

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**APLICACIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE
MEJORAMIENTO CONTINUO EN PROCESOS PRODUCTIVOS DE
PYMES UBICADAS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA.**

**APLICACIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE SIX SIGMA EN
UN PROCESO PRODUCTIVO CRÍTICO DE UNA PYME DEL
SECTOR MANUFACTURERO, CON EL OBJETIVO DE
ESTABLECER UN PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA DEL
PROCESO.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA DE LA
PRODUCCIÓN**

NICOLE FERNANDA CARRIÓN ORTEGA

nicole.carrion@epn.edu.ec

DIRECTOR: VÍCTOR HIPÓLITO PUMISACHO ÁLVARO

victor.pumisacho@epn.edu.ec

DMQ, agosto 2022

CERTIFICACIONES

Yo, NICOLE FERNANDA CARRIÓN ORTEGA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



NICOLE FERNANDA CARRIÓN ORTEGA

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por NICOLE FERNANDA CARRIÓN ORTEGA, bajo mi supervisión.



VÍCTOR HIPÓLITO PUMISACHO ÁLVARO
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

NICOLE FERNANDA CARRIÓN ORTEGA

VÍCTOR HIPÓLITO PUMISACHO ÁLVARO

DEDICATORIA

A todas las personas que creyeron en mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de vida académica. A mis padres, Sandra y Fausto, quienes me brindaron todo su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida y más aún en mi etapa universitaria. A mi hermano, Gabriel, gracias por estar presente en todo momento y subirme el estado de ánimo.

A mis abuelitos por brindarme su amor, consejo y apoyo. A mis tíos, tías y primos que me han brindado sus palabras de aliento y cariño incondicional.

A la Escuela Politécnica Nacional, la carrera de Ingeniería de la Producción y los profesores con quienes tuve la oportunidad de aprender, formándome con altos niveles de excelencia tanto en el ámbito académico como profesional.

Quiero agradecer especialmente al Ing. Víctor Pumisacho, por compartir sus enseñanzas y su gran dedicación al enseñar, durante todo el tiempo que estuve en la universidad soy testigo de ello y más aún por dirigirme en el presente trabajo de integración curricular.

Gracias a mis amigos: Sebastián, Joel y Kevin por estar presentes desde el primer día de universidad. De igual manera agradecer a mis amigos del colegio: Dominnic, Katherine, Miguel y Nicole por tantos años de amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Evolución de Six Sigma.....	3
1.4.2 Six Sigma.....	3
1.4.3 Calidad Six Sigma.....	4
1.4.4 Ciclo DMAIC.....	6
i. Definir.....	6
ii. Medir.....	7
iii. Analizar.....	7
iv. Mejorar.....	8
v. Controlar.....	8
1.4.5 Análisis de Capacidad del Proceso.....	9
1.4.6 Six Sigma en Pymes.....	12
2 METODOLOGÍA.....	13
2.1 Marco metodológico.....	13
2.1.1 Planteamiento del problema de investigación.....	14
2.1.2 Alcance de la Investigación.....	15
2.1.3 Formulación de hipótesis.....	16
2.1.4 Diseño de la investigación.....	16
2.1.5 Selección de la muestra.....	18
2.1.6 Recolección de datos.....	20
2.1.7 Análisis de datos.....	22
2.1.8 Presentación de los resultados.....	25

2.2	Metodología del componente en este estudio	25
3	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
3.1	Resultados	29
3.2	Conclusiones.....	48
3.3	Recomendaciones	49
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
5	ANEXOS	53
	Anexo I.....	53
	Anexo II.....	54
	Anexo III.....	55
	Anexo IV.....	56
	Anexo V.....	57
	Anexo VI.....	58
	Anexo VII.....	59
	Anexo VIII.....	60
	Anexo IX.....	61
	Anexo X.....	62
	Anexo XI.....	63
	Anexo XII.....	64
	Anexo XIII.....	65
	Anexo XIV.....	66
	Anexo XV.....	67
	Anexo XVI.....	68
	Anexo XVII.....	69
	Anexo XVIII.....	70
	Anexo IX.....	71
	Anexo XX.....	72

