compañía Motorola cuando un ingeniero, Mikel Harry, da inicio y sugiere dedicar más atención y compromiso al análisis de la variabilidad dentro de la compañía, es decir la variación de sus procesos, pero focalizado en el ciclo de Deming. Estas variaciones en estadística se conocen como desviación estándar. La propuesta se transformó en un foco de concentración de todos los intentos para incrementar la calidad de Motorola, captando la atención del entonces director ejecutivo y CEO de Motorola en ese entonces: Bob Galvin. Con el respaldo del CEO, se destacó no solo al análisis de la variación sino también en la mejora continua. El objetivo era alcanzar máximo 3.45 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; lo que equivale casi a la excelencia (p. 237).

En 1991, la compañía General Electric comenzó su implementación, con el objetivo de convertir una empresa con dificultades en una maquinaria próspera, incrementando drásticamente sus ventas y beneficios. Tras esto, la compañía Texas Informática también comenzó su implementación, alcanzando resultados exitosos. (Verdoy, Mahiques, Sagasta Pellicer, & Sivent Prades, Manual de Control Estadistico Teoría y Aplicaciones, 2006)

“En 1987, Motorola lanzó a Seis Sigma como una táctica de optimización de procesos y disminuyó la cantidad de defectos en sus productos de 4 a 5.5 sigma, con un beneficio de $2.200 millones de reducción de costos” (Gomez Fraile, Vilar Barrio, & Tejero Monzon, Seis Sigma, 2003) (p. 42).

2.3.6.2. Definición metodología Seis Sigma. *Seis Sigma* es un enfoque de gestión de la calidad fundamentado en el ciclo de Deming que en combinación con técnicas estadísticas busca optimizar el rendimiento de los procesos, bienes y servicios de una compañía, con el fin principal es de alcanzar la satisfacción de los clientes mediante la disminución de la variabilidad de sus procesos y la optimización de sus procesos *(Evans & Lindsay, 2014)*.

Según Prieto (2009), Seis Sigma es un enfoque que utiliza el método científico para optimizar los procesos de producción. Esta metodología se denomina ciclo DMAIC, acrónimo que proviene de las palabras en inglés D: (define-definir); M: (measure-medir); A: (analyze-analizar); I: (improve-mejorar) y C: (control-controlar) (p. 21).

Por su parte Gómez, Vilar y Tejero (2003), mencionan a Seis Sigma como una metodología que busca reducir la variación, los defectos y los errores en todos los procesos para así lograr beneficios económicos y competitivos en su sector. Esta metodología se compone de etapas como Definir los problemas; recopilar datos es decir Medir; Analizar la información; Emprender Mejoras; Controlar procesos; Rediseñar procesos o productos existentes con la finalidad de alcanzar niveles óptimos. Además, se puede regresar a cualquiera de los pasos, lo que refleja una con el ciclo de Deming.

De acuerdo con Socconini (2020),"Seis Sigma es una doctrina empresarial centrada en la complacencia del consumidor" (p.10). La metodología Seis Sigma emplea artilugios estadísticos y técnicas administrativas para incrementar de manera observable los frutos del rendimiento en procesos y productos de una entidad. Asimismo, caracteriza Seis Sigma como un indicador, una mentalidad operativa y un propósito.

- **Como indicador**: Implica medir el desempeño de los procesos en relación con el grado de conformidad de productos y parámetros específicos.
- **Como mentalidad operativa**: Seis Sigma representa una mejora continua de procesos y productos fundamentada en su propio método y herramientas de análisis estadístico.
- **Como propósito**: El nivel de calidad Sigma alcanzable en un proceso posiciona a la organización en una clasificación global, lo que indica mayor eficiencia al erradicar productos defectuosos.

  Según López (2019), desde una perspectiva estadística, Seis Sigma permite evaluar un proceso, producto o servicio con una precisión extremadamente alta (99.9997%), lo que corresponde a seis desviaciones estándar respecto a la media, representando menos de 3.4 errores por millón de intentos. Cuanto mayor es la desviación, mayor es la dispersión.

  Para Gutiérrez y De la Vara (2009), la metodología de Seis Sigma se simboliza con "σ," una letra helénica usada para señalar la desviación estándar de una colectividad (proceso) y, simultáneamente, para cuantificar la variación.

  .

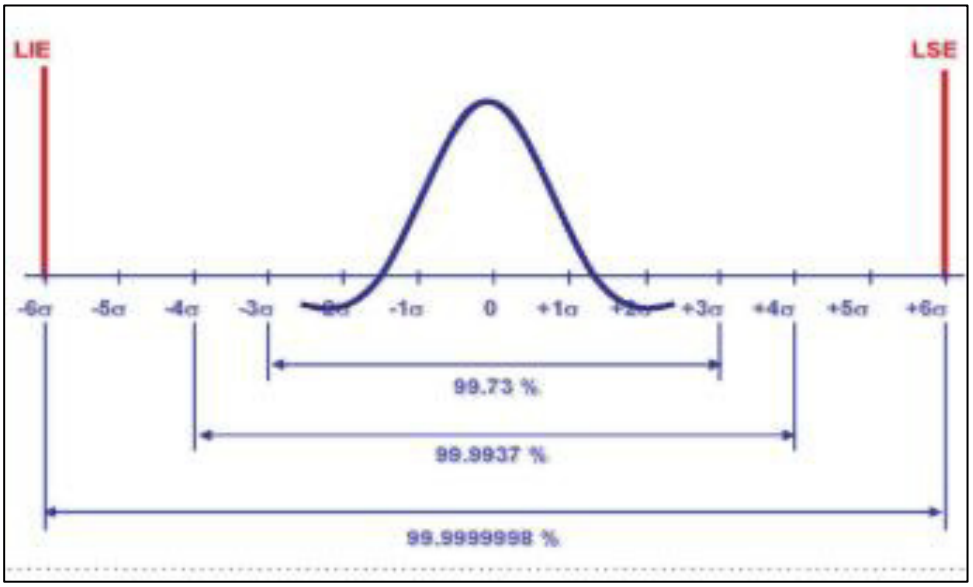
2.3.6.3. ***Nivel sigma.*** Para Gutiérrez y De la Vara *(2009)* es una manera de expresar cuán precisamente la variación de un proceso se ajusta a los requerimientos o exigencias del destinatario; el propósito óptimo es que el proceso alcance un grado de Seis Sigma, lo cual simboliza 3.4 errores por cada millón de contingencias a su vez Martínez (2007) caracteriza el nivel sigma como la magnitud de separación entre el punto central de un proceso y sus límites inferior y superior de especificación, cuantificado en las ocasiones en que dicha distancia excede el valor sigma del proceso. Evidentemente, a mayor nivel sigma, menor será el número de unidades defectuosas. (Ver *Figura* 8 y 9).

Figura 8. **Equivalencia en niveles sigma, defectos por millón de oportunidades DPMO y rendimiento**.

NIVEL EN SIGMA	DPMO	RENDIMIENTO
6	3.40	99.9997 %
5	233.00	99.98 %
4	6.210,00	99.3 %
3	66.807,00	93.3 %
2	308.537,00	69.15 %
1	690.000,00	30.85 %
0	933.200,00	6.68 %

Nota. Recuperado de *Metodologías Avanzadas para la Planificación y Mejora*, Membrado *(2007)*(p. 136)

Figura 9. **Demostración grafica del nivel sigma expresado en desviación estándar.**



Nota: Recuperado de *Lean Six Sigma Green Belt. Manual de Certificación*, por Luis Socconini Pérez Gómez (2020) (p. 10).

2.3.6.4. ***Fundamentos de la metodología Seis Sigma.*** Al igual que las normas internacionales, esta filosofía se basa en principios fundamentales que sustenta toda su estructura y garantizan un soporte sostenible a lo largo del tiempo.

James y Williams citados Evans y Lindsay (2008), señalan que la filosofía Seis Sigma se basan en los siguientes siete principios

- Evaluar en aspectos de negocios cruciales y demandas del cliente, con una dirección nítida hacia las metas estratégicas holísticas.

- Dirigir la atención hacia los patrocinadores encargados de avalar la empresa, respaldar las actividades del equipo, facilitar la

superación de la resistencia evolutiva y garantizar la asignación de recursos.

• Priorizar los indicadores mensurables, como el DPMO, que puedan implementarse en cualquier ámbito de la compañía: manufactura, ingeniería, administración, programación, y demás.

• Certificar que se reconocen los parámetros o CTQ idóneos en las primeras fases del proyecto y que estos se dirigen hacia la perspectiva empresariales, otorgando así estímulos y responsabilidad.

• Ofrecer una instrucción exhaustiva y calendarizada, seguida por la activación del séquito del proyecto para acrecentar la rentabilidad, erradicar labores carentes de valor añadido y lograr la disminución del tiempo de ciclo.

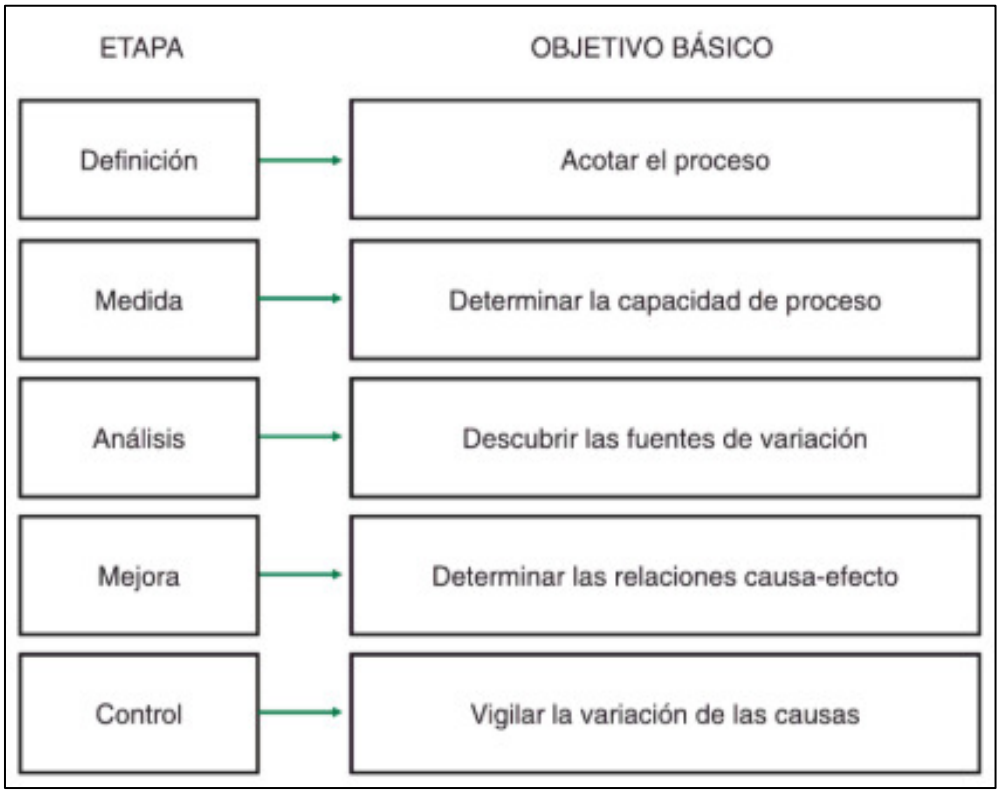
• Forjar especialistas altamente instruidos en manejo de metodología (Cintas Verdes, Cintas Negras y Maestros Cinta Negra), quienes puedan ejecutar las herramientas de perfeccionamiento y liderar los grupos.

• Establecer horizontes ampliados para la optimización.

2.3.6.5. ***Etapas de Implementación de la metodología Seis Sigma y herramientas empleadas***. La filosofía Seis Sigma se estructura en cinco fases, designadas como: Definir, Cuantificar, Examinar, Optimizar y Supervisar (DMAIC), para lo cual se han vinculado instrumentos que facilitan la adecuada recolección de datos y su subsecuente procesamiento dentro del proyecto.

Según Prieto Corcoba (2009), Cada etapa tiene un objetivo que se alcanza mediante la aplicación de herramientas específicas Ver *Figura* 10.

Figura 10. **Objetivos básicos de las fases de la metodología Seis Sigma DMAIC**.



Nota: Recuperado de *6 Sigma en la Practica Guía de Aplicación en Proyectos por* Prieto (2009)(p. 22).

- ***Definir***

En esta fase, el proyecto se perfila, se circunscribe, y se establecen los cimientos para su prosperidad (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2009). Dicho de otro modo, se especifica exhaustivamente cada aspecto del proyecto, conocido comúnmente como la Estructura del proyecto o Documento Chárter.

Para Prieto Corcoba (2009), en esta etapa se debe definir claramente cuál es el problema que se pretende resolver expresado en términos de mejora. (p. 22).

Según Socconini (2020), el proyecto debe estar relacionado con algún factor importante para el cliente que satisfaga sus necesidades (Variables críticas de calidad -CTQ)

- **Charter del proyecto:** El chárter del proyecto es una herramienta donde se documenta el proyecto y se define los roles, límites y otros (ver cuadro N°1)

Tabla 1. **Marco para elaborar un proyecto Seis Sigma.**

MARCO DEL PROYECTO SEIS SIGMA	FECHA VERSION
Titulo/Propósito: Es una declaración breve de la intención del proyecto	
Necesidades del negocio a ser atendidas: Indicar los argumentos (desde la óptica de la empresa) para llevar a cabo el proyecto ¿Por qué se realiza el proyecto?	
Declaración de problema: Resume los problemas que serán abordados. Debe incluir condiciones actuales o históricas tales como índices costos por el pobre desempeño, en términos de variables críticas para la calidad.	
Objetivo: Es una declaración más específica del resultado deseado.	
Alcance: Establecer el aspecto específico del problema que será abordado.	
Roles y responsabilidades: Los que intervienen en el proyecto	
Propietarios: Se refiere a los departamentos, clientes o proveedores que serán afectados por las actividades del proyecto o por sus resultados .	
Patrocinador o champión: Directivo que apoya el proyecto y le da seguimiento.	
Equipo: Miembros específicos de los grupos de propietario que juegan un papel activo en el proyecto.	
Recursos: Son los procesos, equipos, bancos de datos o gente que no es miembro del equipo, y que se pueden requerir para la realización.	
Métricas: Variable a través de las cuales se medirá el éxito del proyecto.	
Fecha de inicio del proyecto	
Fecha planeada para finalizar el proyecto	
Entrega del proyecto: Incluye todos los beneficios medibles y tangibles que se espera tener si se concluye en forma exitosa el proyecto.	

Nota. Elaboración propia a partir de (Miranda Rivera, 2006)

- **CTQ (Critical to quality):** Es un atributo de un bien o servicio que satisface la necesidad del consumidor. Es necesario que estas

variables sean medibles para direccionar el proyecto. (Socconini Perez Gomez, 2020)

- **Diagrama SIPOC:** Denominado igualmente como esquema panorámico del proceso, ofrece una exposición abarcadora de los componentes primordiales en la secuencia operativa (proveedores, aportes, operaciones, salidas y destinatarios) y aclara quién es el custodio de dicho proceso, cómo se obtienen los aportes, quién gestiona el proceso y de qué manera se incorpora valor. Los aportes consisten en mercancías y servicios necesarios dentro de un proceso para materializar sus desenlaces; estos pueden comprender objetos físicos, documentos, datos electrónicos, entre otros. Los aportes son suministrados por abastecedores, quienes pueden ser externos o internos a la entidad (también podrían ser los destinatarios, en el caso de un proceso de creación de productos). Los destinatarios, ya sean individuos, secciones o entidades, que reciben los productos finales también pueden ser externos o internos. (Evans & Lindsay, 2008).

- **Diagrama de Flujo:** Los esquemas de flujo ilustran de manera visual el encadenamiento de acciones en un proceso específico y/o el trayecto que siguen las formas o los materiales; deben contemplar la sucesión de todas las fases del proceso, incluyendo los diversos modos de almacenamiento, reelaboraciones, adición de insumos básicos y embalajes, gestión de desechos, entre otros. (Cedeña Sares, 2018).

- **Balance de materia prima:** Constituyen un método para registrar el flujo entrante y saliente de sustancias en un proceso o en un segmento de este, y pueden emplearse en aquellos procesos donde las características de los insumos básicos tienden a fluctuar, con el propósito de lograr productos uniformizados. Se trata de un recurso esencial para el avance técnico en la creación de novedosos productos, para la supervisión de los insumos esenciales y para

efectuar los cómputos necesarios en la manufactura final. (Cedeña Sares, 2018).

- ***Medir***

Se evalúa el estado vigente para esclarecer y distinguir el punto de partida o el umbral inicial del plan, y los instrumentos esenciales abarcan: cartografía de procesos a un nivel minucioso, métodos para efectuar análisis de reproducibilidad y constancia, aptitud procesal, métricas de Seis Sigma, entre otros (Evans & Lindsay, 2008).

En esta fase, es crucial dimensionar la envergadura del dilema o circunstancia delimitada en el esquema, y a su vez, medir el estado presente para discernir la veracidad del contexto inicial. Se deben instaurar con mayor precisión las mediciones clave (variable Y) con las cuales se juzgará el logro del propósito. Las técnicas y herramientas estadísticas más pertinentes para esta fase incluyen: mapeo de procesos a un nivel minucioso, aptitud procesal, Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) y métricas de Seis Sigma (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2009).

Mapeo de procesos: Según Prokopenko (1989), el esquema de enfoque de procesos se presenta como un diagrama simplificado que exhibe la realidad vigente de la organización, en particular en el área bajo análisis.

El mapeo de procesos implica construir gráficamente la secuencia de actividades materia de análisis dentro de personas involucradas, recursos, métodos, infraestructura y dentro del alcance del problema reflejando fielmente la realidad,

Hoja de verificación: Son esquemas especializados para la recolección de datos, permitiendo que los resultados se interpreten

directamente sin requerir procesamiento adicional. Este tipo de hoja puede también incorporar límites de especificación, facilitando la valoración de la capacidad procesal y el porcentaje de resultados no conformes (Evans & Lindsay, 2008).

Capacidad de procesos: Es un indicador que señala cuán próximos están los resultados de los productos a los límites de calidad especificados; a mayor valor, mayor es el desempeño.

- **Cp**: Indicador de potencial de capacidad procesal, obtenido dividiendo el rango de especificaciones (variaciones admitidas) entre la variación natural del proceso. Cp = variación tolerada / variación real. Este es un índice de corto plazo.
- **Cpk**: Indicador de la capacidad real del proceso, que ajusta el Cp para contemplar el centrado procesal. Cpk es también un índice de corto plazo.
- **K**: Mide cuán alineada está la distribución de los procesos respecto a las especificaciones de una característica de calidad definida.
- **Pp**: Indicador de desempeño potencial del proceso, calculado similar al Cp, pero usando la desviación estándar a largo plazo.
- **Ppk**: Indicador de desempeño real del proceso, calculado de forma similar al Cpk, empleando la desviación estándar a largo plazo.

La aptitud de un proceso puede concebirse como el “comportamiento de un proceso en cierto periodo de tiempo durante un estado estadísticamente controlado” (Ishikawa, 1989) (p.259).

Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF): Facilita la detección de imperfecciones latentes en una manufactura o método y, mediante un escrutinio de su recurrencia, modalidades de hallazgo y el impacto que ocasionan; tales imperfecciones se ordenan según importancia, y para aquellas que erosionan con mayor ímpetu la fidedignidad del artículo o proceso, será imperativo idear intervenciones para abordarlas. Este método posibilita discernir, describir y adjudicar una prelación a las imperfecciones eventuales de un método o creación. (Gutierrez Pulido & De La Vara Salazar, Control Estadistico de Calidad y Seis Sigma, 2009)

Métricas Seis Sigma: Las métricas sigma están compuestas de los siguientes índices:

- **Z:** Es La métrica de mayor recurrencia para evaluar la capacidad de procesos en Seis Sigma se obtiene al calcular la separación entre la media y los límites de especificación, dividiendo dicha distancia por la desviación estándar. Mediante los valores del Nivel Z, es posible derivar otras métricas de capacidad para el proceso. Esta tabla exhibe la correspondencia entre los valores del Nivel Z y diversas métricas de capacidad Ver *Figura* 11. (Soporte Minitab 2018, 2019).
- **Zc:** Valor de Z que utiliza la desviación estándar a corto plazo.
- **Zl:** Valor de Z que utiliza la desviación estándar a largo plazo.

Figura 11. **Capacidad Sigma calculada en función al desplazamiento de Z de 1.5 σ**

Nivel Z	Capacidad sigma	PPM defectuoso
1	2.5 σ	158,655
2	3.5 σ	22,750
3	4.5 σ	1,350
4	5.5 σ	32
4.5	6.0 σ	3.4

Nota: Recopilado de (Soporte Minitab 2018, 2019).

Para Socconini Pérez (2020) en su Libro *Lean Six Sigma Green Belt,* menciona para obtener el nivel sigma se deberá considerar el tiempo de estudio del proceso, es decir, si el estudio se realizó a corto plazo y se quiere reportar a largo plazo se le deberá sumar 1.5 para proyectar el nivel sigma o restar 1.5 cuando el estudio es a largo plazo y se reporta a corto plazo, Ver *Figura* 12.

Figura 12**. Reporte de desempeño del proceso en función al periodo de estudio.**

	Período del estudio	
Reportar	**Corto**	**Largo**
Corto	Dejar como está	Sumar 1.5
Largo	Restar 1.5	Dejar como está

Nota: Recopilado *Lean Six Sigma Green Belt. Manual de Certificación* por Luis Socconini Pérez Gómez (2020) (p. 10).

- ***Analizar***

Gutiérrez y De la Vara (2009), destacan la importancia de comprender el modo y el motivo por los cuales emerge la dificultad, indagar en la causa primordial más intrínseca y corroborar la autenticidad de los datos; utilizar la técnica de los cinco porqués, tormenta de ideas, esquema de espina de pez, diagrama Pareto de segundo grado, segmentación, gráficos de regulación, cartografía de procesos, ensayo de conjeturas, gráfico de dispersión, entre otros. En esta fase resulta esencial aislar la causa primordial de la complicación (variables X) y precisar cada entrada y/o toda posible génesis de inconvenientes.

En esta etapa se debe comprender el proceso, por lo general esto se logra con un mapeo de proceso detallado, ampliando el diagrama SIPOC que se elaboró en la fase definir. La fase “Analizar” se enfoca en determinar porque se genera los defectos, errores o variaciones excesivas que originan perdidas en la empresa. (Evans & Lindsay, 2008).

Tormenta de ideas: Es una modalidad de ideación inventiva orientada a que todos los integrantes del colectivo expresen nociones relacionadas con el asunto en cuestión. Este enfoque puede aplicarse en cualquier fase de la metodología Seis Sigma (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2009).

Gráfico de Pareto: El gráfico de Pareto constituye una herramienta crucial al intentar instaurar procesos de optimización, dado que, frente a la restricción de tiempo y recursos, ayuda a determinar las áreas de intervención primaria para alcanzar los resultados anhelados, facilitando así la selección estratégica (Técnicas, 2009).

Hitoshi (2002), en su libro Herramientas estadísticas básicas para el Mejoramiento de la Calidad resalta la frase del fundador de este análisis

de Pareto como la fórmula para ordenar “los pocos vitales y muchos triviales” (p.20).

Diagrama de Causa Efecto: El diagrama de causa efecto o Ishikawa es un método esquemático empleado para llevar a cabo una evaluación de las causas probables que originan determinados efectos, los cuales deben ser gestionables.

El diagrama de causa efecto permite observar, de manera sencilla y panorámica, todos los elementos que pueden ser modulados a través de diversos enfoques metodológicos. Simultáneamente, permite graficar las causas que influyen en una circunstancia específica, categorizándolas y conectándolas entre sí. Es un “diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y sus factores” (Hitoshi, 2002) (p.28).

- ***Mejorar***

Para Gutiérrez y De La Vara (2009) en esta fase, se plantean y aplican resoluciones que aborden las causas fundamentales, garantizando la corrección o mitigación de la dificultad. Las estrategias de apoyo incluyen: generación de ideas espontáneas, metodologías de inventiva, hojas de constatación, esquemas experimentales, mecanismos de poka-yoke, entre otros. Es crucial concebir soluciones que confronten directamente el origen del inconveniente en lugar de limitarse a sus manifestaciones.

Una herramienta de gran utilidad es la lluvia de ideas donde se plantean posibles soluciones que pueden involucrar los siguientes principios: Adaptar, magnificar, modificar, minimizar, sustituir, reorganizar, invertir y combinar; después de ello es necesario seleccionar la más adecuada. Las respuestas ante un enigma frecuentemente requieren alteraciones tanto de índole técnica como de disposición estructural. Es común la

aplicación de algún arquetipo de toma de decisiones o esquema de valoración que permita sopesar las soluciones plausibles en correlación con estándares esenciales tales como desembolso económico, cronograma, posibilidad de incrementar la excelencia, insumos necesarios, impactos en supervisores y operarios, además de obstáculos para la implementación, como la oposición al cambio o la idiosincrasia organizativa (Evans & Lindsay, 2014)

Registro de constatación: consiste en matrices especializadas para el acopio de información en las cuales los resultados pueden ser descifrados directamente desde la estructura sin requerir procesamiento adicional (Evans & Lindsay, 2014)

Kaizen: Evans y Lindsay (2014) Kaizen es una metodología empleada para el perfeccionamiento progresivo y continuo de los procedimientos. Dentro de esta doctrina, las mejoras en cada ámbito (gastos, cumplimiento de plazos, resguardo del personal, evolución de competencias, alianzas con suministradores, desarrollo de productos novedosos o aumento en la productividad) contribuyen a la elevación de la calidad en la entidad (p.30)

Esquemas experimentales: Un esquema experimental constituye una prueba o secuencia de pruebas que capacita al experimentador para contrastar múltiples métodos y discernir cuál es superior o determinar los valores de los factores controlables con el fin de optimizar la producción de un proceso o minimizar la inconstancia en una variable de resultado (Evans & Lindsay, 2008).

- ***Controlar***

Para Pérez (2020) En esta fase se formula un andamiaje que preserve las optimizaciones alcanzadas y concluya el proyecto, asegurando que las modificaciones implementadas perduren. En tal sentido, es imperativo instaurar un régimen de vigilancia para:

Evitar la recurrencia de los inconvenientes previamente presentes en el proceso (asegurar las ventajas adquiridas).

Prevenir el olvido de las mejoras y conocimientos acumulados.

Sostener el rendimiento del proceso.

Fomentar la evolución constante.

Es preciso instaurar tres jerarquías de supervisión: Proceso, archivo y observación; se desglosan los pasos a continuación.

Estandarizar el proceso: procurar modificaciones duraderas tanto en los procesos como en sus métodos operativos. Se puede emplear poka yoke como herramienta.

Documentación del protocolo de control: la homogeneización a través de registros abarca procedimientos debidamente redactados, videos y hojas de instrucciones ilustradas. Otros medios para alcanzar la uniformidad en los métodos son: la formación de nuevos operarios y la actualización del personal actual, además de sistemas de prevención de errores (poka yoke). Consejos para documentar métodos incluyen:

- Involucrar a quienes supervisan y ejecutan los métodos.
- Validar el procedimiento en su forma registrada.
- Ser exhaustivos y claros.
- Ubicar el procedimiento en un lugar de fácil acceso.
- Esquematizar un método para actualizar los procedimientos (para mejora progresiva).
- Registrar la fecha de los procedimientos.
- Eliminar los procedimientos caducos.

Vigilar el proceso: esto se lleva a cabo para recabar evidencias sobre el grado de avance, tanto en la entrada del proceso como en las variables de salida. Las herramientas más idóneas incluyen gráficos de control.

- ***Cerrar y difundir el proyecto***

En esta fase se garantiza que el proyecto Seis Sigma se convierta en evidencia tangible de los logros obtenidos, de los aprendizajes adquiridos y que sirva como documento de difusión para consolidar la estrategia Seis Sigma. Las siguientes tareas deben completarse:

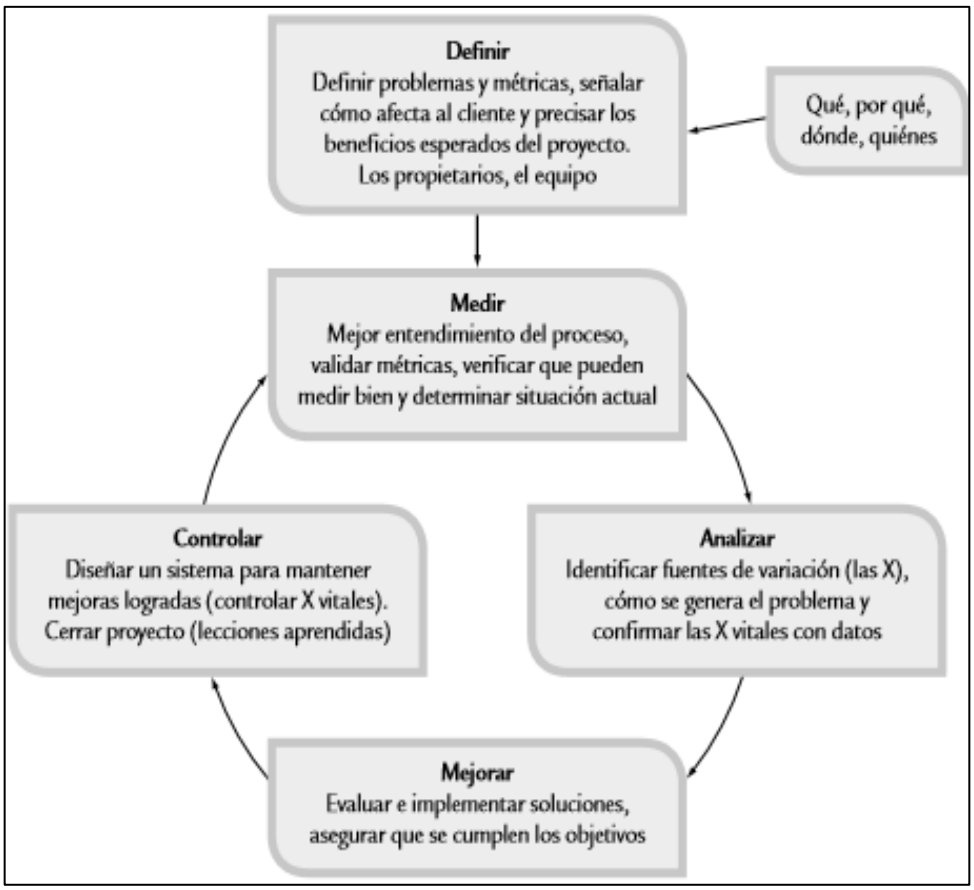
- Registrar el proyecto a través del archivo de antecedentes del proyecto.
- Desarrollar un resumen de las principales modificaciones o soluciones aplicadas al problema, el impacto del proyecto y sintetizar los aprendizajes obtenidos.
- Divulgar los resultados y logros alcanzados, lo cual puede incluir la redacción de un informe técnico, la presentación ante colegas y directivos, y la difusión a través de los canales adecuados.

Documentar el proyecto a través de la carpeta del historial del proyecto, en la que típicamente se agregan las siguientes actividades.

Para Evans y Lindsay (2008) entre tales optimizaciones podría incluirse la instauración de pautas y metodologías inéditas, la instrucción del cuerpo de trabajadores y la imposición de mecanismos de supervisión para cerciorarse de que las optimizaciones no se desvanezcan con el transcurrir del tiempo. “Estos mecanismos de vigilancia podrían ser tan simples como el empleo de listados de comprobación o evaluaciones periódicas de la condición actual para asegurar que se respetan los métodos apropiados, o la implementación de un esquema de regulación o uno de secuencia (gráfico lineal de datos cronológicos sin límites reguladores) para monitorear el desenvolvimiento de los indicadores cruciales.” (p.495).

En resumen, las etapas del proyecto Seis Sigma se componen de estas cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar DMIAC, Ver *Figura* 13.

Figura 13. **Las cinco etapas en la realización de un proyecto seis**.



Nota: Recopilado de *Control Estadístico de Procesos* por Gutiérrez Pullido y De la Vara Salazar (2009).p.425

- ***Beneficios de la metodología Seis Sigma.***

  A continuación, Pérez (2020) lista los siguientes beneficios de aplicar Seis Sigma a sus procesos.

- ✓ Fomenta aptitudes inéditas en el personal de la entidad para respaldar transiciones y preservar logros.
- ✓ Incrementa el margen de ganancia. Implementa un mecanismo capaz de generar ingresos superiores, proporcionando beneficios tangibles en un plazo reducido.
- ✓ Concibe la organización con claridad como un entramado interconectado de procesos y destinatarios.
- ✓ Acorta el ciclo de perfeccionamiento gracias a la precisión de los datos recopilados, facilitando decisiones informadas para optimizar los procedimientos.
- ✓ Convierte los datos en conocimiento que posibilita decisiones estratégicas, elevando tanto la eficiencia como la rentabilidad.

2.3.7. Procesos de producción de piensos para mascotas

La elaboración de piensos para mascotas está constituida de los siguientes procesos.

2.3.7.1. ***Recepción y almacenamiento de materia prima e insumos.***
La recepción de materia prima es el proceso mediante el cual se realiza el ingreso de materia primas a los almacenes, estas materias primas e insumos deben ser muestreadas y analizadas para verificar el cumplimiento de sus especificaciones establecidas por el fabricante, una vez autorizado la materia prima esta es descargada en silos de almacenamiento a condiciones ambientales que garanticen su conservación durante la vida útil de la materia prima.

Para el almacenamiento es de gran utilidad silos, racks y otros destinados al tipo de producto. En la *Tabla 2* se puede observar cómo está clasificado el almacenamiento de las materias primas e insumos.

Tabla 2. **Lista de ingredientes para elaborar piensos para mascotas y condiciones de almacenamiento.**

Materia prima	Presentación	Almacenamiento
Harinas de origen animal y vegetal		
Gluten de Soya	Sacos de polipropileno	Lugar seco y fresco temperatura de 15-30
Harina derivados de bovinos	Sacos de polipropileno	
Harina derivados de aves	Sacos de polipropileno	
Harina derivados de ovinos	Sacos de polipropileno	
Harina derivados de trigo	Sacos de polipropileno	
Granos		
Maíz	Silos	Lugar seco y fresco temperatura de 15-30
Trigo	Sacos de polipropileno	
Otros	Sacos de polipropileno	
	Sacos de polipropileno	Lugar seco y fresco temperatura de 15-25
Vitaminas y Minerales		

Premezclas para gato	Sacos de papel	Lugar seco y fresco temperatura de 15-25
Premezclas para perros	Sacos de papel	Lugar seco y fresco temperatura de 15-25
Grasas, saborizantes y colorantes		
Saborizante polvo	Sacos de papel	Lugar seco y fresco temperatura de 15-30
Saborizante líquidos	Galones	
Aceites	Cilindros de polipropileno y polietileno	
Grasa - Sebo		
Colorantes	Sacos de papel	

Nota. Elaboración propia a partir de RINTI S.A

2.3.7.2. ***Molienda.*** Se denomina tritura al achicamiento mediante métodos mecánicos de la dimensión de los fragmentos de una sustancia, como el maíz, o de una composición de substancias que integran una receta íntegra. La tritura incide directamente en la amalgama, pues influye en la uniformidad de dicha combinación. Al tener en cuenta procedimientos de conglomeración, como la peletización y/o la extrusión, el volumen definitivo de los fragmentos afecta la coherencia de la mezcla. Este procedimiento es realizado mediante trituradores de mazos.

Parámetros de control: Tamaño de las partículas.

2.3.7.3. Mezclado.

El batido constituye el acto en el cual todos los componentes se integran y agitan con la intención primordial de alcanzar una mezcla uniforme; para ello se emplea un dispositivo mezclador. La secuencia en la incorporación de los elementos resulta crucial, y debe seguirse como se indica a continuación:

- Componentes Primarios (peso mayúsculo): Se incorporan en primer lugar aquellos de mayor volumen (maíz, sorgo, soja, salvado de trigo,

etc.), y finalmente los de menor cantidad (harinas cárnicas, harina de ave, canola, etc.). Este sistema de dosificación sigue un orden de mayor a menor densidad de los componentes.

- Componentes Secundarios (peso intermedio): Se integran comenzando por el de volumen superior (mezclas previas de minerales, carbonato cálcico, etc.) y concluyendo con los de menor proporción.
- Microcomponentes (peso mínimo): Son los elementos añadidos en volúmenes minúsculos (colorantes, aglutinantes, premix vitamínicos, medicamentos), los cuales exigen gran precisión y cuidado debido a su naturaleza y posibles reacciones en el producto final.

Tras la adición de los ingredientes sólidos, es necesario otorgar un tiempo de mezcla en seco para asegurar una distribución uniforme de todos los componentes antes de proceder a añadir los líquidos, como agua, solubles de pescado, lecitina de soja, aceites de pescado, entre otros.

2.3.7.4. ***Micro molienda.*** Para optimizar el procedimiento de conglomeración, como en la peletización y/o extrusión, es esencial disminuir aún más la dimensión final de cada partícula, lo que exige una segunda pulverización. El dispositivo empleado es similar al utilizado en la primera fase de tritura, aunque opera a un mayor número de revoluciones por minuto (rpm), por lo cual se le denomina pulverizador. Este proceso de molienda desempeña asimismo un rol crucial en el preacondicionamiento, así como en la extrusión, ya que con partículas más finas se obtiene una superficie mayor expuesta a la influencia del vapor, facilitando la aglomeración; en el contexto de la extrusión, cuanto más diminuta sea la partícula, mejor será la compactación y la textura del producto adquirirá una apariencia más lisa. Tras salir del pulverizador, la mezcla atraviesa un tamiz para separar las partículas que no cumplen con el tamaño requerido.

2.3.7.5. Acondicionado de la mezcla. Al contar ya con una mezcla lo suficientemente homogénea, esta es enviada al área de acondicionado y extruido, dos procesos de relación estrecha.

- **Configuración de proceso de acondicionada y extruido:** El proceso de acondicionamiento cumple una función clave, ya que en esta etapa se realiza la inyección de vapor directo en la mezcla para incrementar la gelatinización de los almidones, transformando el alimento de un estado pulverulento a una consistencia más densa y cohesiva. En esta fase se alcanzan temperaturas entre 80 y 90 grados Celsius, con una permanencia del material en el sistema de entre 1.5 y 2.0 minutos.

2.3.7.6. Extruido. La mezcla, ya acondicionada con vapor acuoso, entra en el extrusor, donde concluirá su preparación mediante un aumento de temperatura generado por la intensificación de la presión. En este mismo procedimiento, se configura la forma final del producto, empleando un disco provisto de orificios de variados tamaños y geometrías, además de permitir el ajuste del tamaño mediante el control de la velocidad de rotación de las cuchillas de corte del dispositivo. Este equipo se ubica al final del cilindro principal del cuerpo del extrusor.

2.3.7.7. *Secado de producto.* Cuando ya se cuenta con el tamaño de producto deseado comienza el proceso de secado utilizando un equipo. El producto es depositado sobre una banda (malla) formando una cama de tamaño variable. La banda funciona como medio de transporte del producto en lo largo de la estructura del secador, el aire extraído del entorno se calienta mediante procesos térmicos, dado que el aire a mayor temperatura posee una capacidad superior para retener humedad. Este aire caliente se fuerza a atravesar la capa de producto depositada sobre la cinta transportadora, absorbiendo así la humedad presente en el material.

2.3.7.8. *Clasificación del producto.* En este proceso se clasifican los pellets que estén fuera del tamaño según especificación y también a aquellos pellets que se hayan aglomerado, este proceso se realiza con zarandas vibradoras que estén a la salida del producto después de secado.

2.3.7.9. Aplicación de grasa y polvos. Como el animal debe ser atraído por el alimento, es decir, el alimento debe de ofrecer un aroma y sabor que sea del agrado del animal, es necesario agregar en el proceso algún tipo de grasa saborizante y aromatizantes. Los potenciadores de palatabilidad pueden incluir grasas, extractos líquidos cárnicos, aceites de origen vegetal o de pescado, extractos de lípidos animales, sebo bovino, hidrolizados de carne de res y otras carnes, así como productos lácteos deshidratados sin contenido graso. Estos ingredientes menores pueden mezclarse con la demás materia prima antes de la extrusión, o se pueden incorporar revistiendo la superficie del producto final mediante un rociado, volcado o inmersión. En realidad, este proceso no es muy complejo, ya que se trata de hacer pasar el producto, en este caso la croqueta a través de un cilindro volcado, dentro del cual se encuentran la aplicación de grasa que a su vez impregnan de grasa el producto.

2.3.7.10. *Enfriamiento del producto.* El proceso de enfriado se lleva a cabo en un equipo similar al secador horizontal e incluso el proceso es muy similar, solo que en este caso el aire no es calentado. En el módulo de enfriamiento, el aire frío se inyecta desde abajo, atravesando el producto. La disminución de humedad en el material sometido al enfriador ocurre mediante enfriamiento evaporativo, donde la humedad se desplaza en forma de vapor, que a su vez es calentado por la temperatura de la croqueta.

2.3.7.11. *Dosificado.* Proceso mediante el cual se reúne los porcentajes de pellet de acuerdo a las especificaciones del producto final. Este proceso puede ser automático o manual dependiendo de las especificaciones del producto.

2.3.7.12. Envasado. En este proceso se hace el llenado de los envases de polietileno y/o polipropileno en cantidades acordes al tamaño y capacidad de las bolsas, estos procesos actualmente son realizados por embolsadoras automatizadas.

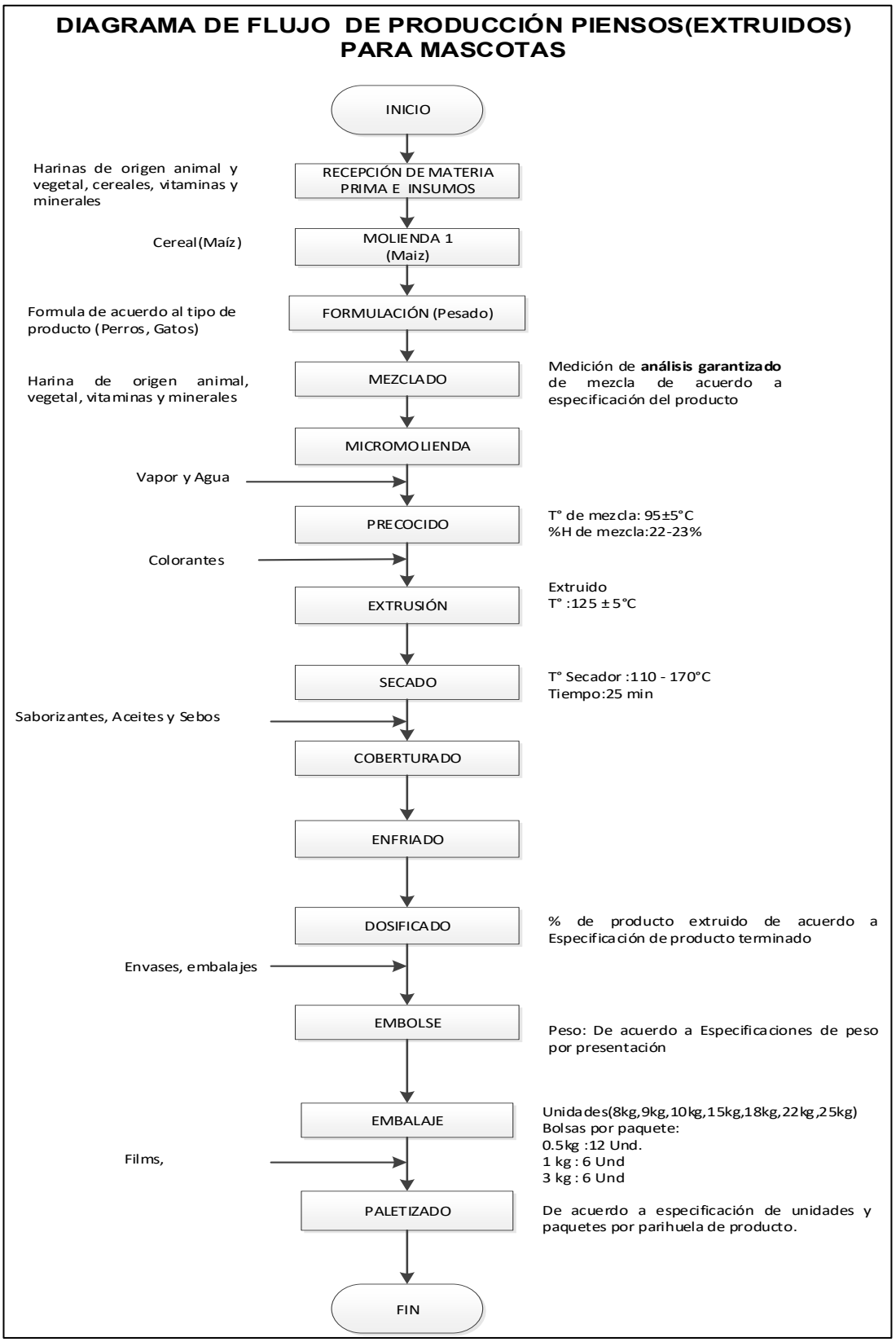
2.3.7.13. Paletizado. Proceso mediante el cual los productos envasados son ordenados en pallets de madera o plásticos, las cantidades deben ser acorde a las especificaciones del producto.

2.3.7.14. *Almacenamiento.* En este proceso el producto ya en pallet es almacenado en un lugar libre de plagas y bajo condiciones ambientales adecuadas (temperatura, humedad relativa) para el producto. Los almacenes deben cumplir con las especificaciones del producto para garantizar la vida útil del producto hasta su venta y consumo.

En la *Figura* 14 Se muestra el diagrama de flujo de producción de piensos extruidos para mascotas.

Figura 14. **Diagrama de flujo de producción de piensos para mascotas**.

Nota: Elaboración propia a partir de información de RINTI S.A.



2.4. Marco conceptual y glosario de términos

2.4.1. Marco conceptual

2.4.1.1. ***Alimento Balanceado para mascotas.*** Para Salazar *(2008)* el Alimento para mascotas (perros, gatos y otros). Se orienta en proporcionar el equilibrio de nutrientes que necesita el animal durante las diferentes etapas de su desarrollo, debiendo considerarse como factores importantes como la palatabilidad (sabor en la boca del animal).