RESUMEN

El componente desarrollado en el presente trabajo de integración curricular tiene como objetivo obtener un plan de mejora en un proceso productivo crítico para la empresa procesadora de alimentos cárnicos AB0C. Actualmente, la planta presenta un problema de alta variabilidad en el peso de sus productos terminados, provocando algunos efectos negativos en la organización y por tanto una baja calidad de sus productos. En este contexto, el componente de estudio se orienta en la aplicación de técnicas y herramientas del enfoque de mejora Six Sigma para llegar a una propuesta de mejora que logre disminuir la variabilidad de los productos de la planta ABC. El camino para alcanzar este propósito ha tenido como hoja de ruta el ciclo DMAIC, mismo que ha sido ejecutado desde la fase de definir hasta la fase de propuesta de mejora, considerando el alcance de este estudio. El trabajo consta de tres capítulos, en el primer capítulo se presenta la información necesaria sobre los fundamentos del trabajo de investigación; además, la base teórica del tema estudiado. Por otro lado, el capítulo 2 explica ampliamente como se ejecutó el proyecto, es decir, se incluye elementos como: alcance, diseño de investigación, hipótesis, muestra y análisis de datos. Finalmente, en el capítulo 3 se expone los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidos luego de la ejecución del trabajo realizado.

PALABRAS CLAVE: Six Sigma, DMAIC, variabilidad, mejora.

ABSTRACT

The component explained in this research document is aimed at obtaining an improvement plan in critical production process for the meet food processing company ABC. Currently, the industrial plant has a problem of high variability in the weight of its finished products, causing some negative effects in the company and therefore the low quality of its products. In this context, the component is oriented to the application of techniques and tools of the Six Sigma improvement approach to reach an enhancement proposal that manages to reduce the variability of the products of the industrial plant ABC. The path to achieve this purpose has had as a roadmap the DMAIC cycle, which has been accomplished from the define phase to the improvement proposal phase, considering the scope of this study. This investigation consists of three chapters, the first chapter presents the necessary information on the foundations of the research work; in addition, the theoretical basis of the topic studied. On the other hand, chapter 2 explains extensively how the project was executed, that is to say, it includes elements such as: scope, research design, hypothesis, sample and data analysis. Finally, chapter 3 presents the results, conclusions and recommendations achieved after the execution of the work done.

KEYWORDS: Six Sigma, DMAIC, variability, enhancement

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El componente desarrollado en este trabajo consistió en la aplicación de las técnicas y herramientas de Six Sigma en una Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC con el objetivo de diseñar un plan de acción de mejora. Específicamente, la ejecución fue desarrollada en el proceso de fabricación de los productos de carne de cerdo y de res. Los supervisores de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC tenían los valores de las especificaciones para los pesos de sus productos; sin embargo, esa información carecía de fundamento técnico y estaba basada únicamente en la experiencia de los supervisores de la planta. Además, no todos los operarios que trabajan en la planta conocían las especificaciones, dando como resultado la fabricación de productos con diferentes pesos a pesar de que ya existía un valor definido.

La primera fase del componente comenzó con la familiarización del proceso productivo para entender completamente la fabricación de los productos, el siguiente paso fue levantar información de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC y representar el proceso mediante un diagrama de flujo, una cadena de valor y un diagrama SIPOC. A partir de la información obtenida del proceso, se logró determinar los productos de cerdo y de res que presentaron problemas de variabilidad en el peso. Una vez que se identificó los productos, se realizó la recolección de datos. Con la base de datos del peso de todos los productos de cerdo y de res, la siguiente fase consistió en analizar los datos obtenidos utilizando las herramientas cuantitativas de Six Sigma y el software estadístico Minitab. Cabe señalar que únicamente para los productos que presentaron mayor variabilidad se realizó un análisis con mayor detalle, utilizando herramientas adicionales para poder determinar las causas del problema.

Finalmente, el componente terminó con la formulación del plan de mejora para los productos con más críticos. Por otro lado, los resultados obtenidos en la fase de analizar permitieron obtener las especificaciones para todos los productos con los que debería trabajar la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC para llegar a mejorar niveles de calidad en el proceso.

El seguimiento del ciclo DMAIC permitió obtener un plan de acción que incluye un conjunto de actividades, las cuales al ser ejecutadas facilitarían la disminución de la variabilidad del peso de los productos, mejorando la calidad del proceso.

1.1 Objetivo general

Aplicar las técnicas y herramientas de Six Sigma en un proceso productivo clave de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC con el propósito de obtener un plan de mejora de calidad.