La mayoría de las compañías especializadas en la fabricación de comida balanceada para mascotas se centran primordialmente en la venta. Esto supone un reto, dado que deben alcanzar un balance entre proporcionar un producto de excelente calidad y mantener los costos bajos en un mercado sumamente competitivo donde la meta es obtener la mayor cuota de mercado posible. (Salazar Castro, 2008)

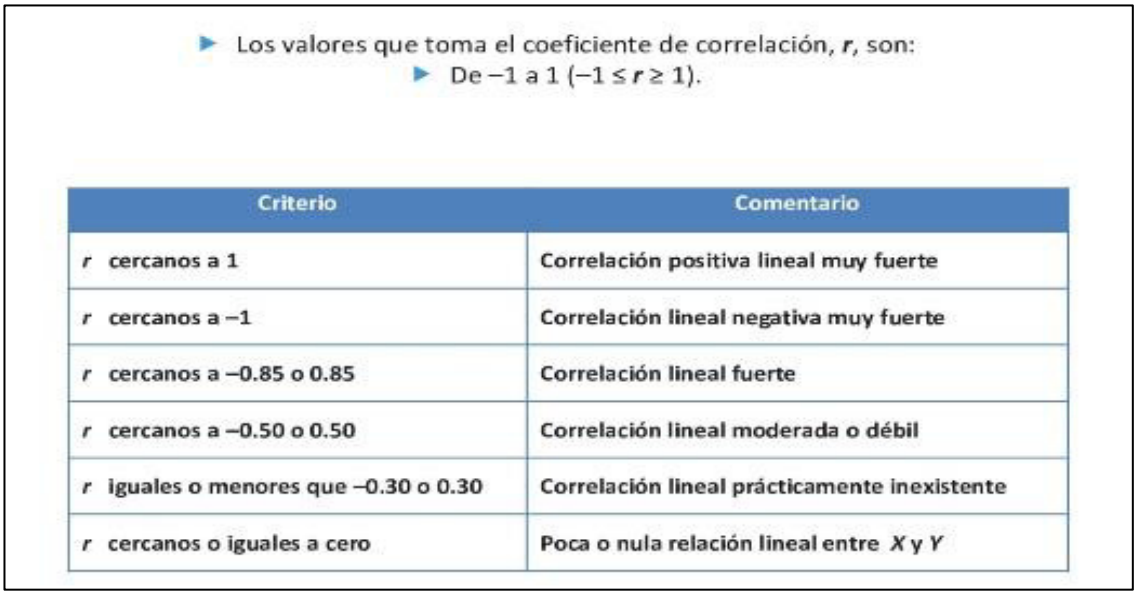
2.4.1.2. ***Análisis de regresión múltiple.*** Análisis de regresión en el que hay dos o más variables independientes. *(Soporte Minitab 2018, 2019)*

2.4.1.3. ***Análisis residual.*** Análisis de los residuales que se usa para determinar si parecen ser válidas las suposiciones hechas acerca del modelo de regresión. El análisis de residuales también se usa para identificar observaciones atípicas y observaciones influyentes *(Soporte Minitab 2018, 2019)*

2.4.1.4. *Correlación.* Para Pérez *(2020)*, la correlación indica la fuerza que existe entre dos variables de un mismo proceso. El análisis de correlación o regresión se usa para estudiar variables cuantitativas, encontrar el tipo o grado de relación o predicción entre 2 variables. Por ello se debe considerar lo siguiente:

- Aunque se aprecie una relación fuerte entre dos o más variables, estas no necesariamente indican una relación de causa y efecto entre ellas. La relación causa efecto se obtiene del conocimiento del proceso (p.263).
- Si no se aprecia una relación significativa entre unas determinadas variables, puede deberse a que realmente no exista correlación, o a que la cantidad o el rango de los datos de que se dispone sea insuficiente (p.263), ver *Figura* 15.

Figura 15**. Interpretación de coeficiente de correlación**.



- Los valores que toma el coeficiente de correlación, *r*, son:
  - De −1 a 1 ($-1 \leq r \geq 1$).

Criterio	Comentario
r cercanos a 1	Correlación positiva lineal muy fuerte
r cercanos a −1	Correlación lineal negativa muy fuerte
r cercanos a −0.85 o 0.85	Correlación lineal fuerte
r cercanos a −0.50 o 0.50	Correlación lineal moderada o débil
r iguales o menores que −0.30 o 0.30	Correlación lineal prácticamente inexistente
r cercanos o iguales a cero	Poca o nula relación lineal entre *X* y *Y*

Nota: Recopilado de Lean Six Sigma, Manual *de Certificación* Green Belt (2020)

Características que un modelo de regresión debe cumplir, ver *Tabla 3*

Tabla 3. **Características que debe cumplir un modelo de regresión**

Características de un modelo de regresión adecuado	**Verificar usando**
La forma funcional modela adecuadamente cualquier curvatura que esté presente.	Prueba de falta de ajuste Gráfica de residuos vs. variables
Los residuos tienen una varianza constante.	Gráfica de residuos vs. ajustes
Los residuos son independientes (no están correlacionados) entre sí.	Estadístico de Durbin-Watson 7 Gráfica de residuos versus orden
Los residuos están distribuidos normalmente.	Histograma de residuos Gráfica normal de residuos Gráfica de residuos vs. ajuste Prueba de normalidad
Sin observaciones poco comunes ni valores atípicos.	Gráficas de residuos
Los datos no están mal condicionados.	Factor de inflación de la varianza (FIV) Matriz de correlación de los predictores

Nota. Soporte Minitab 2018 (2019).

Un estudio de correlación se utiliza para responder preguntas de investigación(p.83) (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2007).Por ejemplo, como afecta la reducción de mermas, reprocesos y productos no conformes en la productividad de las empresas fabricadoras de pienso para mascotas.

2.4.1.5. Desviación estándar. La desviación estándar es la métrica de variabilidad más habitual, que refleja cuán separados se encuentran los datos en relación con el promedio. Cuanto más elevada sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos Soporte Minitab, *(2019).*

2.4.1.6. *Equipos de mejora.* Son grupos de colaboradores de la compañía debidamente organizados que tienen el objetivo de reducir o eliminar una pérdida o despilfarro de la compañía en un periodo de tiempo.

2.4.1.7. *Indicador.* Son balizas orientativas que aportan datos cualitativos o cuantitativos, los cuales facilitan el seguimiento del desenvolvimiento de un proceso y su valoración, debiendo mantenerse en sintonía con el mismo.

2.4.1.8. Investigación descriptiva Aplicada.

Según Hernández (2010), una investigación es considerada descriptiva cuando examina un fenómeno y sus elementos constitutivos, cuantifica los conceptos y determina las variables; es aplicada cuando resuelve problemas prácticos utilizando los conocimientos como metodologías.

De acuerdo con Behar (2008) (la investigación descriptiva es aquella orientada a caracterizar un objeto de estudio o situación específica, identificando sus atributos y particularidades, con el propósito de detallar la estructura y dinámica de los fenómenos, además de reconocer aspectos significativos de la realidad.

Conforme a Hernández, Fernández y Batista (2007) la investigación descriptiva intenta especificar los atributos esenciales de personas, colectivos, comunidades, o cualquier otro fenómeno sometido a escrutinio y la investigación aplicativa busca la generación de conocimiento con la aplicación directa a los problemas

2.4.1.9. ***Investigación correlacional.*** Para Hernández *(2010)* la investigación es correlacional cuando ofrecen predicciones, explican la relación entre variables y cuantifican las relaciones entre variables.

Conforme a Behar (2008) la indagación se considera correlativa cuando el inquisidor busca escrutar de qué manera se entrelazan o conciertan distintos fenómenos entre sí, o, en su defecto, si no hay correspondencia alguna entre ellos. La esencia de tales estudios radica en desentrañar de qué modo podría fluctuar una variable al advertir el patrón de conducta de otra variable conexa (cuantifican la intensidad de vinculación entre dos factores).

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2007), la exploración correlacional tiene como fin sopesar el nivel de correspondencia que puede existir entre dos o más nociones o factores dentro de un entorno específico.

2.4.1.10. *Mermas.* Se define como "merma" la desintegración o disminución de ciertas propiedades físicas de los productos obtenidos o, más precisamente, de alguno de los elementos empleados en su consecución. *(Rodríguez Martínez, 2011)*.

Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE, 2023) merma proviene del verbo mermar, que significa “bajar o disminuir algo o consumirse una parte de ella”. En el contexto de los procesos productivos, la merma puede definirse como la pérdida de producto que no se logra recuperar al final del proceso, ya sea por causas naturales o por ineficiencias del sistema. Por esta razón, resulta fundamental realizar un análisis de las causas de merma, con el fin de identificar su origen y proponer soluciones que permitan reducirlas y aminorar las pérdidas asociadas.

2.4.1.11. *Pienso.* De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014), el "pienso" es cualquier sustancia sencilla o compuesta, ya sea procesada, parcialmente procesada o en estado crudo, que se utiliza directamente en la nutrición de animales criados para el consumo humano.

2.4.1.12. *Pienso para mascotas.* El pienso para animales de compañía es una ración equilibrada y deshidratada, presentada en diminutas esferas crujientes, que satisface los requerimientos alimenticios de las mascotas y contribuye a preservar una condición física y salud óptimas.

Según Cuadrado *(2010)*, por eso los piensos se categorizan en piensos secos (con un porcentaje de humedad entre 7% y 14%), piensos húmedos (con humedad entre 70% y 85%) y piensos semihúmedos. (%humedad de 14% a 60%). Así como también existe una clasificación por comercialización como: piensos de gama baja(económico), piensos de gama media y piensos de gama alta(premium).

2.4.1.13. Producto no Conforme. Elementos que incumple las especificaciones de calidad establecidas para un determinado producto *(ISO 9001, 2015)*.

2.4.1.14. *Reprocesos y Retrabajos.* Los reprocesos o retrabajos son productos semielaborados que han sido identificados como defectuosos o mal elaborados y que deben ser corregidos para cumplir con las especificaciones del producto final y los requisitos del cliente. Estos procesos implican costos adicionales que, en muchas ocasiones, no son visibles ni medidos, lo que dificulta que los trabajadores tomen conciencia del impacto que generan *(Laporta Pomi, 2016)*.

2.4.1.15. *Variabilidad de procesos.*

Son variaciones inevitables que alteran el funcionamiento de un proceso ya sea de forma leve o apenas perceptible y que repercuten posteriormente en el producto fabricado o en el servicio ofrecido (Lefcovich Leon, 2004).

La dispersión en los procesos resulta crucial, ya que representa uno de los métodos más básicos para monitorear la variabilidad, ya sea en costos, operaciones, productos, tiempos de atención u otros parámetros relevantes en los sistemas actuales de control de calidad

2.4.1.16. *Variable Independiente.* Variable que predice o explica. Se denota “x”.

2.4.1.17. *Variable dependiente.* La variable que se predice o explicada. Se denota “y”.

2.4.1.18. *Varianza.* La varianza mide qué tan dispersos están los datos alrededor de la media. La varianza es igual a la desviación estándar elevada al cuadrado.

2.3.2. Glosario de términos

- AABB: Alimento balanceado
- AMEF: Análisis de modo efecto de las fallas
- Cp: Capacidad de proceso
- Cpk: Capacidad real del proceso
- CTQ: Critical to quality en español Variable critica de calidad
- I: indicador
- DPMO**:** Defectos por millón de oportunidades
- FAO: Organización de las Naciones Unidas de la alimentación y la agricultura.
- DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve y Control en español Definir, Medir, Analizar, Mejora y Controlar
- %H: Porcentaje de Humedad
- % M: Porcentaje de mermas
- P: Productividad
- PDCA: Plan, Do, Check, Act en español planear, hacer, verificar y controlar.
- PNC: Producto no conforme
- SENASA: Servicio Nacional de Sanidad Agraria
- SIPOC: Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers en español proveedores, insumos, procesos, resultados y clientes.

- SUNAT: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.
- Z: Valor Z de Minitab

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Hipótesis y variables

3.1.1. Hipótesis General

La hipótesis general es:

La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción incrementara la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.

3.1.2. Hipótesis Especificas

- La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.

- La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas

3.2. Identificación de las variables

3.2.1. Variable independiente:

- Implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción.

3.2.2. Variable dependiente:

- Productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas

En la *Tabla* 4 se puede observar la relación entre la variable independiente y dependiente.

Tabla 4. **Relación de variables independiente y dependiente**

Hipótesis	**Variable independiente**	**Variable dependiente**
Hipótesis general: La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción incrementara la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	Implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.
Hipótesis especifica 1: La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	Implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.
Hipótesis especifica 2: La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	Implementación metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.

Nota. Elaboración propia

3.3. Operacionalización

En la *Tabla* 5 se explica la operacionalización de la variable Independiente y dependiente de la investigación.

Tabla 5. **Operacionalización/Categorización de los Componentes de da Hipótesis**

Operacionalización /categorización de los componentes de la hipótesis					
Definición operacional de las variables/categorías					
Hipótesis General	**Variables**	**Definición Conceptual**	**Definición Operacional**	**Dimensión**	**Indicador**
La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción incrementara la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	V.I. Implementación metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Aplicación de la "metodología que emplea mediciones y análisis estadísticos en los procesos críticos de producción para alcanzar un nivel alto en calidad" tiene un impacto significativo en productividad (Anderson, Sweeney, & Wiliams, 2008).	Identificación de los procesos con alta variabilidad para aplicación de metodología y así reducir su variación.	Producción	Nivel Sigma (antes) %Productividad
				Calidad	Productos No conformes
	V.D Productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de	Capacidad de producir más con los recursos que se posee respetando los estándares de	Revisión de los resultados de producción (cantidad de producción, mermas y reprocesos) por mes.	Producción y calidad	Nivel sigma %Productividad

	piensos para mascotas.	calidad (Evans & Lindsay, 2014)			
Hipótesis especifica	**Variables**	**Definición Conceptual**	**Definición Operacional**	**Dimensión**	**Indicador**
La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas. peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	V.I. Implementación metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Aplicación de la "metodología que emplea mediciones y análisis estadísticos en los procesos críticos de producción para alcanzar un nivel alto en calidad" tiene un impacto significativo en productividad (Anderson, Sweeney, & Wiliams, 2008).	Identificación de los procesos con alta variabilidad para aplicación de metodología y así reducir su variación.	Producción	Nivel Sigma
				Calidad	Nivel Sigma
	V.D. Mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas	Acción de mermar "bajar o disminuir algo, consumir una parte de ello", (RAE, 2023)	Porcentaje de producto no útil y/o no identificado por falta de controles de parámetros de producción	Producción	%Mermas
				Calidad	

La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	V.I. Implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Aplicación de la “metodología que emplea mediciones y análisis estadísticos en los procesos críticos de producción para alcanzar un nivel alto en calidad” tiene un impacto significativo en productividad (Anderson, Sweeney, & Wiliams, 2008).	Identificación de los procesos con alta variabilidad para aplicación de metodología y así reducir su variación.	Producción	Nivel Sigma
				Calidad	Nivel Sigma
	V.D. Reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	Productos que no cumplen las especificaciones de calidad y deben ser re trabajados para su conformidad. (Norma Internacional ISO 9000, 2015)	Productos que son generados en el proceso de producción y tienen algún defecto como % humedad alto o bajo y deben ser re trabajados para su conformidad.	Producción	%Reprocesos
				Calidad	Productos no conforme

Nota. Elaboración Propia

3.4. Matriz de consistencia

En la *Tabla 6* se muestra la matriz de consistencia de la investigación.

Tabla 6. **Matriz de consistencia**

	MATRIZ DE CONSISTENCIA							
Problema General	**Objetivo** **Objetivo general**	**Hipótesis general**	**Variables**	**Indicadores**	**Dimensiones**	**Técnicas e instrumentos de recolección de datos**		**Técnicas de procesamiento de datos**
						Instrumentos	**Técnica**	
¿De qué manera influye la implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción en la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas?	Determinar la influencia de la implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción sobre la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción incrementara la productividad de las empresas peruanas grandes fabricadoras de piensos para mascotas.	V.I.: Implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Nivel Sigma	Producción	Reportes Producción/ Calidad	Observación /Entrevista	MINITAB
			V.D.: Productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas	%Productividad %Mermas %Reprocesos	Producción y calidad	Cierres de Producción/ Calidad	Observación /Entrevista	MINITAB
							Observación /Entrevista	MINITAB

Problema Especifico	**Objetivos específicos**	**Hipótesis Especifica**	**Variables**	**Indicadores**	**Dimensiones**	**Instrumentos**	**Técnica**	**Técnicas de procesamiento de datos**
¿Cuál es el impacto de la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas?	Determinar el impacto de la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas. .	La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	V.I. Implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Nivel Sigma	Producción y calidad	Cierres de Producción/ Reporte de Calidad	Observación /Entrevista	EXCEL MINITAB
			V.D. Mermas de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	%Mermas	Producción y calidad		Observación /Entrevista	EXCEL MINITAB

¿Cómo influye la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas?	Determinar la influencia de la implementación de la metodología Seis Sigma en la cantidad de reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas .	La implementación de la metodología Seis Sigma reducirá la cantidad de reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	V.I. Implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción.	Nivel Sigma	Producción y calidad		Observación /Entrevista	EXCEL MINITAB
			V.D. Reprocesos de producción de las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas.	%Reprocesos No conformes	Producción y calidad		Observación /Entrevista	EXCEL MINITAB

Nota. Elaboración propia

3.5. Tipo de investigación y diseño de investigación

De acuerdo con la naturaleza de los objetivos el presente trabajo corresponde a una investigación descriptiva aplicada y correlacional.

Es una Investigación descriptiva ya que describe e identifica los procesos de producción actual de las empresas grandes peruanas fabricadoras de piensos para mascotas, describe los resultados de los procesos de producción (mermas, productividad, variabilidad), es aplicada por que usa conocimientos para resolver problemas.
De acuerdo con Hernández Sampieri (2010), la investigación es descriptiva cuando se considera al fenómeno y sus componentes, se miden los conceptos y definen variables, de igual forma Behar Rivero (2008), indica que una investigación descriptiva es describir la estructura de los fenómenos y su dinámica, identificar aspectos relevantes de la realidad.
Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2007) la investigación es descriptiva cuando buscan especificar las propiedades importantes la unidad de análisis.

La investigación es correlacional ya que busca relacionar la influencia de la implementación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción de las empresas del sector de piensos para mascotas con resultados en la productividad. Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010) la investigación es correlacional cuando se explica la relación entre variables y cuantifican las relaciones entre variables.
Para Behar Rivero (2008), la investigación es correlacional cuando el investigador pretende visualizar cómo se relacionan entre si las variables. Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2007), la investigación correlación mide la relación que exista entre las variables.

3.6. Diseño de investigación

La presente investigación de aplicación de la metodología Seis Sigma en los procesos de producción para el incremento de la productividad de las grandes empresas peruanas fabricadoras de pienso para mascotas no es experimental ya que no manipula las variables. En la *Tabla* 7 se muestran los criterios seleccionados para el desarrollo de la investigación:

Tabla 7. **Criterios seleccionados para la investigación**

Aspecto del Diseño Criterios Seleccionados	**Criterios Seleccionados**
Tipo de fuente de recolección de datos	Fuente Mixta: Los datos se recolectan tanto de fuentes vivas (campo), como documentos y registros.
Temporalidad	Transversal: Implica la recolección de datos en un solo corte en el tiempo
Amplitud y organización de los datos	Multivariable: Se orienta el estudio a varias variables de interés, como lo son: productividad, mermas, reprocesos, etc.
Grado de Intervención del Investigador	No experimental: No se manipulan las variables
	Expostfacto: Se estudian los fenómenos que ya se han producido
Manejo de las Variables	Descriptiva Aplicada

	Correlacional: Se establece y describen las relaciones entre las variables

Nota. Elaboración propia a partir de Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2007)

3.7. Unidad de análisis

La investigación será realizada a las grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas que operan en la ciudad de Lima metropolitana, únicamente de capitales peruanos, no filiales de multinacionales.

3.8. Población de estudio

La presente investigación será realizada a una población accesible. Según Arias (2006) la población accesible, también denominada población muestreada, es la porción finita de la población objetivo a la que realmente se tiene acceso y de la cual se extrae una muestra representativa.

Para esta investigación la población de estudio son las grandes empresas fabricadoras de piensos para mascotas ubicadas en la ciudad de Lima.

Tabla 8. **Empresas registras en SENASA como fabricadoras de piensos para mascotas en la ciudad de Lima**

N.º	N.º de Registro	N.º de productos registrados	Razón Social
1	147	86	Rinti S. A
2	1577	11	Kuntur Comercial E.I.R. L
3	2336	4	Molitalia S.A(Multinacional Carozzi)
4	82	7	Alimentos Procesados S.A.C
5	736	8	Agribands Purina Perú S.A.
6	357	7	Nutritional Technologies S.A.C.

Nota. Elaboración propia a partir de SENASA (2018)

De acuerdo con la información obtenida del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), en la ciudad de Lima Metropolitana existen seis empresas de capitales peruanos con registro vigente bajo la condición de “Fabricante, Exportador, Importador” de productos pecuarios catalogados como piensos y alimentos balanceados para mascotas.

Tabla 9. **Características de las empresas fabricadoras de piensos para mascotas**

N.º	Razón Social	RUC	N.º Trabajadores	Capital	Clasificación
1	**Rinti S. A**	**20100617332**	**441**	**Perú**	**Grande**

2	Kuntur Comercial E.I.R.L	20293242551	30	Perú	Pequeña
3	Molitalia S.A(Grupo Carozzi)	20100035121	2876	Chile	Grande
4	Alimentos Procesados S.A.C	20100226902	148	Perú	Mediana
5	Agribands Purina Perú S.A.	20100166578	63	Argentina	Pequeña
6	Nutritional Technologies S.A.C.	20530611681	154	Perú	Mediana

Nota. Elaboración propia a partir de SUNAT (2020).

La *Tabla 9* presenta el registro de empresas pertenecientes a este rubro, junto con el número de colaboradores. De acuerdo con la clasificación establecida por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2004), las empresas se clasifican como: “La microempresa, aquélla que ocupa de 2 a 9 trabajadores; la pequeña empresa de 10 a 49; la mediana de 50 a 199 y la grande de 200 a más trabajadores” (p.3). En función de esta clasificación, se observa que en la *Tabla* 9 solo se registran dos empresas debidamente constituidas y clasificadas como grandes empresas.

Población (grandes empresas peruanas fabricadoras de piensos para mascotas de capital nacional):

- Rinti S.A
- Molitalia S.A

Si bien se observa que la empresa Molitalia S.A. también está clasificada como una gran empresa, no es considerada dentro de la población del estudio, ya que no es de capital nacional. Se trata de una empresa multinacional perteneciente al Grupo Carozzi de Chile, por lo tanto, queda excluida del análisis por no encontrarse dentro del alcance definido en las limitaciones de la investigación.

Como resultado de los criterios establecidos en los alcances y limitaciones de la investigación, se identificó que únicamente una empresa cumple con todas las condiciones consideradas, constituyéndose así en el único integrante de la población del estudio, tal como se presenta en la *Tabla* 10.

Tabla 10. **Empresas del rubro clasificadas como población según Alcances y Limitaciones**

N.º	Razón Social	Capital	Clasificación	Justificación de Inclusión
1	Rinti S.A	Nacional	Grande	Cumple con todos los criterios de la investigación

Nota. Elaboración propia con base en registros de empresas y Criterios de Investigación

3.9. Tamaño de la muestra

Para la presente investigación por ser una población finita de un solo individuo en este caso una sola grande empresa fabricadora de pienso para mascotas la muestra es igual a la población y es representativa en función a la cantidad de individuos. Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2007), las muestras no probabilísticas pueden también llamarse muestras dirigidas, pues la elección de los sujetos u objetos se estudio depende del criterio del investigador.

3.10. Selección de muestra

Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2007), las muestras no probabilísticas pueden también llamarse muestras dirigidas, pues la elección de los sujetos u objetos se estudio depende del criterio del investigador. Por lo que, de existir solo una empresa como Población (Rinti S.A) se emplea la muestra no probabilística dirigida al único individuo de la población.

3.11. Técnicas de recolección de datos

Una vez definido el diseño de investigación se iniciará con la selección de las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Según Arias de acuerdo con (2006), técnica es el procedimiento o forma particular de obtener información.

3.11.1. Técnicas

- **Observación directa**: En el uso de este método, el investigador documenta lo que observa, pero no cuestiona a las personas implicadas en el suceso o fenómeno social; es decir, no formula preguntas, ya sean verbales o escritas, que le faciliten la recolección de la información requerida para el análisis del problema.

Como primer paso, a través de la observación, se llevará a cabo el diagnóstico de las compañías productoras de alimentos balanceados para mascotas, con el objetivo de evaluar los procesos y actividades que generan una baja productividad en las empresas de alimento balanceado para mascotas.

- **Entrevista:** Durante la recopilación de información se realizará la entrevista al área de producción de la empresa RINTI S.A. sobre los indicadores de gestión y las principales posibles causas de baja productividad.

3.11.2. Instrumentos

- De acuerdo con Arias (2006) los instrumentos de recolección de datos es cualquier recursos, dispositivo o papel en formato que se utiliza para obtener o registrar información.
- Registros: se implementará registros de control de producción para la recopilación de información del proceso y realizar los seguimientos según la etapa que corresponda.
- Laptop: Se utiliza una laptop con programas Excel y Minitab para el procesamiento de los datos (cálculo de la productividad, variabilidad, mermas, gráficos de control).

3.12. Etapas de recolección de datos y aplicación de metodología.

La recolección de información está dividida en 5 etapas que están distribuidas de acuerdo a la metodología Seis Sigma.

- **Fase 1: Definición del problema**

Dentro de esta etapa se utilizarán las siguientes instrumentos y herramientas ya definidas en el capítulo 2.

- Análisis de la información
- Entrevistas
- Reuniones
- Documentos del negocio y registros de controles
- Cadena de Valor
- Diagrama de Pareto
- Mapa de procesos -Diagrama SIPOC
- Variable de crítica de calidad
- Charter del proyecto

- **Fase 2: Medición de la situación actual**

  - Análisis de la información
  - Entrevistas
  - Hojas de verificación
  - Excel
  - Minitab
  - Prueba de Normalidad
  - Capacidad de procesos
  - Métricas Seis Sigma
  - Análisis de modo efecto falla AMEF

- **Fase 3: Análisis de la causa raíz**

  - Análisis de información
  - Hojas de verificación
  - Excel
  - Lluvia de ideas
  - Análisis y Solución de problemas con 3 D´s

- Diagrama Ishikawa
- Diagrama Cinco porque

- **Fase 4: Mejorar e implementar soluciones**

  - Análisis de información
  - Excel
  - Lluvia de ideas
  - Prueba de Normalidad
  - Capacidad de procesos
  - Métricas Seis Sigma
  - Modelos kaizen

- **Fase 5: Controlar para mantener la mejora**

  - Análisis de información
  - Hoja de verificación
  - Excel
  - Minitab 18
  - Procedimientos

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis e interpretación y discusión de resultados

4.1.1. Resumen ejecutivo de la empresa

Rinti S.A. es una empresa peruana que cuenta con más de 50 años de experiencia en la fabricación de alimentos balanceados para mascotas. Su larga trayectoria la convierte en una empresa líder en la formulación y fabricación de alimentos enlatados y extruidos para perros y gatos.

Los procesos de elaboración cumplen con un rígido control de calidad a cargo de especialistas en la industria de alimentos los cuales velan por la conservación y protección de nutrientes obteniendo así alimentos de elevada calidad nutricional.

Estos procesos cuentan con un envasado óptimo, para lo cual usan empaques ideales de última generación, lo que garantiza una adecuada conservación y frescura de los componentes nutricionales.

El año de 1993 fue el despegue de Rinti S.A, lanzó nuevas marcas para segmentar mejor su mercado: Canbo (de venta solo en veterinarias y creada para enfrentarse a las marcas importadas), Supercan y Thor. Cuando lanzaron al mercado su producto bandera ‘Ricocán’.

Y como este producto no es solo para mascotas de Lima, además de su red de distribuidores en provincias, en el 1993 Rinti S.A abrió 3 oficinas y almacenes en Trujillo, Chiclayo Piura.

Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A

4.2. Implementación de la metodología Seis Sigma

4.2.1. Definición

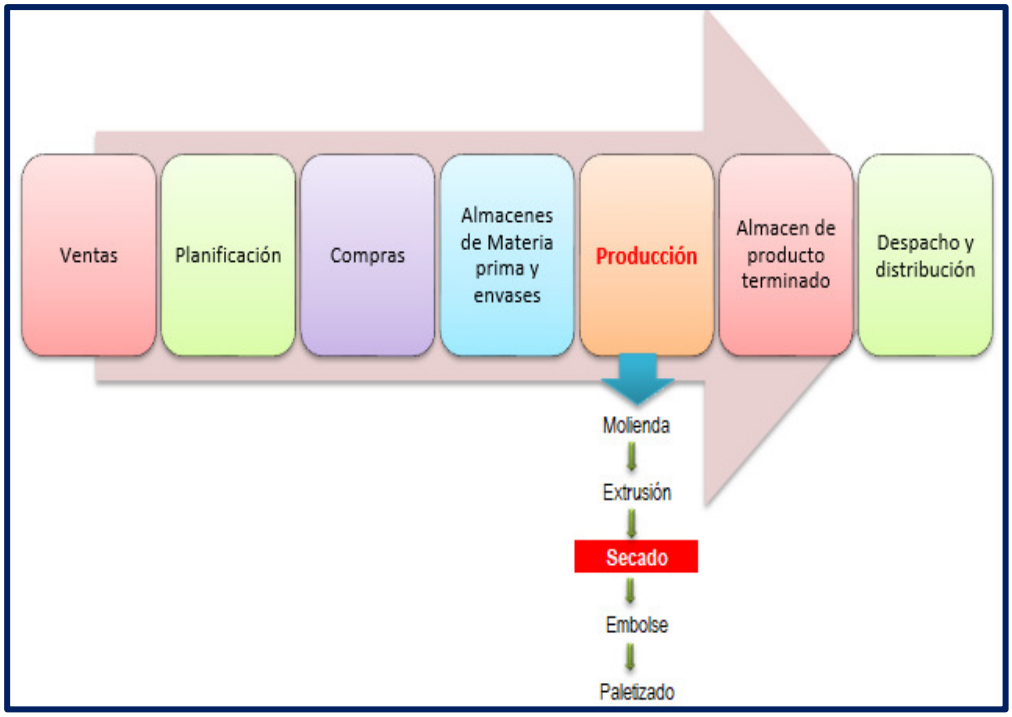
El objetivo de esta etapa es delimitar el proyecto e identificar claramente cuál es el problema que se va resolver para lo cual se hará uso de diversas herramientas de calidad que permitan una correcta definición.

Para identificar el problema es necesario conocer los procesos de la empresa Rinti S.A.

4.2.1.1. Cadena de Valor de la empresa Rinti S.A.

La cadena de valor de la empresa Rinti S.A esta estructurado por diversas áreas como: ventas, planificación, compras, almacenes, producción, despacho y distribución, Ver *Figura* 16.

Figura 16. **Cadena de Valor de la empresa RINTI S.A**



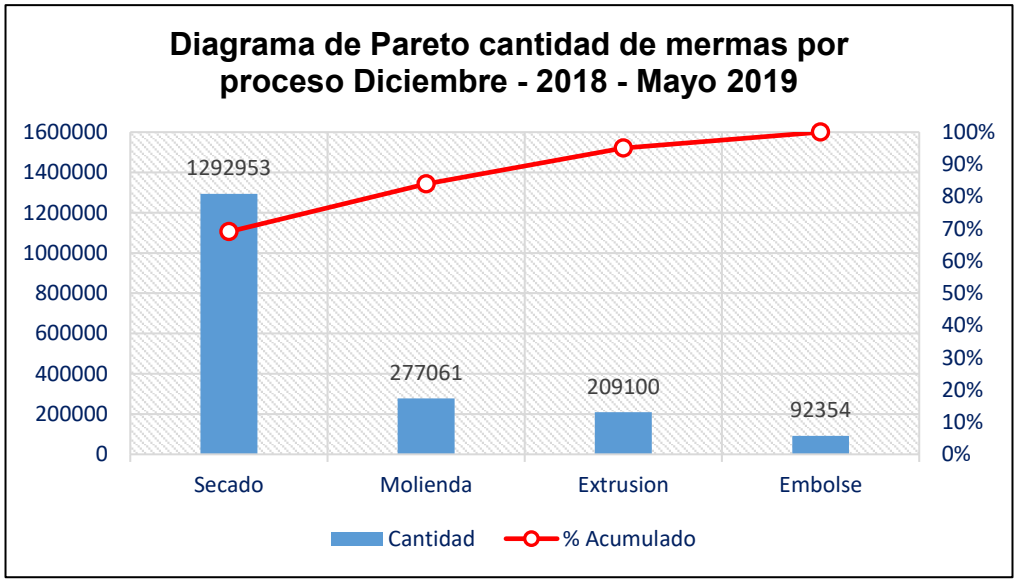
Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A

4.2.1.2. Productividad, cantidad de mermas y reprocesos por proceso de producción de piensos para mascotas Rinti S.A.

Al cierre del mes de mayo del 2019 la productividad de la empresa para los procesos de producción de pienso para perros fue de 89.86%. teniendo como principales limitantes de productividad los productos defectuosos (mermas y reprocesos).

Los procesos de producción de piensos para perros son cinco tales como: Molienda, extrusión, secado y embolse dentro de los cuales se pueden identificar los siguientes porcentajes de mermas y reprocesos., ver *Figura* 17.

Figura 17. **Cantidad de mermas del proceso de producción de piensos para mascotas**

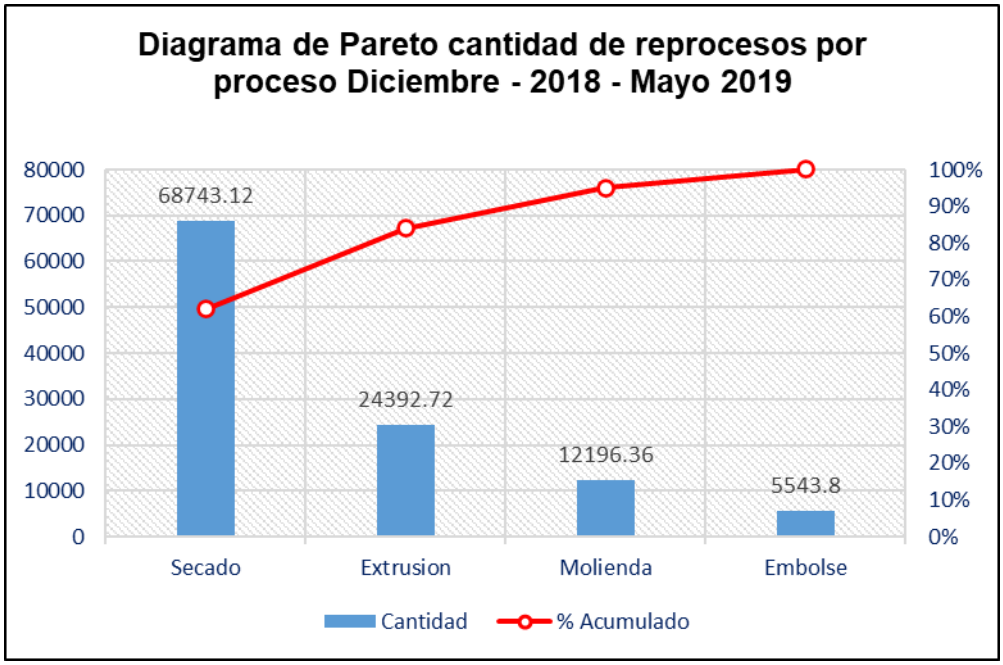


Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A.

De la *Figura* 17 se observa que el proceso que genera más porcentajes de mermas es el proceso de secado con 1292953 kilos de pérdidas en seis meses de producción.

Al igual que las mermas, se realizó la cuantificación de los reprocesos para identificar cual es el que genera mayor cantidad en comparación de los demás, ver *Figura* 18.

Figura 18. **Cantidad de reprocesos del proceso de producción de piensos para mascotas**.



Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A.

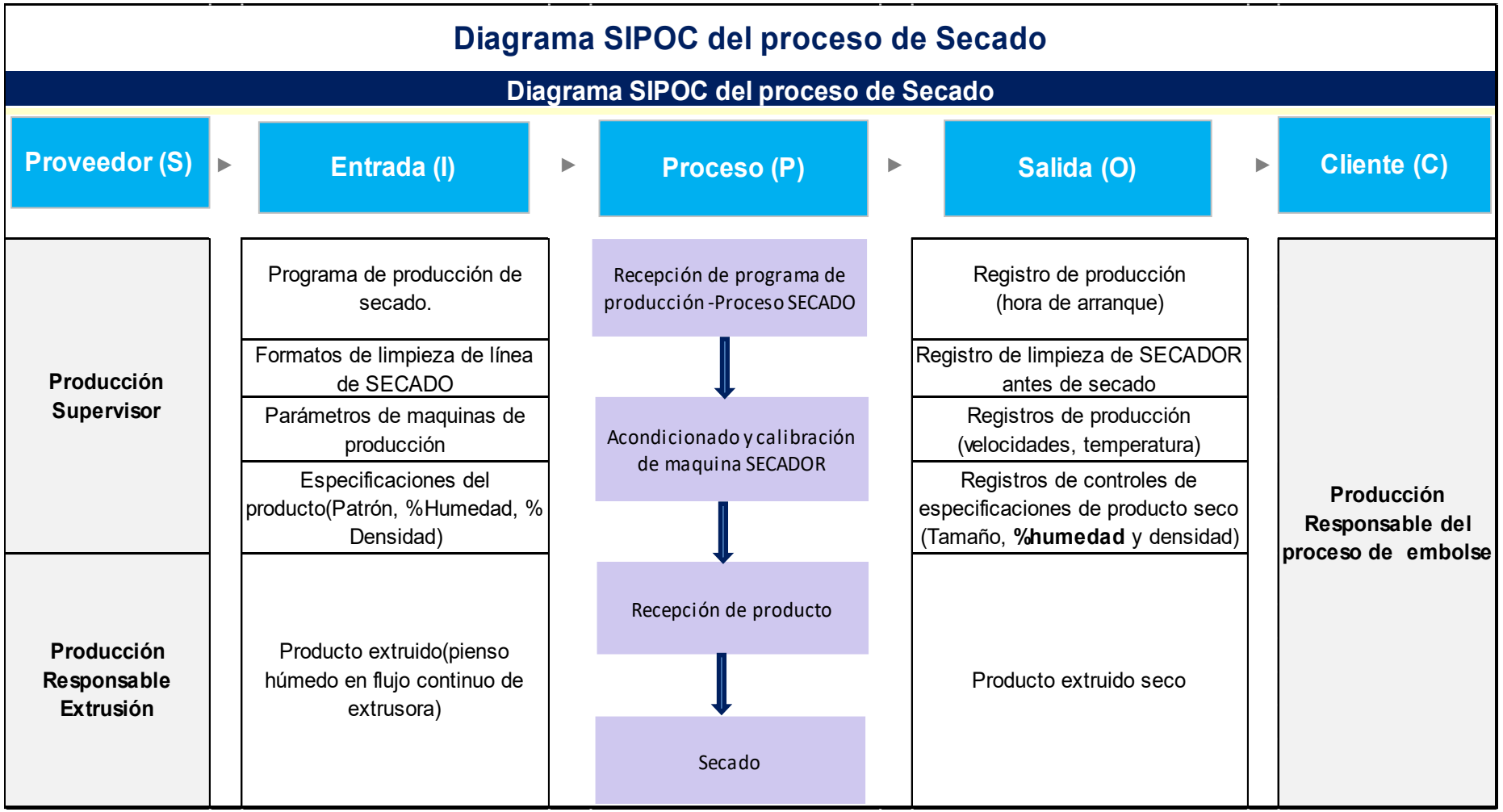
De la *Figura* 18 se observa que el proceso que genera más reprocesos es el proceso el secado con 68743.12 kilos en seis meses de producción.

Tanto la *Figura* 17 y 18 ponen en evidencia que en el proceso de secado se origina la mayor cantidad de mermas y reprocesos durante la producción de piensos para mascotas, por tanto, es necesario conocer más a detalle de que subprocesos, actividades, tareas, proveedores internos y otros está conformado este proceso y a su vez conocer cuáles son las variables críticas de calidad para este proceso.

4.2.1.3. Mapa de procesos SIPOC del proceso de Secado

Es necesario conocer y entender el proceso de secado para de acuerdo con ello identificar los posibles problemas que originen sus deficiencias, ver *Figura* 19. En esta etapa analizaremos el entorno del proceso de secado de Rinti S.A.

Figura 19. **Diagrama SIPOC del proceso de SECADO**



Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A.

Del diagrama SIPOC del proceso de secado se observa que en esta etapa de producción se miden especificaciones del producto que más adelante serán identificadas como variables críticas de calidad.

4.2.1.4. Identificación de variables críticas de calidad y productividad

- **Variables críticas de calidad:**

Para definir las variables críticas de calidad del producto y proceso se realizó la descripción del producto. En la *Tabla* 11 se describe el producto fabricado por Rinti S.A.

Tabla 11. **Descripción del pienso para mascotas de la empresa Rinti S.A**

Descripción del producto	Extruido de característica seca, con tamaño y textura acorde a requerimientos de las mascotas.
Especies:	Perro - Gato
Características nutricionales	• Proteínas min 20% • Grasas min 7% • Fibras máx. 4.5% Los requerimientos nutricionales varían de acuerdo a la especie de destino, raza y edad.
Variables críticas de calidad del proceso de secado	• Humedad -Perro: 8±0.5 % -Gato: 6±0.5% • Densidad

Nota. Elaboración propia a partir de Rinti S.A

De la *Tabla* 12 se observa que la empresa Rinti S.A. posee tres variables críticas de calidad que son críticas para el cliente los cuales son:

Tabla 12. **Variables críticas de calidad de la empresa Rinti S.A para piensos de mascotas**

Variable	Descripción Operacional	Criticidad
Humedad	Brinda la textura (blanda, crocante) en el producto y controla el deterioro por hongos.	**A**
Color	Característica física del producto que puede generar una percepción de buen estado del alimento hacia el dueño de mascota.	**B**
Apariencia	Característica física del producto que puede generar una percepción de buen estado del alimento hacia el dueño de mascota.	**B**

Nota. Elaboración propia a partir de Rinti S.A

Tabla 13. **Variables críticas de producción la empresa Rinti S.A para piensos de mascotas**

Variable	Descripción Operacional	Criticidad

Mermas	Producto no conforme, que es destinado al desecho por incumplimiento de especificaciones de calidad. Producto perdido por exceso de secado de harinas durante el proceso de producción (diferencia del rendimiento del producto en comparación al obtenido)	**A**
Reprocesos	Producto no conforme, que es destinado a incumplimiento de especificaciones de calidad.	**A**

Nota. Elaboración propia a partir de Rinti S.A

De la *Tabla* 13 se observa que se tiene dos variables críticas de producción tales como las mermas y los reproceso.

4.2.1.5. Chárter del proyecto:

El proyecto se desarrollará de acuerdo al siguiente marco conceptual:

Tabla 14. **Chárter del proyecto Seis Sigma**

Chárter del Proyecto **Fecha 05/2019** **Versión 2.0**
Título/Propósito: Reducción de la variabilidad de variable de calidad de producto que originan mermas y reprocesos en el proceso de SECADO.
Necesidades del negocio hacer entendidas: Dentro del proceso de secado de piensos para mascotas, existen variables críticas que definen si

el producto es conforme o no conforme, los cuales originan el mayor porcentaje de mermas y reprocesos. Cuando se tiene mermas y reprocesos elevados la productividad es baja y las consecuencias son costos de producción elevados.

Declaración del problema: Los resultados de humedad del producto en el proceso de secado son uno de los factores que definen la productividad, las especificaciones del producto son de 7.5% a 8.5% pero con frecuencia el proceso tiene humedades con tendencia hacia 7.5%, siendo el ideal 8% para el caso de alimento para perros, mientras para gatos la humedad es de 5.5% a 6.5%, donde se puede apreciar resultados de hasta 5%,por lo que existe un exceso de secado es decir menor cantidad de agua lo cual significa que se produce menor peso de producto con mayor cantidad de materia prima, lo mismo sucede con los reprocesos estos son originados por la falta de control de los porcentajes de humedad.

Necesidades del negocio a ser atendidas: Exceso de variabilidad de las CTQ (humedad del producto final).

Declaración de problema:

Porcentajes de humedades del proceso de secado:

- Perro: 7.5-8.5%
- Gato: 5.5-6.5%

Mermas de producción por exceso de secado

- Alimentos de Gatos > 4%
- Alimentos de perros > 2.5%

Reprocesos por secado >2 %

Baja productividad <90%

Objetivo: Reducir la variabilidad del proceso de secado(%humedad) y mejorar el nivel sigma.

Alcance: Línea de producción de piensos (extruido para mascotas-perros y gatos).

Roles y responsabilidades:

Jefe de producción: Brindar los recursos para el desarrollo del proyecto

Coordinador de mejora continua: Dirigir el proyecto y dar soporte a nivel de entrenamiento y herramientas de mejora.

Líder de proceso: Reportar todas las incidencias y oportunidades de mejora: Operarios de producción: Ejecutar las tareas del proyecto y reportar incidencias durante su desarrollo.
Propietarios: Área de producción, Área de control de calidad
Métricas: Productividad, %mermas, % Reprocesos, nivel sigma.
Fecha de inicio del proyecto: 01-05-2019
Fecha planeada para finalizar el proyecto: 11-2019
Entrega del proyecto: Mejora de la productividad y nivel sigma :12-2019

Nota. Elaboración propia a partir de Rinti S.A.

4.2.1.6. Formación del Equipo Seis Sigma

El equipo Seis Sigma estará conformado por las siguientes personas:

- Jefe de producción
- Coordinador de mejora continua
- Líder del proceso de producción línea extruidos
- Operarios de Secado

4.2.2. Medición

En esta etapa es necesario conocer el estado actual del proceso de SECADO, para lo cual iniciamos calculando el nivel sigma y la capacidad del proceso en corto plazo en función a sus variables criticas cuantificables.