1.2 Objetivos específicos

A continuación, se presentan los objetivos específicos del componente desarrollado:

1. Realizar la caracterización del proceso de fabricación de productos cárnicos.
2. Determinar las especificaciones de los pesos de los productos cárnicos.
3. Proponer un plan de acción que permita el mejoramiento del proceso.

1.3 Alcance

El componente desarrollado tiene como hoja de ruta el ciclo DMAIC para el uso ordenado de las herramientas de Six Sigma, pero de acuerdo con el alcance del componente solo se aplica las fases de definir, medir, analizar y termina con la propuesta de mejora.

Cabe indicar, que no se desarrolló la fase de implementación ni la fase de control de las acciones propuestas debido a que la decisión de la ejecución del plan de acción supera el alcance del investigador.

En la fase de definir, se obtuvo toda la información considerada relevante del proceso en consideración a los objetivos planteados. Además, se determinó las variables que influyen en el problema en estudio. A partir de la información obtenida en la etapa anterior, se ejecutó la fase de medir recolectando datos en la planta de procesamiento ABC; la tercera fase, analizar, se desarrolló con los datos obtenidos y el apoyo de un programa informático. En la fase final se elaboró la propuesta de mejora, además, se diseñó el plan de acción tomando en cuenta los resultados de la etapa del análisis.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Evolución de Six Sigma

Six Sigma o Seis Sigma en español, tiene sus inicios en los siglos XIX y XX pero específicamente el año de 1980 es cuando empieza a tener un gran éxito en los Estados Unidos. Esto comenzó cuando el equipo de Motorola quería encontrar la manera de medir la efectividad de sus sistemas de gestión de la calidad y un miembro de los altos directivos de la empresa quería una mejora en calidad y producción en los productos electrónicos. Cuando el equipo de trabajo empezó a trabajar en el problema, notaron que medir los errores frente a un millón de oportunidades permitiría un nivel de detalle adecuado para llevar un control estadístico. Incorporaron los niveles de sigma como medida de calidad y luego de dos décadas Motorola empezó a tener resultados positivos (CSSC, 2018).

Motorola logró aplicar el método en todas las partes interesadas de la organización: servicio al cliente, ingeniería y soporte; considerando los ahorros monetarios que se obtuvo mediante Six Sigma es que los altos directivos deciden compartir la metodología con el mundo mediante la publicación de artículos, libros y brindando capacitaciones a nivel mundial (CSSC, 2018).

Desde el ámbito financiero, dos organizaciones que aplicaron Six Sigma alcanzaron ahorros que sobrepasaron los mil millones de dólares, por ejemplo Allied Signal (empresa aeroespacial) declarando un ahorro de dos millones de dólares entre 1994-1999 y General Electric (corporación multinacional) anunció un ahorro de 2570 millones de dólares en tres años (1997-1999) (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

1.4.2 Six Sigma

En un mundo tan competitivo donde las organizaciones luchan día a día para poder subsistir en el mercado, la mejora continua se convierte en una de las actividades con mayor impacto dentro de una organización. La calidad del producto o servicio se orienta mucho más allá de la satisfacción del cliente porque se espera que puertas adentro, los procesos de las empresas sean igualmente eficientes. Una manera para lograr esto, es la ejecución de metodologías que busquen el éxito total en las actividades de una organización.

Una de las metodologías que buscan la mejora continua es Six Sigma, esta última busca reducir y eliminar defectos. Examina los procesos de las empresas para llevar la calidad a niveles altos, es decir alcanzar la perfección (Valles et al., 2009). Una de las metas que pretende alcanzar es la reducción de la variabilidad de la variable de calidad del producto

o proceso, considerando el enfoque del cliente (Gisbert & Oltra, 2016). Six Sigma plantea “lograr 3.4 errores o defectos por millón de oportunidades.” (Gutiérrez & de la Vara, 2013, p. 420).