4.2.2.1. Nivel Sigma y Capacidad de del proceso de SECADO

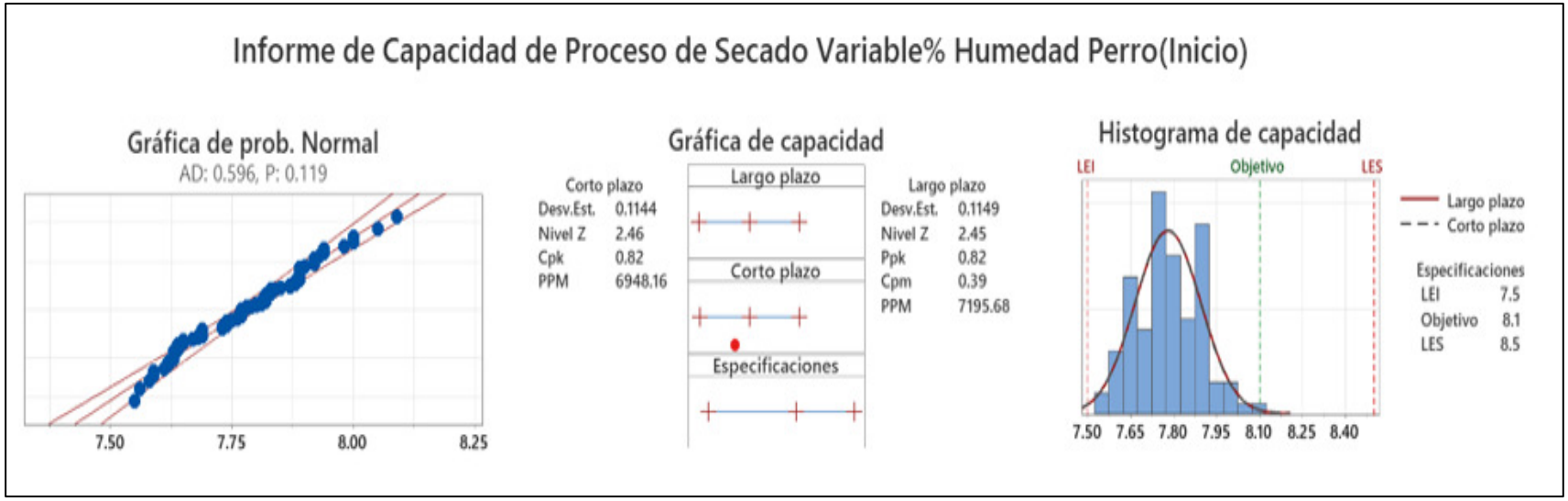
Antes del calculo de nivel sigma se valido el sistema de medición R&R, el cual dio como resultado de 20% el cual es aceptable pero con oportunidades de mejora.

Se recopilo información de la variable critica de calidad (% humedad) de cada lote de producción durante la fabricación de piensos para perros y gatos.

- Variable critica de calidad: % de humedad a la salida del proceso de Secado.
- Equipo medidor de humedad: Balanza de humedad

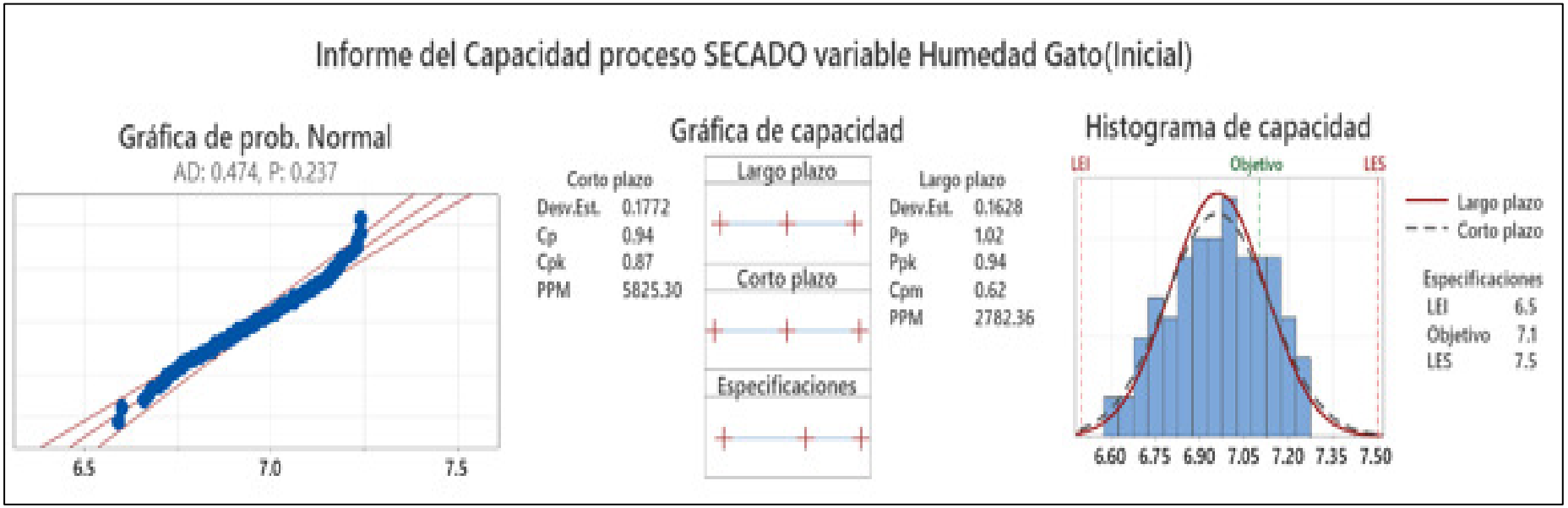
Prueba de normalidad, capacidad de proceso y nivel z: Antes del cálculo de la capacidad de proceso es necesario conocer si el proceso sigue una distribución normal, para luego realizar el cálculo de la capacidad de proceso y el nivel z tanto para productos destinados a perros y gatos, en esta oportunidad se empleada la herramienta MINITAB 18, ver *Figura* 20 y 21

Figura 20. **Prueba de normalidad y análisis de capacidad de proceso para la variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO perros).**



Nota: Elaboración propia a partir de datos de lotes de productos extruidos.

Figura 21. **Prueba de normalidad y análisis de capacidad de proceso para la variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO gatos).**



Nota: Elaboración propia a partir de datos de lotes de productos extruidos

De la *Figura* 20 y 21 se observa que el valor de p es 0.119 y 0.235, mayor que 0.05, así que no hay suficiente evidencia de que los datos no están distribuidos normalmente, el proceso de SECADO sigue tiene una distribución normal.

Por otro lado, también se observa que se tiene valores de Cpk de 0.82 y 0.84 lo que da entender que el proceso no está centrado y posiblemente no esté cumpliendo con los requisitos del cliente. El proceso está funcionando demasiado cerca de los límites de especificación. El proceso no está centrado y tiene una tendencia hacia los limites inferiores, por lo que el Cpk, el proceso tiene muchas oportunidades de mejora a corto plazo siempre en cuando se reduzca la variabilidad del proceso de SECADO (% humedad).

Asu vez el nivel Z del proceso de secado para la variable % de humedad es de 2.45 y 2.52 que de acuerdo a la herramienta MINITAB 18, este valor es un indicador del nivel sigma incrementado en 1.5, por tanto, el nivel sigma vendría a ser 3.95 y 4.02.

En resumen, en la *Tabla* 15 se muestra los resultados de las métricas sigma iniciales del proceso de SECADO.

Tabla 15. **Resumen de métricas Seis Sigma del proceso de SECADO variable Humedad final del producto**

	Piensos Perros	Piensos Gatos
Variable critica de calidad	Humedad del producto	Humedad del producto
Distribución del proceso	Normal; Valor P:0.119>0.05	Normal; Valor P:0.237 >0.05
Capacidad de proceso Cp	Proceso capaz; Cp: 1.46>1	Proceso capaz; Cp: 0.94>1
Capacidad potencial del proceso Cpk	0.82<1.33	0.87<1.33
Capacidad de proceso Cp Perro	0.68<1.33	0.62<1.33
Tendencia	No centrado	No centrado
Z	2.46	2.52
Nivel sigma	3.96	4.02

Nota. Elaboración propia a partir de datos del proceso de SECADO Rinti S.A.

4.2.2.2. Análisis del modo efecto falla AMEF del proceso de SECADO

Es necesario conocer las fallas potenciales del proceso de SECADO, en la *Figura* 22 se detalla las posibles fallas del proceso y sus efectos, los cuales originan problemas que puedan ser detectados por cliente. En esta matriz es importante detectar aquellas fallas que tengan mayor valoración ya que significan riesgos hacia el cliente, ver *Figura* 22.

Figura 22. **Análisis modo efecto falla AMEF para el proceso de SECADO**

ANÁLSIS MODAL DE FALLAS Y EFECTOS AMEF

AREA	Producción	**PROCESO**	Secado	**CREADO**	Luz Taipe	**FECHA AMEF**	May-19
LINEA	Extruidos	**SECCIÓN**	Secado	**VERSIÓN**	1		

												RESULTADO DE ACCIONES				
				1		2		3	4				5	6	7	8
No.	Función	Falla potencial	Efecto	SEV	Causas potenciales	OCC	Controles actuales	DECT	RPN	Acciones recomendadas	Responsables	Acciones tomadas	SEV	OCC	DET	RPN
1	Recepción de programa de producción	Cambio del programa de producción	Tiempo adicional de ajuste de maquina	1	Planificación de producción incorrecta	4	Ninguno	3	12							
2	Limpieza de línea de horno SECADOR	Limpieza inadecuada de SECADOR	Productos mezclados	8	Falta de distribución de tiempos para paradas de línea	3	Ninguno	7	168							
3	Verificación de operatividad de maquina SECADOR	Quemadores y fajas inoperativas	Falla de proceso de SECADO, tiempo de parada para reparación, reprocesos	3	Asignación de tiempos de paradas de línea necesarias para el proceso	3	Registro de parámetros de SECADOR	5	45							
4	Ajuste de quemadores	Error de calibración de quemadores	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de estandarización de parámetros de proceso de SECADO	3	Registro de parámetros de SECADOR	5	105							
5	Ajuste de velocidad de faja	Error de calibración de fajas	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de estandarización de parámetros de proceso de SECADO	3	Registro de parámetros de SECADOR	5	105							
6	Secado	Falta de seguimiento de arranque de secado	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de asignación de tiempos para desarrollo de funciones	2	Registro de parámetros de calidad del producto final	3	42							
7	Medición de especificaciones de calidad (% Humedad)	Falta de medición de variable de calidad	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de equipo disponible para medir variable de humedad	7	Registro de parámetros de calidad del producto final	7	343							

Nota: Elaboración propia a partir de datos de lotes de productos de Rinti S.A.

Del análisis modal de fallas AMEF se desprende que existen funciones como la limpieza de línea, ajuste de quemadores, fajas y medición de especificaciones de calidad que originan efectos en el producto que tienen riesgo alto de ser detectados por cliente.

Estos hallazgos serán empleados en la etapa de análisis para definir sus causas y posteriormente en la etapa de mejora se volverá a revisar sus valores para evaluar el nuevo impacto en el cliente.

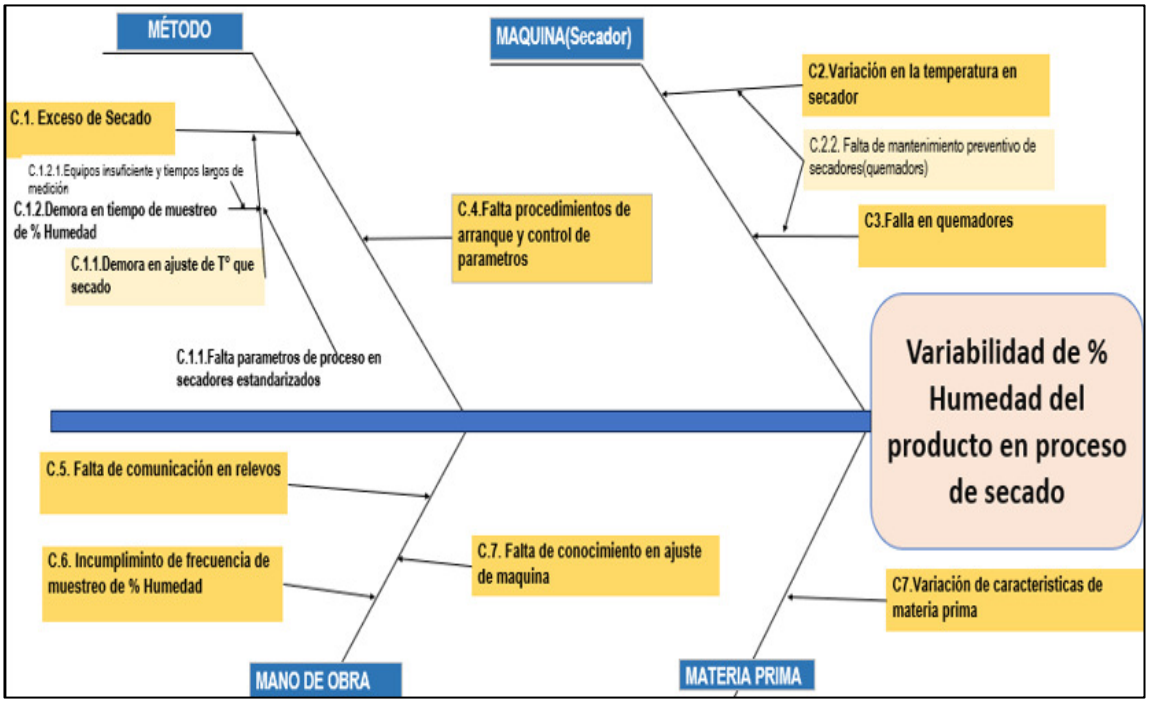
4.2.3. Análisis

En esta etapa se debe hallar las causas que originan la variabilidad en el proceso de SECADO con consecuencia falta de cumplimiento de la variable critica de calidad (% Humedad). Como paso inicial desarrollamos en diagrama de causa efecto Ishikawa.

4.2.3.1. Diagrama de causa y efecto

Se realiza para el proceso de secado y variabilidad de humedad que tiene oportunidad de mejora e influye en la cantidad de mermas y reprocesos, ver *Figura* 23.

Figura 23. **Diagrama de causa efecto para el proceso de SECADO (Variabilidad del porcentaje de humedad del producto final)**



Nota: Elaboración propia

Del análisis de Causa Raíz se observa que existen Causas en todas las 4 M como: Falla de quemadores, variación de temperatura en secadores, exceso de secado, falta de procedimientos, demora en ajustes de T°, incumplimiento de frecuencia de muestreo y otros.

Posterior a ello como parte de la fase de análisis también se aplicó la herramienta de solución de problemas para el exceso de secado, el cual hace referencia a productos que tienen resultados de %humedad por debajo de la especificación y es una de las principales causas de las mermas elevadas ya que el este exceso de secado significa obtener menos productos programados por evaporación del agua en el Análisis y Solución de problemas con 3D´s se detalla el análisis de esta causa potencial, ver *Figura* 23.

4.2.3.2. Análisis y solución de problemas con 3D´s.

Del análisis de capacidad de proceso *Figura* 24 se observa la distribución de los resultados de humedad, evidenciándose que el proceso tiene una tendencia hacia los limites inferiores, por tanto, se desarrolló una análisis y solución de problemas con 3D´s en función a esta tendencia que vendría ser exceso de secado.

Figura 24. **Análisis y Solución de problemas con 3 D´s para proceso de SECADO.**

Análisis y Solución de problemas con 3 D´s

Proceso	SECADO	Descripción:	Secado de extruidos	Fecha:	Jun-19	Reporte # :	1

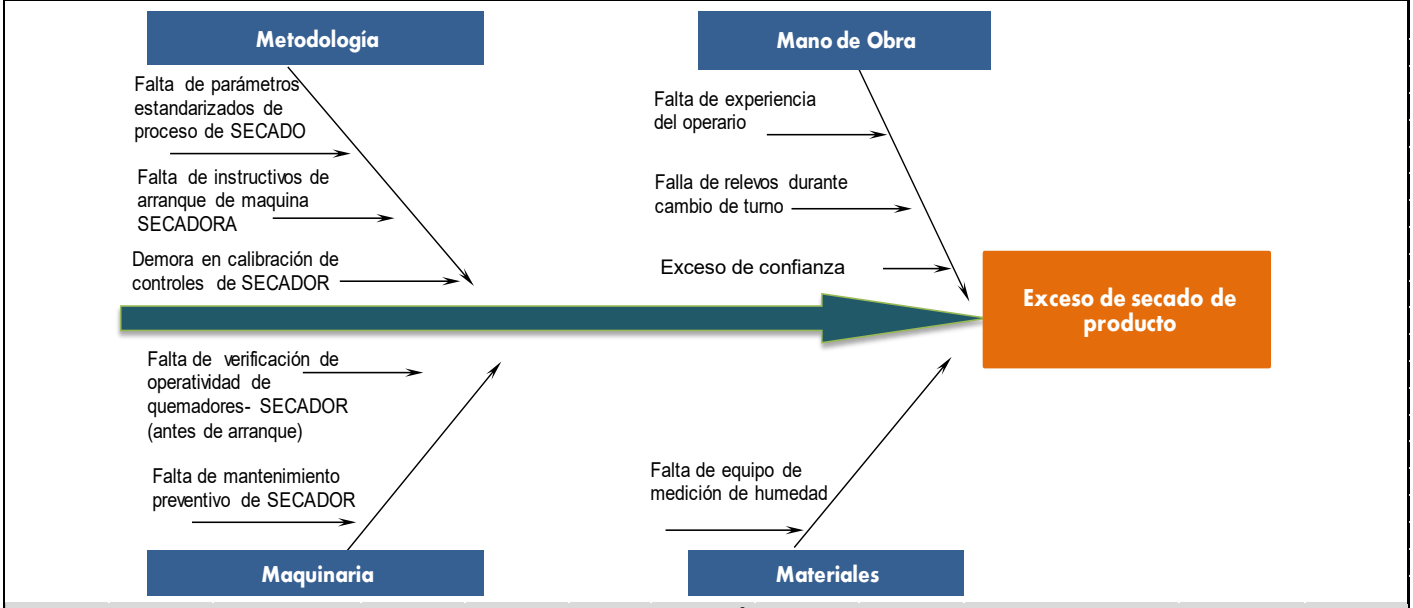
PROBLEMA

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:		
Productos extruidos con variabilidad elevada de humedad final. Deficiencias de secado (Exceso de secado),		
3. DESCRIBIR DEL PROBLEMA:	**ES**	**NO ES**
CUANDO:	Arranque de proceso de SECADO	Final de proceso de SECADO
DONDE:	Proceso de SECADO	Proceso de SECADO
COMO:	Valores de secado menor al establecido por el proceso <8	Valores de humedad entre 8 a 8.5
CUANTOS:	Toneladas de producción al arranque	Toneladas de producción dentro de especificaciones

2. ACCIONES DE EMERGENCIA:	Responsable	Status
Revisión de quemadores por área de mantenimiento	Mantenimiento	Ejecutado

4. ACCIONES DE CONTENCIÓN	Responsable	Status
Mayor frecuencia de medición de humedad	Operador	En proceso
Mayor inspección del producto en proceso	Calidad	En proceso

CAUSA



SOLUCIÓN

6. ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENT	Responsable	Fecha	Status
Verificación de quemadores de horno	Manteniendo	Jun-19	Finalizado
Mayor frecuencia de humedad	Calidad-Prod	Jun-19	Finalizado

7. ACCIONES PREVENTIVAS	Responsable	Fecha
Estandarización de parámetros de SECADO	Producción	Ago-19
Instructivo de arranque de proceso de SECADO	Producción	Ago-19
Implementación de control de humedad durante cambio de turno	Producción	Jun-19
Implementación de control de quemadores	Producción	Jun-19
Verificación de programa de mantenimiento preventivo SECADOR	Producción	Ago-19

Preparado por:	Luz Taipe	Revisado por	Gerencia Planta	Aprobado por	MIEMBROS DEL EQUIPO PARA SOLUCION DEL PROBLEMA:	

Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A.

Del análisis y solución de problemas con 3 D´s realizado al proceso de secado, problema “exceso de secado”, se tiene varias causas y se planteó acciones correctivas y preventivas que serán ejecutadas en la etapa Mejora.

Para complementar el hallazgo de las causas raíz que origina la variabilidad de los resultados de humedad de producto en el proceso de secado y que de acuerdo con la *Figura* 25 los resultados tienen a tener valores inferiores es decir exceso de secado, se procederá a realizar el análisis de causas con el diagrama de cinco porque solo para aquellas causas que correspondan y de esa manera se podrá desarrollar la etapa de MEJORA.

4.2.3.3. Diagrama Porque para el exceso de secado

De la *Figura* 25 se observa las causas raíz para los 4 factores (mano de obra, metodología, maquinaria y materiales), estas mismas causas junto con las halladas en la *Figura* 25 Análisis y Solución de problemas con 3 D´s serán utilizadas en la etapa de MEJORA.

Figura 25. **Diagrama Cinco Porque de la variabilidad del %Humedad proceso de SECADO (problema exceso de SECADO)**

Figura 25. **Diagrama Cinco Porque de la variabilidad del %Humedad proceso de SECADO (problema exceso de SECADO)**

¿Variabilidad de los resultados de humedad (exceso de secado) de los productos en el área de secado?				
Factores	**Porque 1**	**Porque 2**	**Porque 3**	**Porque 4**
Mano de obra	Falta de experiencia operario	Falta de capacitación	Falta de programa de capacitación para personal operario	
Metodología	Demora en la calibración de controles de secador	Demora en entrega de resultados iniciales de humedad	El equipo medidor de humedad está lejos del proceso SECADO	Existe solo un equipo validado en laboratorio de calidad
	Falta de estandarización de parámetros de secado por producto	Falta de validación de procesos de SECADO	Falta procedimiento de revisión de procesos y elaboración de parámetros	
	Falta de instructivos de arranque de SECADOR	Falta procedimiento de revisión de procesos y elaboración de parámetros		
Maquinaria	Falla de quemadores	Falta de inspecciones de quemadores antes de la producción semanal	Falta de programación de mantenimiento preventivo de quemadores	
Materiales – insumos	Falta de equipos de medición de humedad			

Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A

4.2.4. *Mejorar*

Una vez analizada las causas que generan la variabilidad del porcentaje de humedad se procede con la implementación de la mejora.

Del Análisis y Solución de problemas con 3 D´s, Diagrama de Ishikawa y diagrama de cinco porque se identificaron las causas principales de la variabilidad e la humedad, las cuales fueron clasificadas en orden de prioridad de implementación en función a:

- Impacto en la variabilidad del proceso de secado
- Frecuencia con la que ocurre la causa
- Facilidad de implementación o solución

Para luego en una escala de 1 a 5 se puntuará de la siguiente manera

5 = Muy alto / muy frecuente / muy fácil

1 = Muy bajo / rara vez / muy difícil

En la *Tabla* 16 se estableció el plan de acción para las causas identificadas, así como el orden de prioridad de implementación para reducir la variabilidad.

Tabla 16. **Plan de acciones correctivas, preventivas de mejora en función a prioridad**

Prioridad	Puntaje	Prioridad	Causa	Plan	Area	Fecha
1	13	Alta	Falta de capacitaciones de operaciones	Capacitaciones operacionales, manejo de equipos, relevos y otros	RRHH/Producción/Calidad	Ago-19
2	13	Alta	Falta de parámetros de Proceso	Estandarización de parámetros de proceso de secado	Producción/Calidad	Ago-19
3	13	Alta	Incumplimiento de frecuencia de muestreo	Revisión de frecuencia de toma de muestra de humedad	Producción/ Calidad	Jun-19
4	10	Media	Dificultad de arranque de operación	Estandarización de la temperatura de quemador arranque	Producción/Calidad/ Mantenimiento	Ago-19
5	10	Media	Dificultad de arranque de operación	Check List de arranque	Producción/Calidad/Mantenimiento	Ago-19
6	9	Media	Falta de Actualización de procedimiento de producción	Actualización del procedimiento de producción de secado	Producción	Ago-19
7	9	Media	Variación de T° de secadores	Mantenimiento preventivo de secadores	Mantenimiento	Ago-19
8	9	Media	Equipos insuficientes para mediciones	Compra de nuevos equipos de medición	Producción/Calidad	Ago-19
9	8	Baja	Variación de características de MP	Evaluación de MP y formulación para ajuste de receta	Producción/I+D	Oct-19

Nota. Elaboración propia a partir de Rinti S.A

Del plan de acción planteado para la mejora de la variabilidad del porcentaje de humedad en el proceso de secado, se ejecutaron los 9 planes quedando pendiente 1, ver *Tabla* 17. Los cuáles serán revisados como oportunidad de mejora en proceso de secado.

Tabla 17. **Plan de acciones correctivas, preventivas de mejora ejecutadas y no ejecutadas**

PROCESO: MEJORA CONTINUA VERSION:01 **PLAN DE ACCIÓN**		
Acciones No solicitud	**Acciones Pendientes**	**Acciones Ejecutadas**
Capacitaciones operacionales, manejo de equipos, relevos y otros	0	1
Estandarización de parámetros de proceso de secado	0	1
Revisión de frecuencia de toma de muestra de humedad	0	1
Estandarización de la temperatura de quemador arranque	0	1
Check List de arranque	0	1
Actualización del procedimiento de producción de secado	0	1
Mantenimiento preventivo de secadores	0	1
Compra de nuevos equipos de medición	0	1
Evaluación de MP y formulación para ajuste de receta	1	0
Total	1	8
Acciones Pendientes 1 Acciones Ejecutadas 8		

Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A

En la *Figura* 26 se observa parámetros implementados a la operación de secado para la mejora del proceso durante el secado, ver *Figura* 26.

Figura 26. **Parámetros de operación en proceso de secado y frecuencia de monitoreo de variables de proceso**

PARÁMETROS EN PROCESO DE SECADO Y FRECUENCIA DE MONITOREO				RPR-E001
Nº	CONTROLES		PRODUCTO	
			Línea 1	Línea 2
1	T° de exhauster ºC	Perro	55-70	70-85
2		Gato	48-60	N.A.
3	Tº Quemador	Perro	75-125	95-105
4		Gato	65-95	N.A.
5	Densidad	Perro	380-420	380-420
		Gato	380-410	N.A
6	Humedad Final	Gato	6.5 - 7.5	6.5 - 7.5
		Perro	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5
7	Actividad de Agua (para todos los productos)		<0,61	<0,61
9	Apariencia		Según patrón	Según patrón

* Frecuencia de monitoreo cada 60 min

Nota: Elaboración propia

Se desarrollo un check list de arranque que permita verificar la correcta operatividad de equipos del proceso de secado para garantizar la operatividad durante el proceso de producción, ver *Figura* 27

Figura 27. **Check List de arranque de operación**

INICIO DE PRODUCCIÓN-CHECK LIST DE ARRANQUE Línea Extruidos						
LINEA:		**FECHA:**		**OPERADOR:**		
SUPERVISOR:				**TURNO:**		
ITEM	**ACTIVIDAD**					**Estado(Si/No)**
Verificar limpieza y optimas condiciones de la Maquina y componentes:						
1	Área limpia y libre de materiales ajenos al área de secado					
2	Los filtros de aceites que se encuentran limpios					
3	Encendido de los tableros con personal de mantenimiento					
4	Equipos limpios(Secador, transporte helicoidal, elevadores, enfriador y cilindro de cobertura)					
5	Coordinar con el operador de aceites para que abra las válvulas de los aceites.					
6	Probar encendiendo en vacío los equipos 30 minutos					
7	Los quemadores (1,2,3)del secador se encuentran operativos					
8	Encender las bombas de aceite asegurando que los aceites lleguen al punto de coberturado.					
9	Revisar el programa de Producción					

Registrar la información cada inicio de semana en todas las líneas de Extrusión

Nota: Elaboración Propia.

Maquinaria: Se definió como plan de acción la verificación del plan de mantenimiento que contemple las inspecciones y mantenimientos preventivos de los tableros de control de los hornos, así como de los quemadores para lo cual dentro de la *Figura* 28 se puede apreciar que ya se incluye estos monitoreos en periodos de tiempos designados por el área de mantenimiento, estos trabajos se afinaron hasta diciembre del 2019, con el fin de iniciar correctamente el periodo 2020, ver *Figura* 28.

Figura 28. **Programa de mantenimiento preventivo 2019 equipos de Secadores**

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS-HORNO **RMN-P003**

Op	Equipo	Tipo Tarea	Descripción	Especialidad	Mano Obra	Duración	Horas Hombre	Frecuencia
1	Horno	Preventiva	Ajuste de pernos de esteras	Mecanica	2	12.00 hora(s)	24.00 hora(s)	6M
2	Horno	Preventiva	Cambio de rodamientos y retenes (Motor ventilador)	Mecanica	4	12.00 hora(s)	48.00 hora(s)	12M
3	Horno	Preventiva	Cambio de rodamientos y retenes (Motor principal)	Mecanica	4	6.00 hora(s)	24.00 hora(s)	12M
4	Horno	Preventiva	Mantenimiento de quemador (Motor, Rodete)	Mecanica	2	12.00 hora(s)	24.00 hora(s)	12M
5	Horno	Preventiva	Cambio de rodamientos y retenes (Motorreductor Gusano de finos)	Mecanica	2	5.00 hora(s)	10.00 hora(s)	12M
6	Horno	Preventiva	Cambio de rodamientos y retenes (Motorreductor Espacidor)	Mecanica	2	8.00 hora(s)	16.00 hora(s)	12M
7	Horno	Preventiva	Cambio de cadena (transmisión)	Mecanica	2	4.00 hora(s)	8.00 hora(s)	12M
8	Horno	Preventiva	Mantenimiento de estructura	Mecanica	2	8.00 hora(s)	16.00 hora(s)	12M
9	Horno	Preventiva	Cambio de piñones (transmisión)	Mecanica	2	4.00 hora(s)	8.00 hora(s)	24M
10	Horno	Preventiva	Cambio de Chumaceras (transmisión)	Mecanica	2	8.00 hora(s)	16.00 hora(s)	24M
11	Horno	Preventiva	Limpieza y ajustes de contactos (microswitch ,vacuometro, presostatos, solenoides, electrodos)	Electrica	2	4.00 hora(s)	8.00 hora(s)	1M
12	Horno	Preventiva	Limpieza de ventiladores de quemadores	Electrica	1	3.00 hora(s)	3.00 hora(s)	1M
13	Horno	Preventiva	Limpieza de soplador de quemadores	Electrica	1	2.00 hora(s)	2.00 hora(s)	1M
14	Horno	Preventiva	Limpieza de tablero Electrico	Electrica	1	1.00 hora(s)	1.00 hora(s)	3M
15	Horno	Preventiva	Limpieza y ajustes de contactos (microswitch ,vacuometro, presostatos, solenoides, electrodos)	Electrica	2	4.00 hora(s)	8.00 hora(s)	3M
16	Horno	Preventiva	Limpieza de ventiladores de quemadores	Electrica	1	3.00 hora(s)	3.00 hora(s)	3M
17	Horno	Preventiva	Limpieza de soplador de quemadores	Electrica	1	2.00 hora(s)	2.00 hora(s)	3M
18	Horno	Preventiva	Ajuste de contactos de los dispositivos del Tablero Electrico.	Electrica	1	1.00 hora(s)	1.00 hora(s)	6M
19	Horno	Preventiva	Limpieza de tablero Electrico	Electrica	1	1.00 hora(s)	1.00 hora(s)	6M
20	Horno	Preventiva	Limpieza y ajustes de contactos (microswitch ,vacuometro, presostatos, solenoides, electrodos)	Electrica	2	4.00 hora(s)	8.00 hora(s)	6M
21	Horno	Preventiva	Limpieza de ventiladores de quemadores	Electrica	1	3.00 hora(s)	3.00 hora(s)	6M
22	Horno	Preventiva	Limpieza de soplador de quemadores	Electrica	1	2.00 hora(s)	2.00 hora(s)	6M
28	Horno	Preventiva	Limpieza de soplador de quemadores	Electrica	1	2.00 hora(s)	2.00 hora(s)	12M
29	Horno	Preventiva	Limpieza y ajustes de contactos (sensores de temperatura, moduladora, sensores de velocidad, presost	Electronica	2	1.00 hora(s)	2.00 hora(s)	3M
30	Horno	Preventiva	Calibración y revision de sensores de Analizador de humedad de entrada	Electronica	1	3.00 hora(s)	3.00 hora(s)	3M
32	Horno	Preventiva	Ajustes de caja de paso y conectores (zonas).	Electronica	2	1.00 hora(s)	2.00 hora(s)	6M
36	Horno	Preventiva	Ajustes y modulacion de moduladora de gas.	Electronica	1	4.00 hora(s)	4.00 hora(s)	12M
37	Horno	Preventiva	Ajustes de caja de paso y conectores (zonas).	Electronica	2	1.00 hora(s)	2.00 hora(s)	12M

Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A

Mano de Obra: Se definió la implementación de capacitaciones que nivelen el conocimiento de los operadores en proceso de Secado, así como de los controles de proceso necesarios y la metodología de medición del porcentaje de humedad de la croqueta en esta estación, rutinas de relevo la misma que fue calendarizada y ejecutada hasta el mes de julio y entrega de resultados el mes de agosto del 2019, ver *Figura* 29.

Figura 29. ***Programa de Capacitaciones área Producción***

PROGRAMA DE CAPACITACIONES **RRH-F005**

SUSTENTO DE LA NECESIDAD DE LA CAPACITACIÓN	
A.	ELEVAR EL NIVEL DE COMPETENCIA / EL PERFIL LO REQUIERE
B.	MEJORA DE LOS SERVICIOS Y/O PROCESOS / IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCESOS
C.	INGRESO DE NUEVO PERSONAL
D.	OBJETIVOS DE LA CALIDAD

EFICACIA DE LA CAPACITACIÓN	
3	CAPACITACIÓN EFICAZ, TODOS APLICAN EFICAZMENTE EL CONOCIMIENTO ADQUIRIDO.
2	CAPACITACIÓN MEDIANAMENTE EFICAZ, SOLO ALGUNOS APLICAN LO APRENDIDO EN FORMA EFECTIVA
1	CAPACITACIÓN INEFICAZ, NO APLICAN EFICAZMENTE LO APRENDIDO

(*) Si la eficacia de la capacitación tuvo como resultado una puntuación de 1 o 2 se requerirá tomar acciones

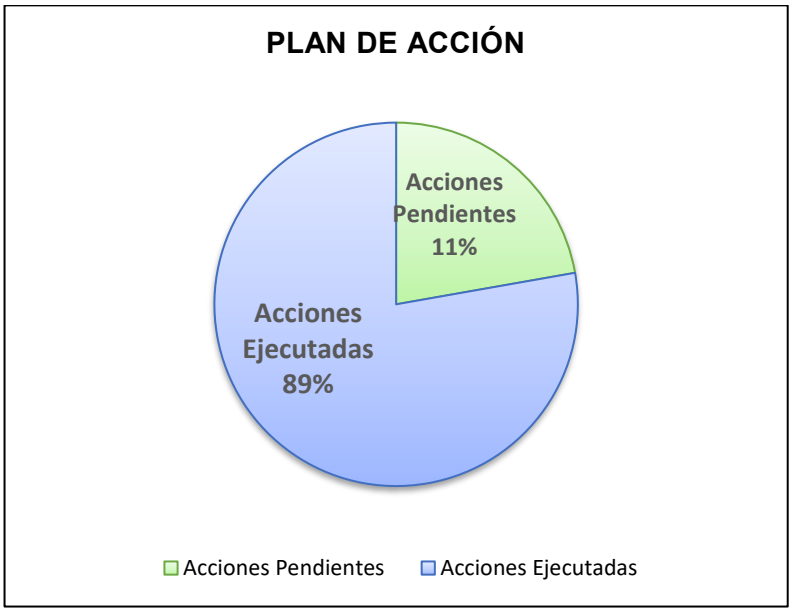
REQUERIMIENTO					REALIZACIÓN		EVALUACIÓN			
Nº	CAPACITACIÓN REQUERIDA	SUSTENTO DE LA NECESIDAD	DIRIGIDA A	FECHA PROGRAMADA	DURACIÓN (HORAS)	FECHA DE CAPACITACIÓN	EFICACIA	COMENTARIOS / OBSERVACIONES / ACCIONES A TOMAR (*)	FECHA DE EVALUACIÓN	EVALUADO POR
1	Manejo y Operatividad de Horno Línea 1	A	Personal de Extruidos	15/06/2019	02:00	15/06/2019	3	Participaron 90% de personal	15/06/2019	Supervisor Producción
2	Manejo y Operatividad de Horno Línea 1	A	Personal de Extruidos	22/06/2019	02:00	22/06/2019	3		22/06/2019	Supervisor Producción
3	Parámetros de Operación y Control en línea de	A	Personal de Extruidos	28/06/2019	01:00	28/06/2019	3		28/06/2019	Supervisor Producción
4	Mantenimiento Autónomo de secadores	B	Personal de Extruidos	6/07/2019	01:00	6/07/2019	2		6/07/2019	Supervisor Mantenimiento
5	Manejo de equipos de medición de % Humedad	A	Personal de Extruidos	13/07/2019	1:00	13/07/2019	3		13/07/2019	Supervisor de Calidad
5	Cambio de turnos efectivos	B	Personal de Extruidos	13/07/2019	1:00	13/07/2019	3		13/07/2019	Supervisor Producción

Nota. Elaboración propia.

Materiales: Se planteo la compra de nuevos equipos analizadores de porcentaje de humedad para poder agilizar el tiempo de toma de muestra y evitar las colas en el equipo ya que solo se cuenta con un analizador de humedad para las dos líneas, por lo que queda pendiente su compra hasta el fin de este proyecto

En *Figura* 30, se muestra el grado de cumplimiento del plan de acción desarrollado para el proyecto de reducción de la variabilidad el porcentaje de humedad en el proceso de secado.

Figura 30. **Porcentaje de ejecución de plan de acción en el proceso de SECADO para solucionar problema de variabilidad de humedad (exceso de secado)**



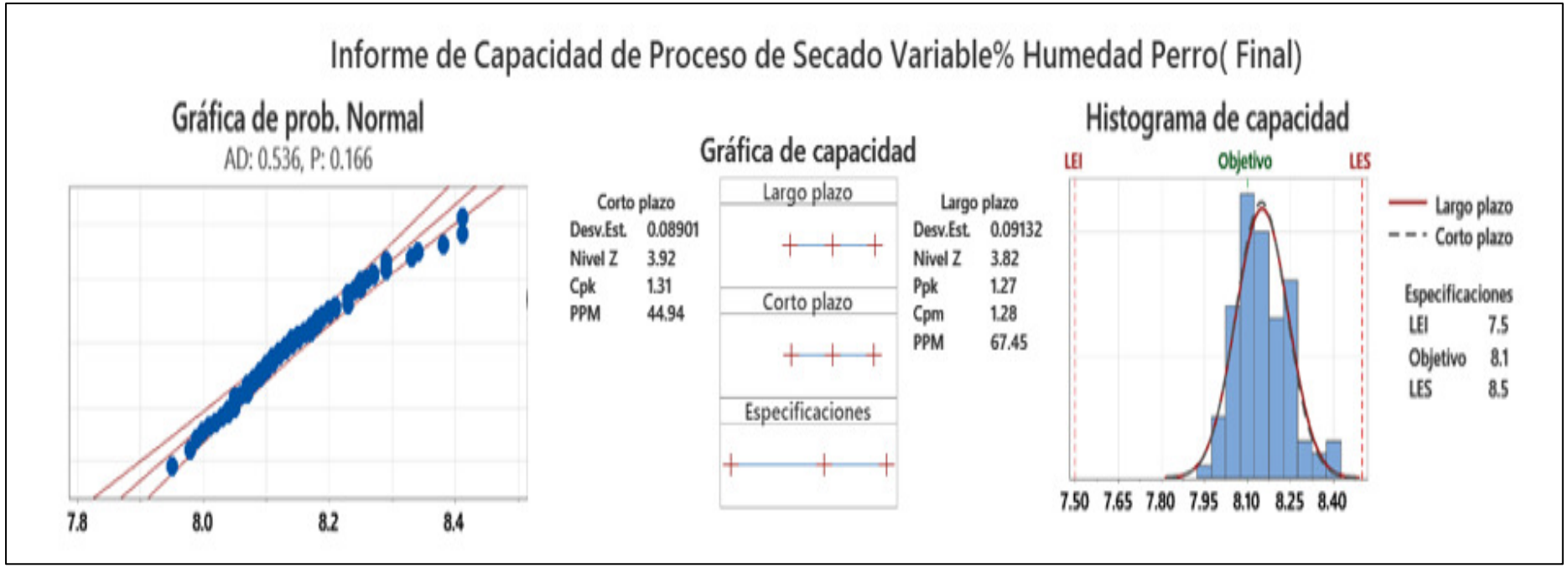
Nota: Elaboración propia a partir de Rinti S.A.

Del reporte se observa que solo se ejecutó el 89% de los proyectos de mejora para la reducción de la variabilidad del porcentaje de humedad en el proceso de secado, quedando pendiente el 11% de los proyectos como la compra de un equipo medidor de humedad para obtener resultados más rápidos y se pueda ajustar de manera más rápida el secador.

4.2.4.1. Resultados alcanzados después de mejora

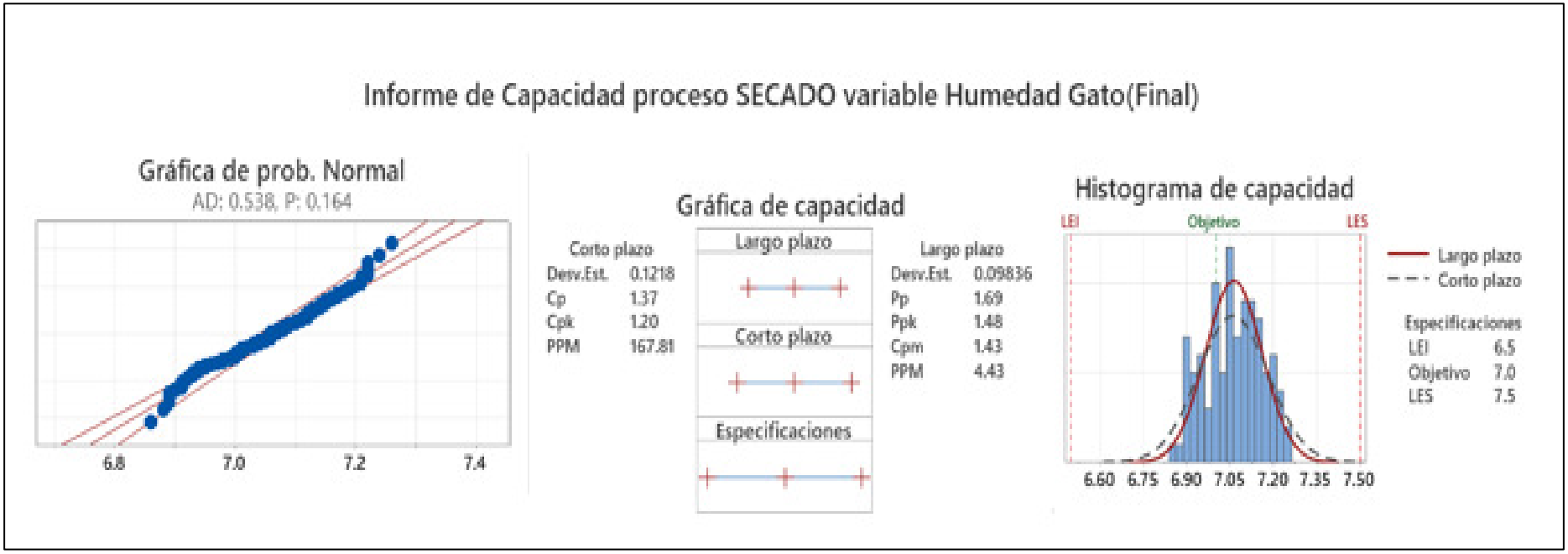
En la siguiente *Tabla* se resume el antes y después de la variable humedad en el proceso de SECADO, ver *Figura* 31 y 32.

Figura 31. **Informe de desempeño análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad después de Mejoras (% de humedad del** proceso de SECADO)



Nota: Elaboración propia

Figura 32. **Informe de desempeño análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad después de Mejoras (% de humedad del proceso de SECADO)**



Nota: Elaboración propia

Con los datos obtenidos y mostrados en la *Figura* 31 y 32 se sintetizo en la *Tabla* 18 para su mayor comparación

Tabla 18. **Resumen de métricas Seis sigma del proceso de SECADO variable Humedad final del producto**

Proceso	**Perro**	**Gato**
Variable critica de calidad	Humedad final del producto	Humedad final del producto
Distribución del proceso	Normal; Valor P0.166>0.05	Normal; Valor P0.164>0.05
Capacidad de proceso Cp	Proceso capaz; Cp: 1.85>1	Proceso capaz; Cp: 1.37>1
Capacidad potencial del proceso Cpk	Cpk:1.31	Cpk:1.2
Capacidad de proceso Perros	Cpm: 1.28	Cpm: 1.43
Tendencia	Centrado a la derecha	Centrado a la derecha
Z	3.82	3.59
Nivel sigma	5.32	5.09

Nota: Elaboración propia a partir de datos del proceso de SECADO

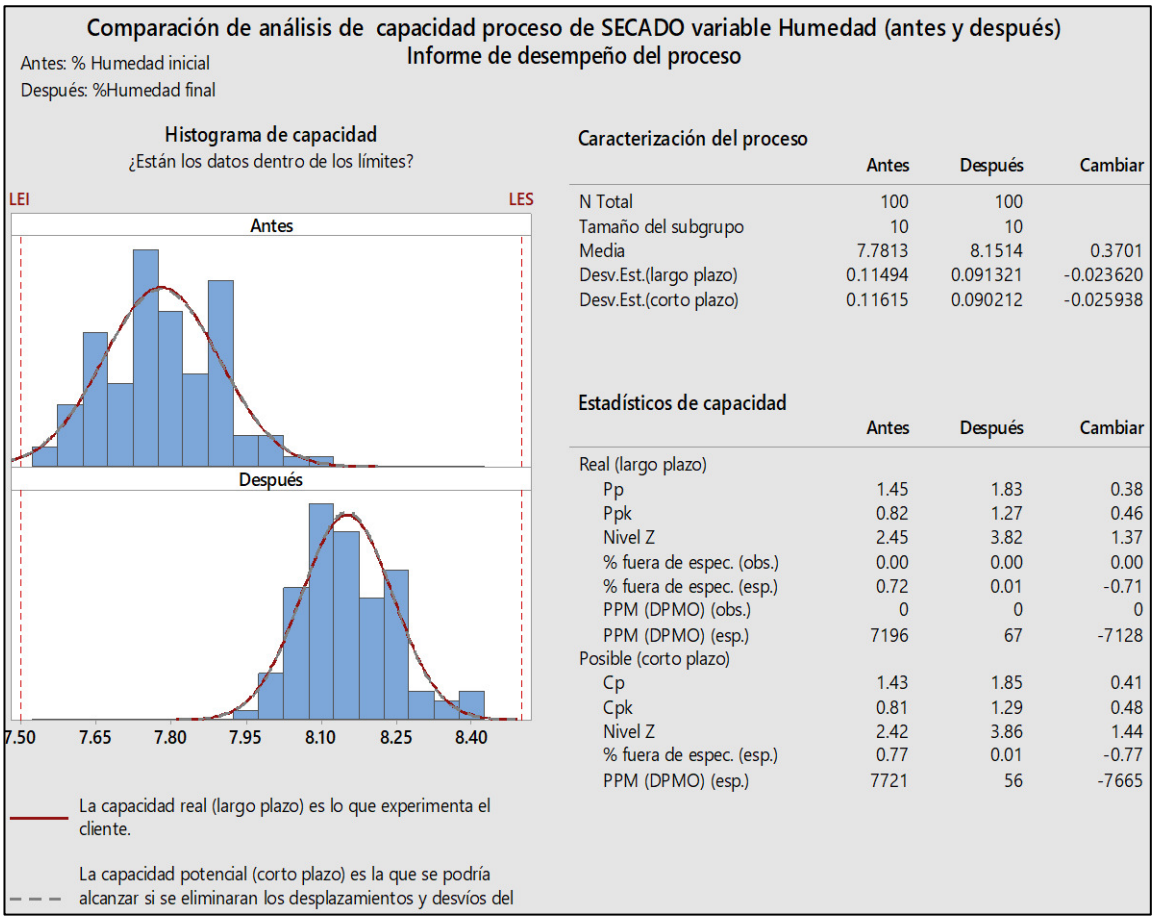
De la *Tabla* 18 se observa que la implementación de las mejoras en el proceso de secado para la variable critica de calidad(%Humedad), incremento el valor Z a 3.82 y 3.59 siendo el nivel sigma de acuerdo con MINITAB más el 1.5 obteniendo finalmente el valor de 5.3 y 5.09 respectivamente, a su vez el cpk se incrementó a 1.31 y 1.2 y el cp a 1.85 y 1.37 clasificándose como “Adecuado” Gutiérrez y De La Vara (2009).