A continuación, se presentan las características de Six Sigma según Gutiérrez y de la Vara (2013):

El primero es liderazgo comprometido de arriba hacia abajo, Six Sigma se apoya en el personal que está tiempo completo, entrenamiento, acreditación, orientada al cliente y con enfoque de procesos, Six Sigma se dirige con datos, Six Sigma se apoya en una metodología robusta, Six Sigma se apoya en entrenamiento para todos, el trabajo por Six Sigma se reconoce, Six Sigma es una iniciativa con horizonte de años, Six Sigma se comunica. (p. 399)

Six Sigma utiliza herramientas para la mejora de calidad en procesos y productos tales como: histograma, diagrama de Pareto, gráficos de control, análisis de regresión y diseño de experimentos. La cantidad de instrumentos es grande considerando el alcance que tiene la metodología ya que es aplicada para varios sectores: manufacturero, financiero, ingeniería incluso en investigación y desarrollo (Mathew et al., 2017). En este sentido, se pueden establecer dos niveles, el primer nivel operacional trabaja con herramientas estadísticas representando la variabilidad con la curva de distribución normal, en cambio, el segundo nivel administrativo busca disminuir los defectos de los procesos para aumentar la calidad (Gisbert & Oltra, 2016).

La decisión de implementar Six Sigma en las empresas implica una reestructuración organizacional, pues se busca que todo el personal de la organización participe, desde los líderes hasta empleados. De manera general, la estructura organizacional se compone de la siguiente manera: Champion o patrocinadores, Master Black Belt (maestro de cinturón negro) trabajan con el personal de la alta dirección, Black Belt (cinturón negro) expertos en Six Sigma, Green Belt (cinturón verde) técnicos especializados en Six Sigma y Yellow Belt (cinturón amarillo) equipo de control y monitoreo (Gómez & Barrera, 2011). Normalmente, la persona que está en la categoría Champion es un miembro de alta dirección, en cambio, Master Black Belt, es una persona con gran conocimiento de Six Sigma, es responsable de elegir herramientas de calidad y técnicas a utilizar durante todo el proyecto. Por otro lado, el miembro del equipo que sea Green Belt se responsabiliza en capacitar al resto del personal sobre Six Sigma. Por último, Yellow Belt se encarga de seguir las órdenes de los otros miembros y comunicar los avances del proyecto (Navarro et al., 2017).

1.4.3 Calidad Six Sigma

El enfoque de Six Sigma propone llegar a un nivel alto en calidad en los procesos y productos en una organización. El nivel de calidad se analiza en términos del número de sigmas. En este sentido, Gutiérrez y de la Vara (2013) explican que el índice Z es la métrica más utilizada en Six Sigma, “consiste en calcular la distancia entre las especificaciones y la media μ del proceso en unidades de desviación estándar, σ ” (p.106). A continuación, las ecuaciones para obtener el valor para un proceso de doble especificación Z superior (Z_s) y Z inferior (Z_i).

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma}$$

Ecuación 1.4.1. Índice Z superior.

$$Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma}$$

Ecuación 1.4.2. Índice Z inferior.

$$Z = \text{mínimo} [Z_s, Z_i]$$

Ecuación 1.4.3. Índice Z inferior.

Un proceso con calidad Six Sigma se define, según Gutiérrez y de la Vara (2013) como “proceso cuya capacidad de cumplir especificaciones a corto plazo es igual a $Z_c=6$ o cuando es a largo plazo $Z_L= 4.5$ ” (p.108). Este nivel de calidad implica que en la ejecución del proceso la variabilidad de la variable de calidad sea muy pequeña, es decir una tasa de defectos de 0.002 PPM (partes por millón). En la Figura 1.4.1. se muestra una representación gráfica de la calidad seis Sigma y la diferencia con un nivel de calidad de tres Sigma.

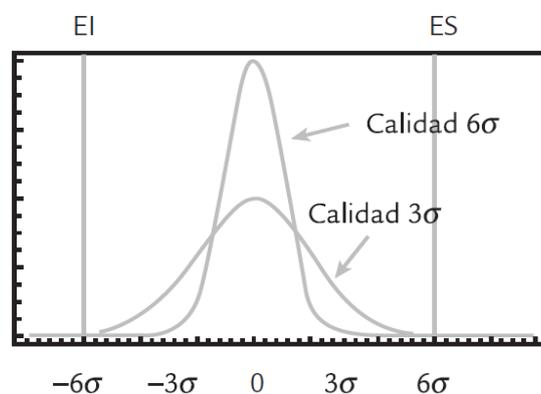


Figura 1.4.1. Proceso con Calidad 3σ y 6σ .

Nota. Adaptado de *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (p.107), por Gutiérrez y de la Vara, 2013, McGraw-Hill.

A partir de la figura anterior se podría considerar que el nivel de calidad 3σ es adecuado, sin embargo, implica alrededor de 2700 defectos por cada parte por millón. La tasa de defectos convierte al nivel 3σ en insatisfactoria por la gran cantidad de pérdidas, es por eso por lo que la meta para la mejora del proceso es que las empresas trabajen con un nivel de calidad seis sigma para lograr la mínima cantidad de defectos en sus productos.

1.4.4 Ciclo DMAIC

Una característica que tiene Six Sigma es apoyarse en metodologías robustas, en este sentido, el ciclo DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) aparece como el enfoque adecuado para la mejora de procesos.

Además, la aplicación de este enfoque puede representarse como un proceso (ver Figura 1.4.2). En este proceso, la entrada es el problema, la salida es la solución y el proceso representa la metodología utilizada, es decir DMAIC (Shankar, 2009).

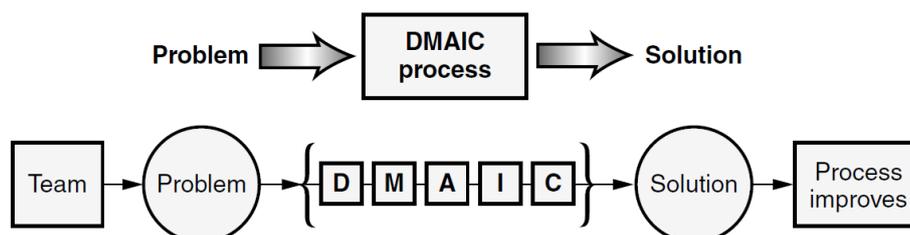


Figura 1.4.2. Proceso DMAIC.

Nota. Adaptado de *Process Improvement Using Six Sigma* (p.06), por Shankar, 2009, ASQ.

i. Definir

Es la fase donde se identifica la oportunidad del proyecto y se asegura que el problema o proceso esté vinculado con las necesidades de la organización y cuente con el apoyo de las autoridades. Para los proyectos que son más formales se recomienda el desarrollo del acta de constitución o una carta donde esté redactado la descripción del proyecto, alcance e información relevante (fechas de inicio, métricas, recursos). Shankar (2009) explica que no necesariamente la organización tiene que estar en un problema para utilizar la metodología DMAIC en proyectos de mejora continua.

En esta fase las herramientas más utilizadas son: mapas de procesos, diagrama de flujo, cadena de valor y diagramas SIPOC. El objetivo de las herramientas es expresar de manera visual la información del proceso, finalmente, se recomienda desarrollar planes para las siguientes fases, en especial a la medición que es la siguiente (CSSC, 2018).

Al final de esta fase, se recomienda redactar un informe sobre el proyecto o un documento escrito donde esté detallado todas las actividades que serán parte del proyecto y lo que el proyecto pretende solucionar (Girmanová et al., 2017).

ii. Medir

En esta fase el propósito es evaluar y recopilar información de la organización para comprender el estado actual del proceso. Por lo tanto, se recolectan datos de las variables ya establecidas para evitar la toma innecesaria de datos.

En la mayoría de los proyectos se estudia la capacidad del proceso en su estado actual e incluso las empresas cuentan con información histórica sobre el rendimiento y esa información puede servir como base para el desarrollo del proyecto. Al final de la etapa de medir es válido actualizar la descripción del proyecto, objetivos o alcance, por lo que se recomienda hacerlo en esta fase del proyecto (Montgomery & Woodall, 2008).

En la investigación desarrollada por Shankar (2009), se señala que deben estar completos los siguientes puntos para dar por terminado la etapa de medir:

- Comprensión de las actividades en el proceso.
- Comprensión sobre el riesgo en el proceso.
- Determinar si el proceso cumple con las expectativas del cliente analizando la capacidad.
- Evaluar el sistema de medición para verificar que los datos son correctos.

iii. Analizar

El desarrollo de esta fase sirve para determinar las posibles causas de los problemas de la organización, considerando todas las perspectivas: calidad, clientes, producción, proveedores o desperdicio. La información utilizada debe ser apoyada con la documentación histórica para comparar y mejorar los resultados obtenidos. Entre las herramientas más utilizadas en esta fase se destacan: lluvia de ideas, diagrama de Pareto, cinco por qué, diagramas de dispersión, entre otras (Gutiérrez & de la Vara, 2013). Si bien el uso de herramientas estadísticas depende de cada proceso, según Shankar (2009) las

herramientas que se deberían utilizar son: prueba de hipótesis, correlación, análisis ANOVA.