4.2.4.2. Comparación de la capacidad de proceso de SECADO variable humedad (antes y después)

En las tablas se muestran los resultados obtenidos después de la implementación de las mejoras al proceso de secado, se cambió la tendencia y se obtuvo productos con porcentajes de humedad superiores, ver *Figura* 33 y 34.

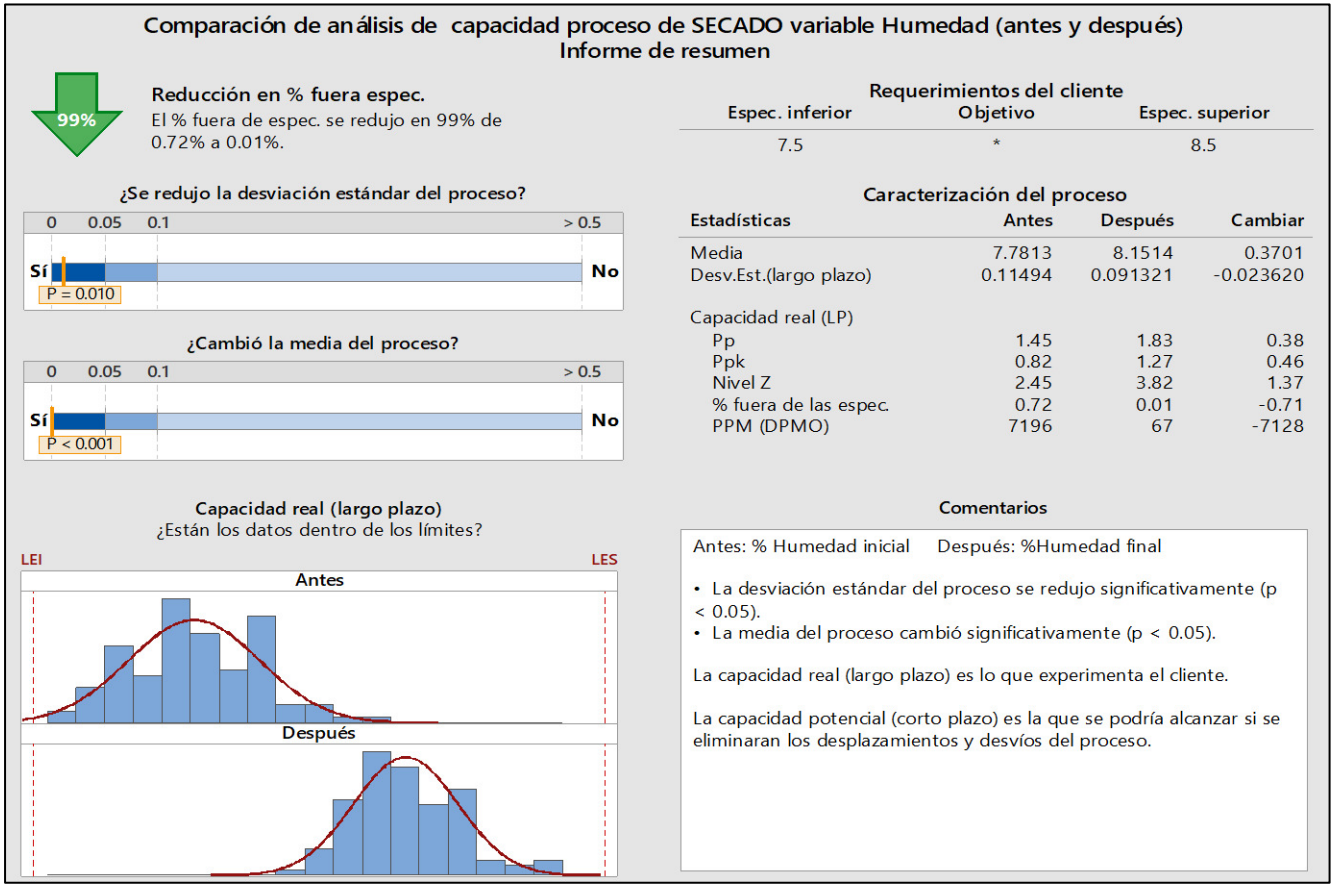
En la Figura 31 y 32 y la *Tabla* 18, se muestran los resultados obtenidos después de la implementación de las mejoras al proceso de secado, se cambió la tendencia y se obtuvo productos con porcentajes de humedad superiores. La tendencia del proceso de secado mejoro su capacidad, reduciendo su desviación estándar y la media del proceso también, teniendo más oportunidades de mejora a corto plazo. En la *Tabla* 15 se muestra cómo se comportó el valor z antes y después teniendo un resultado inicial de un valor z de 2.45 equivalente a un nivel sigma de 3.95 a un nivel z de 3.82 equivalente a un nivel sigma de 5.32 para el proceso de secado. Por tanto, se logró cumplir con el objetivo planteado en el proyecto, este nuevo nivel sigma (5.32), con respecto a su impacto en la productividad en la *Tabla* 21 se muestran resultados de productividad luego de la implementación para una proporción de lotes de producción, ver *Figura* 33 y 34.

Figura 33. **Informe de resumen análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO después de mejora)**



Nota: Elaboración propia a partir de datos de lotes de productos de RINTI S.A.

Figura 34. **Informe de resumen análisis de capacidad de proceso variable critica de calidad (% de humedad del proceso de SECADO después de mejora)**



Nota: Elaboración propia a partir de datos de lotes de productos de Rinti S.A.

La tendencia del proceso de secado mejoro su capacidad, reduciendo su desviación estándar y la media del proceso, teniendo más oportunidades de mejora a corto plazo.

.

Tabla 19. **Comparación del valor Z antes y después Perro y Gato**

	Inicial		Final	
	Valor Z	**Nivel sigma**	**Valor Z**	**Nivel sigma**
Perro	2.45	3.95	3.82	5.32
Gato	2.52	4.02	3.59	5.09

Nota. Elaboración propia a partir de Rinti S.A

Por tanto, se logró cumplir con el objetivo planteado en el proyecto, este nuevo nivel de desempeño (nivel sigma 5.32 y 5.09 para perros y gatos respectivamente), el mismo que redujo la cantidad de producto con exceso de secado que genera mermas e impactan en el costo de producción, a su vez se logró reducir el % de reprocesos por producto fuera de especificaciones de calidad.

4.2.5. Controlar

En esta etapa se define herramientas que nos ayuden a mantener todas las mejoras implementadas y se pueda garantizar el cumplimiento de lo implementado.

4.2.5.1. Seguimiento de controles implementados

En la *Tabla* 20 se muestran las acciones realizadas y los controles implementados para su seguimiento, ver *Tabla* 20.

Tabla 20. **Controles implementados proceso de SECADO**

Acciones realizadas	Control
Elaboración de programa de capacitación del personal del área de secado	Verificación de cumplimiento de programa de capacitaciones y evaluación de desempeño
Estandarización de parámetros de secado	Revisión y actualización de las versiones de especificaciones de secado frecuencia mensual
Incremento de la frecuencia de la medición de humedad	Verificación de cumplimiento de frecuencia de medición de parámetros de calidad (dos veces por hora), seguimiento de registro de control de operaciones de extrusión y secado.
Implementación de control de quemadores	Hoja de verificación diaria de quemadores en proceso de secado
Mantenimiento preventivo de maquina secadora antes de la producción	Verificación de temperatura de secador
Implementación de instructivo de arranque de proceso de secado	Verificación de cumplimiento y versión de documento

Nota. Elaboración propia a partir de Rinti S.A

4.2.5.2. Análisis del modo efecto falla AMEF del proceso de SECADO después de mejora y controles.

Es importante realizar una segunda medición del impacto de las fallas del proceso de SECADO después de las mejoras implementadas para aplicar las acciones correctivas para aplicar los controles respectivos según corresponda. En la *Figura* 35 se realizó el recalculo del diagrama AMEF, *ver Figura* 35.

.

Figura 35. **Análisis modo efecto falla AMEF para el proceso de SECADO después de la implementación de mejoras**

ANÁLSIS MODAL DE FALLAS Y EFECTOS AMEF

AREA	Producción	**PROCESO**	Secado	**CREADO**	Luz Taipe	**FECHA AMEF**	Nov-19
LINEA	Extruidos	**SECCIÓN**	Secado	**VERSIÓN**	1		

												RESULTADO DE ACCIONES				
				1		2		3	4				5	6	7	8
No.	Función	Falla potencial	Efecto	SEV	Causas potenciales	OCC	Controles actuales	DECT	RPN	Acciones recomendadas	Responsables	Acciones tomadas	SEV	OCC	DET	RPN
1	Recepción de programa de producción	Cambio del programa de producción	Tiempo adicional de ajuste de maquina	1	Planificación de producción incorrecta	4	Ninguno	3	12	Comunicación anticipada de cambios	Responsable planificación	Elaboración de proyección de ventas	1	2	3	6
2	Limpieza de línea de horno SECADOR	Limpieza inadecuada de SECADOR	Productos mezclados	8	Falta de distribución de tiempos para paradas de línea necesarias del proceso	3	Ninguno	7	168	Asignación de tiempos	Supervisor de producción	Establecer tiempo estándar de limpieza de secador	8	1	7	56
3	Verificación de operatividad de maquina SECADOR	Quemadores y fajas inoperativas	Falla de proceso de SECADO, tiempo de parada para reparación, reprocesos	3	Asignación de tiempos de paradas de línea necesarias para el proceso	3	Registro de parámetros de SECADOR	5	45	Asignación de tiempos de verificación	Supervisor de producción	Establecer tiempo estándar de verificación y calibración de maquinaria	3	2	5	30
4	Ajuste de quemadores	Error de calibración de quemadores	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de estandarización de parámetros de proceso de SECADO	3	Registro de parámetros de SECADOR	5	105	Identificación de parámetros estándar de secado	Supervisor de producción	Implementación de parámetros estándar del proceso de secado	7	2	3	42
5	Ajuste de velocidad de faja	Error de calibración de fajas	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de estandarización de parámetros de proceso de SECADO	3	Registro de parámetros de SECADOR	5	105	Identificación de parámetros estándar de secado	Supervisor de producción	Implementación de parámetros estándar del proceso de secado	7	2	3	42
6	Secado	Falta de seguimiento de arranque de secado	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de asignación de tiempos para desarrollo de funciones	2	Registro de parámetros de calidad del producto final	3	42	Asignación de tiempos	Supervisor de producción	Implementación de registro de control de humedad cada 0.5 horas	7	1	3	21
7	Medición de especificaciones de calidad (% Humedad)	Falta de medición de variable de calidad	Producto que no cumple las especificaciones de calidad(humedad)	7	Falta de equipo disponible para medir variable de humedad	7	Registro de parámetros de calidad del producto final	7	343	Entrega de equipo de calidad al área de producción	Calidad	Asignación(préstamo) de equipo medidor de humedad proceso de producción	7	2	7	98

Nota: Elaboración propia a partir de datos de lotes de productos de Rinti S.A.

4.2.5.3. Documentos de seguimiento

Registros de seguimiento: Los documentos materia de seguimiento de cumplimiento son los siguientes:

- Programa de capacitaciones del área de producción
- Programa de mantenimiento de equipos de medición
- Programa de mantenimiento de máquinas secadoras
- Verificación de especificación de parámetros de secado
- Instructivo de manejo de equipo analizador de humedad en producción
- Instructivo de arranque de proceso de secado

En cuanto a los cambios relacionados con el monitoreo de procesos

Las acciones de control implementadas están definidas en los tres niveles, proceso, documentación y monitoreo.

Después de observar dos meses un desempeño similar del proceso de secado variable humedad, se procedió a cerrar el proyecto, este mismo se puso a disposición de la gerencia y se presentó en una sesión especial que organiza la empresa para revisar proyectos de mejora de procesos.

Al cierre del proyecto se realizó la medición de la productividad de los procesos de producción obteniéndose como resultado promedio 94.78%.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de hipótesis general

Paso 1: Señalar la hipótesis a Contrastar: Planteamiento de hipótesis nula (Ho) e hipótesis alternativa (Ha)

H_o = La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción no incrementara la productividad de las empresas peruanas grandes fabricadoras de piensos para mascotas.

H_a = La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción no incrementara la productividad de las empresas peruanas grandes fabricadoras de piensos para mascotas.

Paso 2: Establecer el nivel de significancia Alpha (α), que será igual a 0.05.

Paso 3: Determinación de variable independiente y dependiente.

Variable independiente: Metodología Seis Sigma.

Variable dependiente: Productividad del proceso de producción de piensos para mascotas.

Paso 4: Elegir la prueba estadística

Aplicar prueba Two sample T con herramienta Minitab 18

Para esta prueba se utilizará la prueba Two Sample en Minitab 18, esta técnica nos permitirá determinar si la media de una muestra es estadísticamente diferente (Soporte Minitab 2018, 2019), por lo que, es la más ideal para evidenciar si efectivamente se tuvo cambios significativos en la productividad.

μ_1: media de %Productividad inicial (antes de implementación de metodología Seis Sigma)

μ_2: media de %Productividad final (después de la implementación de la metodología Seis Sigma).

Calcular diferencia: μ_1 - μ_2.

Resultados prueba Two sample T en la *Tabla* 21.

Tabla 21. **Análisis Two Sample t para productividad Inicial vs Final**

Muestra	N	Media	Desviación estándar
%Productividad inicial	30	0.8986	0.0183
%Productividad final	30	0.94788	0.007082

Nota. Elaboración propia a partir de MINITAB 18

Estimación de la diferencia:

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-0.04930	(-0.05657; -0.04202)

De la estimación de diferencia en la productividad inicial y final es de -0.04930, es 95% seguro que la media de las poblaciones esté en -0.05657,-0.04202.

Prueba:

Hipótesis nula	H_0: μ_1 - μ_2 = 0
Hipótesis alterna	H_1: μ_1 - μ_2 ≠ 0

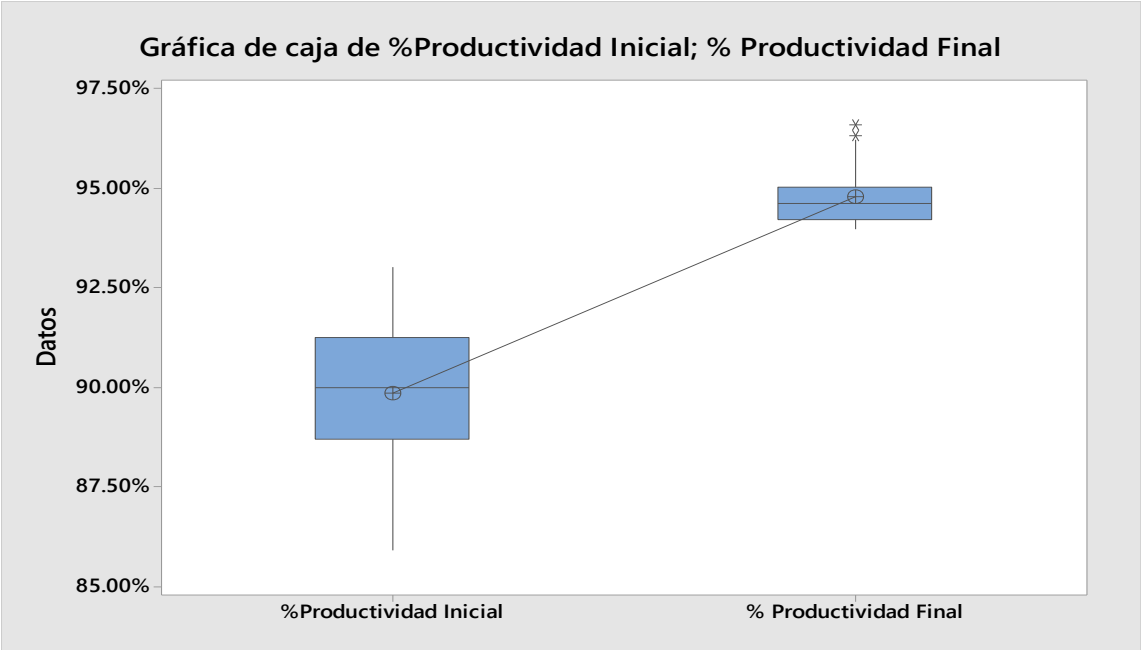
Valor T	GL	Valor p
-13.73	37	0.000

Paso 5: Interpretación de resultados

De los resultados de la prueba T de 2 muestras se obtiene que el valor p es menor que nivel de significancia(p:0.000<0.05), por tanto, existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, la cual menciona que la implementación de la metodología Seis Sigma incremento la productividad de las empresas fabricadoras de pienso de mascotas durante el periodo de estudio.

En la *Figura* 36 se muestra un gráfico de caja de la productividad inicial y final después de la implementación de la metodología Seis Sigma, en esta grafica se observa la diferencia entre ambos resultados antes y después de la investigación, ver *Figura* 36.

Figura 36. **Grafica de caja de % productividad inicial y %productividad final después de la implementación de la metodología Seis Sigma**



Nota: Elaboración propia a partir de información de Rinti S.A.

En conclusión, se decide rechazar la hipótesis nula Ho y se toma como verdadera la hipótesis alterna Ha, es decir: La aplicación de la metodología Seis Sigma en el proceso de producción, ha afectado significativamente en la productividad, porque el P valué < 0.05. También se observa que la media de la productividad cambio de 89% a 94%, a su vez se redujo la dispersión de los datos.

4.3.2. Prueba de hipótesis especifica 2

Paso 1: Señalar la hipótesis a Contrastar: Planteamiento de hipótesis nula (Ho) e hipótesis alternativa (Ha)

H_o = La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción no reducirá la cantidad de mermas de las empresas peruanas grandes fabricadoras de piensos para mascotas.

H_a = La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción reducirá la cantidad de mermas de las empresas peruanas grandes fabricadoras de piensos para mascotas.

Paso 2: Establecer el nivel de significancia Alpha (α), que será igual a 0.05.

Paso 3: Determinación de variable independiente y dependiente.

Variable independiente: Metodología Seis Sigma.

Variable dependiente: Mermas del proceso de producción de piensos para mascotas.

Paso 4: Elegir la prueba estadística

Aplicar prueba Two sample T con herramienta Minitab 18

Para esta prueba se utilizará la prueba Two Sample en Minitab 18, esta técnica nos permitirá determinar si la media de una muestra es

estadísticamente diferente (Soporte Minitab 2018, 2019), por lo que, es la más ideal para evidenciar si efectivamente se tuvo cambios significativos en la merma.

μ_1: media de % merma inicial (antes de implementación de metodología Seis Sigma)

μ_2: media de % merma final (después de la implementación de la metodología Seis Sigma).

Calcular diferencia: μ_1 - μ_2.

Resultados prueba Two sample T en la *Tabla* 22.

Tabla 22. **Análisis Two Sample t para Merma Inicial vs Final**

Muestra	N	Media	Desviación estándar
% Merma inicial	30	0.0507	0.0103
%Merma final	30	0.03781	0.00564

Nota. Elaboración propia a partir de MINITAB 18

Estimación de la diferencia:

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.01291	(0.00859; 0.01724)

De la estimación de diferencia en la merma inicial y final es de 0.01291, es 95% seguro que la media de las poblaciones esté en 0.00859,0.01724.

Prueba:

Hipótesis nula H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

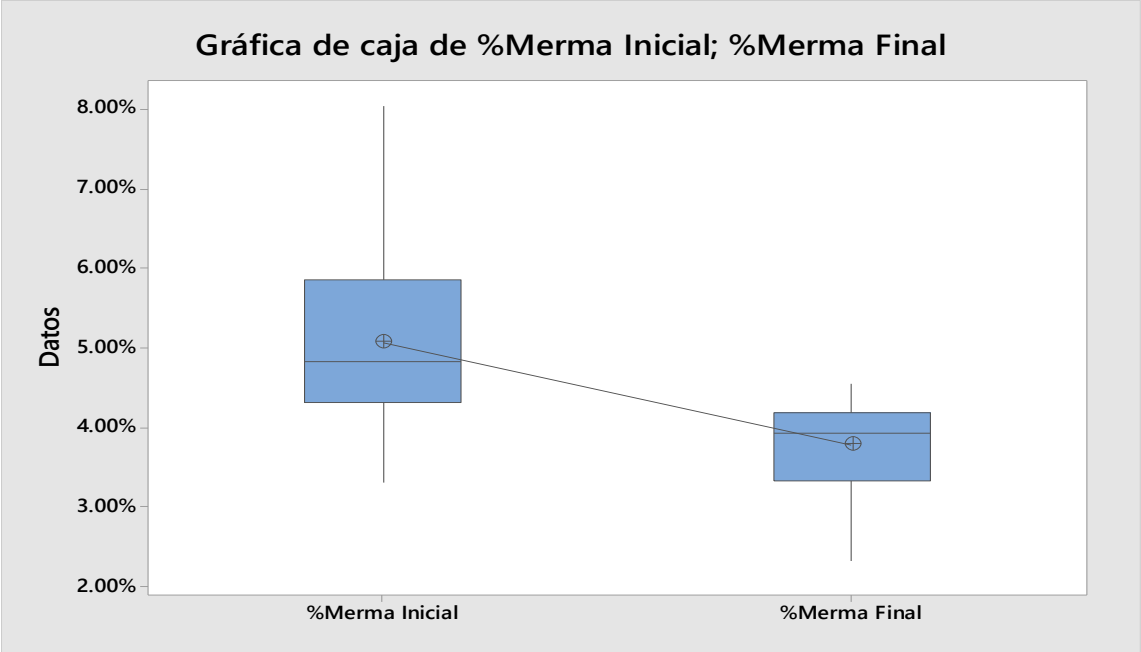
Valor T	GL	Valor p
6.01	44	0.000

Paso 5: Interpretación de resultados

De la *Tabla* 22 se observa que los resultados de la prueba T de 2 muestras se obtiene que el valor p es menor que nivel de significancia(p:0.000<0.05), por tanto, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna la cual menciona que la implementación de la metodología Seis Sigma redujo la cantidad de merma de las empresas fabricadoras de pienso de mascotas durante el periodo de estudio.

En la *Figura* 37 se muestra un gráfico de caja de la merma inicial y final después de la implementación de la metodología Seis Sigma, en esta grafica se observa la diferencia entre ambos resultados antes y después de la investigación.

Figura 37. **Grafica de caja de % Merma inicial y % Merma final después de la implementación de la metodología Seis Sigma**



Nota: Elaboración propia a partir de información de Rinti S.A.

En conclusión, se decide rechazar la hipótesis nula Ho y se toma como verdadera la hipótesis alterna Ha, es decir: La aplicación de la metodología Seis Sigma en el proceso de producción, ha afectado significativamente en la merma, porque el P valué < 0.005. También se observa que la media de la productividad cambio de 5.07% a 3.78 %, a su vez se redujo la dispersión de los datos.

4.3.3. Prueba de hipótesis para hipótesis especifica 2

Paso 1: Señalar la hipótesis a Contrastar: Planteamiento de hipótesis nula (Ho) e hipótesis alternativa (Ha)

H_o = La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción no reducirá la cantidad de reprocesos de las empresas peruanas grandes fabricadoras de piensos para mascotas.

H_a = La implementación de la metodología Seis Sigma a los procesos de producción reducirá la cantidad de reprocesos de las empresas peruanas grandes fabricadoras de piensos para mascotas.

Paso 2: Establecer el nivel de significancia Alpha (α), que será igual a 0.05.

Paso 3: Determinación de variable independiente y dependiente.

Variable independiente: Metodología Seis Sigma.

Variable dependiente: Reprocesos del proceso de producción de piensos para mascotas.

Paso 4: Elegir la prueba estadística

Aplicar prueba Two sample T con herramienta Minitab 18

Para esta prueba se utilizará la prueba Two Sample en Minitab 18, esta técnica nos permitirá determinar si la media de una muestra es estadísticamente diferente (Soporte Minitab 2018, 2019), por lo que, es la más ideal para evidenciar si efectivamente se tuvo cambios significativos en el reproceso.

μ_1: media de % reprocesos iniciales (antes de implementación de metodología Seis Sigma)

μ_2: media de % reprocesos finales (después de la implementación de la metodología Seis Sigma).

Calcular diferencia: μ_1 - μ_2.

Resultados prueba Two sample T en la *Tabla* 23

Tabla 23. **Análisis Two Sample t para Reproceso Inicial vs Final**

Muestra	N	Media	Desviación estándar
% Reproceso inicial	30	0.0247	0.00191
% Reproceso final	30	0.01439	0.00219

Nota. Elaboración propia a partir de MINITAB 18

Estimación de la diferencia:

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.01035	(0.00317; 0.01753)

De la estimación de diferencia en la reproceso inicial y final es de 0.01035, es 95% seguro que la media de las poblaciones esté en 0.00317,0.01753.

Prueba:

Hipótesis nula	H_0: μ_1 - μ_2 = 0
Hipótesis alterna	H_1: μ_1 - μ_2 ≠ 0

Valor T	GL	Valor p

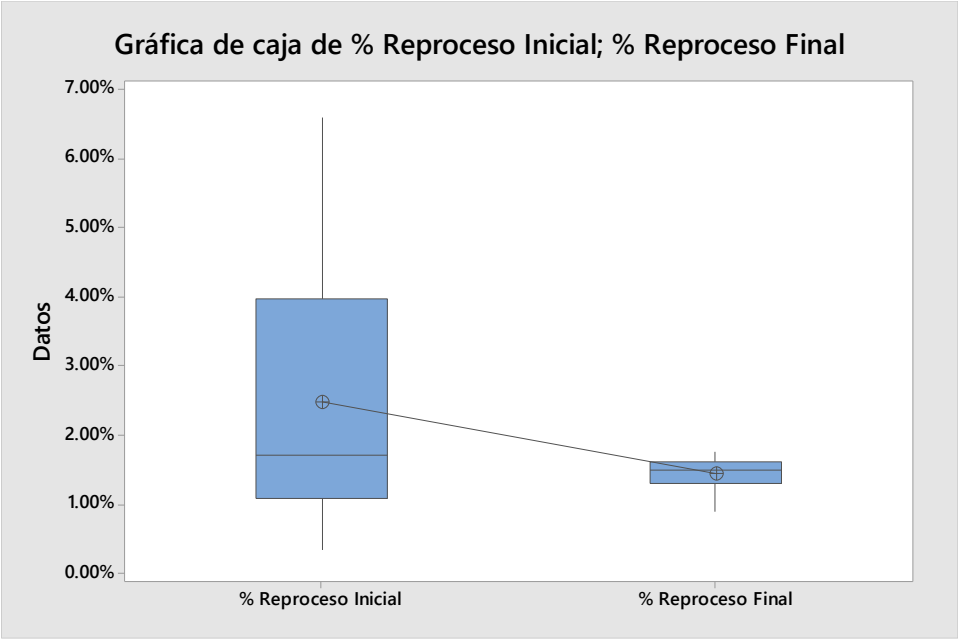
2.95 29 0.006

Paso 5: Interpretación de resultados

De los resultados de la prueba T de 2 muestras se obtiene que el valor p es menor que nivel de significancia(p:0.05<0.06), por tanto, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna la cual menciona que la implementación de la metodología Seis Sigma redujo la cantidad de reproceso de las empresas fabricadoras de pienso de mascotas durante el periodo de estudio.

En la *Figura* 38 se muestra un gráfico de caja de la reproceso inicial y final después de la implementación de la metodología Seis Sigma, en esta grafica se observa la diferencia entre ambos resultados antes y después de la investigación.

Figura 38. **Grafica de caja de % Reproceso inicial y % Reproceso final después de la implementación de la metodología Seis Sigma**



Nota: Elaboración propia a partir de información de Rinti S.A.

En conclusión, se decide rechazar la hipótesis nula Ho y se toma como verdadera la hipótesis alterna Ha, es decir: La aplicación de la metodología Seis Sigma en el proceso de producción, ha afectado significativamente en el reproceso, porque el P valué < 0.05. También se observa que la media del reproceso cambio de 2.47% a 1.439% a su vez se redujo la dispersión de los datos.

CONCLUSIONES

La implementación de la metodología seis sigma en los procesos de producción de la empresa tomada como muestra para la investigación incremento su indicador de productividad que tenía como periodo base; de 89.86% a 94.79%, aproximadamente 5% de incremento, el mismo que tuvo un impacto positivo en la organización.

La implementación de la metodología seis sigma en los procesos de producción de la empresa tomada como muestra para la investigación redujo significativamente los porcentajes de mermas generadas durante el proceso de producción, obteniéndose valores iniciales promedio de 5.07% a 3.78% reduciendo en promedio 1.3%, esta mejora se dio gracias a la reducción de la variabilidad del parámetro critico hallado para el proceso de producción.

La implementación de la metodología seis sigma en los procesos de producción de la empresa tomada como muestra para la investigación disminuyo significativamente los porcentajes de reprocesos generadas durante el proceso de producción, obteniéndose valores iniciales promedio de 2.47% a 1.43 % reduciendo en promedio 1.03%, al igual que la merma la mejora se dio con la reducción de la variabilidad del parámetro crítico del proceso de producción, ya que durante la investigación se evidencio que las causas del mayor porcentaje de reprocesos se originaban por productos fuera de especificación(no conformes relacionados con %humedad de croqueta), los cuales generaban un retrabajo o reproceso de secado, hasta cumplir con especificaciones de producto.

Estos resultados pueden ser fuente de discusión de nuevas investigaciones para determinar los pasos a seguir para obtener resultados similares en productividad, merma y reproceso.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones formuladas tras la culminación de este estudio son las siguientes:

• Se sugiere implementar la metodología Seis Sigma en todos los flujos y divisiones de la entidad, con el objetivo de asegurar uniformidad en la calidad a nivel empresarial, generando así menores desembolsos operativos en cada proceso y aumentando tanto la eficacia como la rentabilidad.

• Se recomienda efectuar supervisiones constantes y monitoreo exhaustivo de los indicadores establecidos, para garantizar la reducción de costos de calidad y fomentar el crecimiento sostenido de la organización y sus ingresos. Si es preciso, los objetivos pueden ajustarse periódicamente, asegurando así la perdurabilidad de la empresa.

• Llevar a cabo proyectos de optimización de procesos empleando Seis Sigma, para disminuir la fluctuación en los indicadores definidos como críticos en los procedimientos y, de este modo, alcanzar productos de calidad superior y costos de producción favorables.

• Instruir al personal en la metodología Seis Sigma, para que el enfoque de perfeccionamiento se extienda a toda la organización y no quede confinado a una única sección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Wiliams, T. A. (2008). *Estadistica para Administración y Economía.* Mexico: Cengage Learning Editores S.A.

Angeles, C. (2010). Gestión de procesos y productividad con tecnologia de información. 2.

Arias Fidias, G. (2006). *El proyecto de la Investigación.* Caracas: Episteme.

Arnoleto, E. J. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva.* Obtenido de Eumedo net: www.eumed.net/libros/2007b/299/

Behar Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la investigación.* Shalon.

Bohigues Ortiz, A. (2015). *Desarrollo e implementación de un modelo seis sigma para la mejora de la calidad y de la productividad en Pymes industriales.* Valencia.

Carollo Limeres, C. M. (2011). *Regresión Lineal Simple.* Santiago de Compostela: Universidad Santiago de Compostela.

Castillo Cepeda, N. A. (2010). *Ingenieria de procesos y de opracion de una planta de alimento para mascotas.*

Cedeña Sares, L. (2018). *Fundamentos Basicos de Calculos de Ingenieria Quimicos con Enfoque en Alimentos.* UTMACH: Machala.

Champy, H., & James, M. (1993). *Reingenieria de empresas.* Nueva York: Norma.

Comercio y Justicia. info. (22 de Abril de 2014). *Comercio y Justicia. info*. Obtenido de Comercio y Justicia. info: http://comercioyjusticia.info/blog/informacion-general/produccion-de-alimentos-para-mascotas-crecio-170-en-diez-anos/

Cruz M, D. V. (2000). La Mejora Continua en la Gestion de Calidad - Sies Sigma el Camino a la Excelencia. *Juran Institute de España S.A*, 8.

Cuadrado, A. G. (2010). *Diseño de un pienso deshidratado de origen vegetal para su utilización en la alimentación de Perros.* Navarra: Universidad Publica de Navarra.

Delgado Lopez, E. (2015). *Propuesta de un plan para reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos.* Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.

Deming, W. E. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad (Salida de la Crisis).* Madrid: Diaz de Santos.

Encuesta Global Sobre Alimento Balanceado . (2015). Obtenido de http://es.alltech.com/sites/default/files/alltech_globalfeedsummary_2015_spa.pdf

Encuesta Global Sobre Alimento Balanceado 2015. (2015). Obtenido de http://es.alltech.com/sites/default/files/alltech_globalfeedsummary_2015_spa.pdf

Española, R. A. (11 de 18 de 2023). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: https://dle.rae.es/mermar#P1CKC6m

Espinoza Ramirez, J. L. (2018). *Análisis, diagnostico y propuesta de mejora en la linea de esamble del proceso de producción de grupos electrogenos utilizando las herramientas de la metologia tls(teoria de restricciones "toc"- lean manufacturing-six sigma).* Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.

Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2008). *Administracion y Control de la Calidad.* Mexico: Cengade Learning Editores S.A.

Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2014). *Administración y Control de la Calidad.* Mexico: Cengage Learning Editores S.A.

Falco Rojas, A. R. (2009). *Introducción a Seis Sigma.* Madrid: Universidad Pontificia Comillas Madrid.

Falco Rojas, A. R. (2009). *Introduccion Seis Sigma.* Madrid.

FAO. (2014). *Buenas practicas para la industrias de piensos.* Roma: IFIF.

Gallego Arango, A. M. (2007). *Diseño de estrategias para el mejoramiento de la competitividad de estrategias de la empresa comercializadora san juanito cia.s.en c.ubicada en cajida cundinamarca. Bogota.* BOGOTA.

Gestion de Procesos. (2005).

Gestion, D. (23 de Noviembre de 2016). *Diario Gestión*. Obtenido de Produccion de alimento para mascotas crecera el 12.3% este año:

https://gestion.pe/economia/produccion-alimentos-mascotas-crecera-12-3-ano-121501-noticia/

Gomez Fraile, F. (2003). *Seis Sigma.* Madrid: Fudacion Confemetal .

Gomez Fraile, F., Vilar Barrio, J. F., & Tejero Monzon, M. (2003). *Seis Sigma* (Vol. Segunda Edicion). España, España: FC Editorial.

Gomez Gomez, I., & Brito Aguilar, J. G. (2020). *Administración de Operaciones.* Guayaquil: UIDE.

Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadistico de Calidad y Seis Sigma.* Mexico: MgGrawHill.

Gutierrez Pulido, H., & De La Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadistico de Calidad y Seis Sigma.* Guadalajara: Interamericana Editores S.A.

Hernandez Sampieri, R. (2010). *Metodologia de la Investigacion.* Mexico: Educacion.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). *Metodologia de la Investigacion.* Mexico: McGRAW.

Hidalgo Alvarez, M. A. (2014). *Aplicación de la metodología seis sigma en la empresa Mushe S.A. Quito.* Quito.

Hitoshi, K. (2002). *Herramientas Estadisticas Basicas para el Mejoramiento de Calidad.* Bogota: Norma.

Hurtado, J. M., & Ayscorbe, J. (06 de Mayo de 2016). *Semana Economica Peru.* Obtenido de http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/consumo-masivo/187421-comida-para-mascotas-un-nicho-con-potencial/

Ishikawa, K. (1989). *Introducción al Control de Calidad.* Madrid: Diaz de Santos.

ISO 9001. (2015). *Norma Internaciónal Sistema de Gestión de Calidad.* Suiza.

Joaquin Rodriguez, F. C. (2016). *Gestion basada en procesos para la mejora continua "laboratorio de medio ambiente y QA/QC" de minera yanacocha S.R.L.* Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

Laporta Pomi, R. (2016). *Costos y Gestión Empresarial: Incluye costos en ERP.* Colombia: Ecoe Ediciones.

Lefcovich Leon, M. (2004). *Gestion de la calidad para la excelencia.* Buenos Aires.

Lopez, B. S. (22 de Octubre de 2019). *Ingenieria Industrial Online*. Obtenido de https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/

Lozano Garzon, R. (19 de Setiembre de 2014). *El Tiempo-Mascotas tienen a tope produccion de aliementos balanceados*. Obtenido de http://www.eltiempo.com/economia/sectores/produccion-de-alimentos-para-mascotas-en-colombia/14508336

Maldonado, J. A. (2011). Gestion de Procesos. *Gestion de Procesos*, 126.

Matzunaga Zamudio, L. M. (2017). *Implementación de un sistema de mejora de calidad y productividad en la linea de fileteado y envasado de pescados en conserva basado en las herramientas de la metodologia six sigma.* Lima: Universidad Ricardo Palma.

Medina Giopp, A. (2005). *Gestion de procesos y creación de valor publico.* Santo Domingo: BUHO.

Membrado Martinez, J. (2007). *Metodologías Avanzadas para la Planificación y Mejora.* España: Diaz de Santos.

Mercadeo-Las Mascotas un indicador Social con gasto encerrado. (24 de Abril de 2015). Obtenido de http://www.mercado.com.ar/notas/informes/8017989/las-mascotas-un-indicador-social-con-gasto-encerrado

Ministerio de producción. (2015). *Anuario Estadistico Industrial Mype y Comercio Interior.* Lima: Solvima Graff S.A.C.

Ministerio de producción. (Octubre de 2018). *Anuario estadistico industrial, MIPYME y comercio interno 2017.* Lima: Inversiones SAVA S.A.C. Obtenido de Ministerio de producción -Produce: http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/818-anuario-estadistico-industrial-mipyme-y-comercio-interno-2017

Ministerio del Trabajo. (s.f.). *Ministerio del Trabajo Peru.* Obtenido de MINTRA: http://www.mintra.gob.pe/contenidos/institucional/consejo_nacional_del_trabajo/informes/crecimiento_de_la_productividad_competitividad.pdf

Miranda Rivera, L. N. (2006). *Seis Sigma- Guia para principiantes.* San Rafael: Panorama Editorial S.A.

Murillo, J. (2010). *Metodo de Investigacion Experimental.*

Neter, J., Wasserman, W., & Kutner, M. H. (1983). *Applied Linear Regression Models.* United States: Richard D. Irwin, INC.

Niño, O. G. (2010). Los costos y procesos de producción opción estratégica de productividad y competitividad en la industria de confecciones infantiles de Bucaramanga. *Redalyc*, 174. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20620709014.

Norma Internacional ISO 9000. (2015). http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/ISO%209000-2015.pdf. En *Sistema de gestión de calidad fundamentos y vocabulario* (pág. 15). Ginebra, Suiza: ISO 2015.

Norma Internacional ISO 9001. (2015). *Norma Internacional ISO 9001.* Suiza.

Ocaña, H. R. (2012). *Dirección Estrategica de los Negocios.* Buenos Aires: Dunken.

Oster, S. M. (2000). *Analisis Moderno de la Competitividad.* Mexico: Oxford University Press.

Parra del Rincon, H. (Enero-Junio de 2001). *Calidad, Productividad y Costos: Análisis de Relaciones entre estos Tres Conceptos-Actualidad Contable Face.* Recuperado el 26 de Noviembre de 2023, de Redalyc: https://www.redalyc.org/pdf/257/25700405.pdf

Parrales Rizzo, V., & Tamayo Vargas, J. C. (2012). *Diseño de un modelo estrategico para el mejoramiento de la productividad y calidad aplicada a una planta procesadorade alimentos balanceados.* Guayaquil.

Peruano, D. e. (06 de Setiembre de 2018). *Resolución Directorial Nº 0023-2018-MINAGRI-SENASA-DSA*. Obtenido de Derogan la R.D. N° 0021-2013-MINAGRI-SENASA-DSA que estableció requisitos sanitarios específicos en la importación de alimentos terminados para perros y gatos procedentes de cualquier país, correspondiente a la categoría de riesgo sanitario 2: https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/derogan-la-rd-n-0021-2013-minagri-senasa-dsa-que-establec-resolucion-directoral-no-0023-2018-minagri-senasa-dsa-1690545-1/

Porter, M. (1990). *Ventaja Competitiva de las Naciones.* Mexico: Vergara.

Porter, M. (1994). *Ventaja Competitiva.* Mexico: Patria Cultura.

Prabhakar M, G., & Bertrand L, H. (1990). *Control de Calidad Teoria y Aplicaciones.* Madrid: Diaz de Santos S.A.

Prieto Corcoba, M. (2009). *6 Sigma en la Practica- Guia de Aplicación en Proyectos.* Madrid: Fragma Reprografia S.L.

PRODUCE. (2015). Anuaria Estadistico Industrial, Mype y Comercio Interno. *Anuaria Estadistico Industrial, Mype y Comercio Interno*, 10.

Prokopenko, J. (1989). *Gestion de la Productividad.* Ginebra.

RAE. (11 de 18 de 2023). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: https://dle.rae.es/mermar#P1CKC6m

Rivera R., H. A., Leon G., J. A., & Arevalo O., H. J. (2011). *DIagnostico al sector de alimento balanceado para animales en Colombia.* Bogota.

Rodriguez Martinez, C. (2011). *Propuesta de un sistema de mejora continua para la reducción de mermas en una procesadora de vegetales en el departamento de Lima.* LIMA.

Rodríguez Martínez, C. (2011). *Propuesta de un sistema de mejora continua para la reducción de mermas en una procesadora de vegetales en el departamento de Lima.* LIMA.

Rodriguez, U. R. (s.f.).

Sabry, F. (2024). *Productividad: Dominar la productividad, las estrategias para la eficiencia, el crecimiento y el éxito.* One Billion Knowledgeable.

Sabry, F. (2024). *Productividad: Dominar la Productividad, las estrategias para la eficiencia, el crecimiento y el éxito.* One Billion Knowledgeable.

Salazar Castro, J. L. (2008). *Montaje y puesta en marcha de una planta de alimento balanceado con capcaidad de 3Tn/h.* Lima.

SENASA. (05 de Julio de 2018). Obtenido de http://200.60.104.77/SIGIAWeb/ip_productoprincipal.html

Silva, K. F. (2018). *Six sigma para mejorar la productivdad en una empresa procesadora de maca.* Huancayo.

Socconini Perez Gomez, L. V. (2019). *Lean Manufacturing Paso a Paso.* Barcelona: Marge Books.

Socconini Perez Gomez, L. V. (2020). *Lean Six Sigma Green Belt. Manual de Certificación* (Vol. primero). Barcelona: Marge Books.

Socconini Perez Gomez, L. V. (2020). *Lean Six Sigma Yellow Belt. Manual de Certificación.* Barcelona: Marge Books.

Social, M. d. (Octubre de 2004). *La Pequeña y Mediana Empresa una Opción de Desarrollo en el Siglo XXI(Estudio de Actualización).* Obtenido de

https://www2.trabajo.gob.pe/cntpe/wp-content/uploads/2015/09/Peque--a-y-mediana-empresa-actualizacion-2004.pdf

Soporte Minitab 2018. (2019). *Soporte Minitab 2018*. Obtenido de Nivel Z como una Estimación de la Capacidad Sigma: https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/supporting-topics/capability-metrics/z-bench-as-an-estimate-of-sigma-capability/

SUNAT. (Diciembre de 2015). *Reporte de Importaciones por Sub Partida Nacional/Pais de Origen.* Obtenido de Reporte de Importaciones por Sub Partida Nacional/Pais de Origen: http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias

SUNAT. (7 de Junio de 2017). *SUNAT* . Obtenido de SUNAT OPERATIVIDAD ADUANERA: http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html

SUNAT. (7 de Junio de 2017). *SUNAT Operatividad Aduanera*. Obtenido de http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html

SUNAT. (29 de Enero de 2019). Obtenido de Reporte de Importaciones por sub partida nacional/Pais origen 2019: http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias

SUNAT. (29 de Enero de 2019). *Super Intendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria SUNAT*. Obtenido de Operaciones aduaneras: http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias

SUNAT. (3 de Mayo de 2020). *Consulta RUC*. Obtenido de Consulta RUC: https://e-consultaruc.sunat.gob.pe/cl-ti-itmrconsruc/jcrS00Alias

Tecnicas, I. U. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad.* UNIT.

Tuarez Medranda, C. A. (2013). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladoray comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicacion del TPM(Mantenimiento productivo total).* Guayaquil.

Verdoy, P. J., Mahiques, J. M., Sagasta Pellicer, S., & Sivent Prades, R. (2006). *Manual de Control Estadistico Teoría y Aplicaciones.* España: Univeristat Juame I.

Verdoy, P. J., Mahiques, J. M., Sagasta Pellicer, S., & Sivent Prades, R. (2006). *Manual de Control Estadistico Teoría y Aplicaciones.* España: Univeristat Juame I.

Wheat, B., Mills, C., & Carnell, M. (2003). *Seis Sigma Una parabola sobre el camino hacia la excelencia y una "empresa esbelta".* Bogota: Norma.

Zaratiegui, J. R. (1999). *La gestion de los procesos:su papel e importancia en la empresa.*