En esta fase se recomienda: utilizar una lista de verificación para comprobar que todos los datos sean analizados, recolectar todos los resultados importantes para presentar en los informes, comprobar los resultados vayan en función de lo establecido (Shankar, 2009).

iv. Mejorar

Es la etapa para pensar creativamente sobre los cambios específicos que se pueden realizar en el proceso y otras actividades para tener el impacto deseado en el rendimiento del proceso. Se utiliza gran variedad de herramientas durante la fase de mejorar. Así, el rediseño de procesos, para mejorar el flujo de trabajo y reducir los cuellos de botella, el uso amplio de diagramas de flujo y/o mapas de flujo de valor y hojas de verificación (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

Los experimentos diseñados son quizás la herramienta estadística más importante en esta fase pues se puede determinar qué influye en el resultado del proceso y cuál sería la combinación óptima de los factores que atacan a las causas del problema. Si bien con la aplicación de las herramientas se puede llegar a tener una gran variedad de alternativas, es importante la evaluación de las soluciones mediante una matriz de priorización (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

v. Controlar

En esta etapa las mejoras ya fueron implementadas por lo que se debe determinar si los resultados fueron los esperados, además, es importante establecer un conjunto de acciones para que se mantengan las acciones de mejora. Gutiérrez y de la Vara (2013) describen que las acciones a implementar deben ser de control en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo.

Las últimas actividades que se deben desarrollar son: documentar el proyecto con toda la información relevante y elaborar un documento resumen del proyecto, detallando toda la información relevante, impacto, resultados y los aprendizajes alcanzados del proyecto (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

Para concluir la explicación del Ciclo DMAIC, en la Figura 1.4.3. se adjunta un resumen sobre las herramientas a utilizar para cada fase:

Herramienta	Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Project Charter	X				
Mapa de procesos y diagramas de flujo	X	X			
Análisis causa efecto		X			
Análisis de la capacidad del proceso		X			
Pruebas de hipótesis, intervalos de confianza			X		
Análisis de regresión, otros métodos multivariable			X		
Análisis Gauge R&R		X			
Modo de falla y análisis de defectos			X		
Diseños Experimental			X	X	
SPC y planes de control de procesos		X	X		X

Figura 1.4.3. Herramientas utilizadas en DMAIC.

Nota. Adaptado de “An Overview of Six Sigma” (p.08), por D. Montgomery y W. Woodall, 2008, *International Statistical Review*.

1.4.5 Análisis de Capacidad del Proceso

Este tema se relaciona con la capacidad del proceso, es decir la uniformidad que existe en las distintas fases de un producto. En calidad, la variabilidad es una de las características más críticas en la uniformidad de la producción. El análisis de capacidad del proceso para un programa de mejoramiento de calidad, es una etapa fundamental. Esta técnica es utilizada en distintos campos: ciclo de producto, diseño de producto y proceso, gestión de la cadena de suministro, planificación de la producción y la fabricación. Las herramientas aplicadas en el análisis de la capacidad del proceso son: histogramas, gráficos de probabilidad, cartas de control y experimentos diseñados, por mencionar algunas (Montgomery, 2013). Para utilizar este análisis se debe considerar que el producto o variable cuenta con una característica de calidad donde el tipo valor nominal es mejor. A continuación, se presenta los índices de capacidad (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

- Índice C_p

El índice de capacidad potencial del proceso, según Gutiérrez y de la Vara (2013), afirman que “resulta de dividir el ancho de las especificaciones (variación tolerada) entre la amplitud de la variación natural del proceso” (p. 98). El cálculo del índice se presenta en la Ecuación 1.4.4.

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

Ecuación 1.4.4. Índice C_p .

Para concluir que un proceso es potencialmente capaz el valor del índice es mayor que 1. En la Tabla 1.4. se presenta los valores de C_p y su análisis.

Tabla 1.4. Valores C_p y su interpretación.

Valor del índice C_p	Clase o categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1.3$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Nota. Adaptado de Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma (p.99), por Gutiérrez y de la Vara, 2013, McGraw-Hill.

- Índice C_{pi} , C_{ps} y C_{pk}

Los dos primeros índices (C_{pi} , C_{ps}) toman en cuenta el centrado del proceso, el índice de capacidad para la especificación inferior C_{pi} , se determina su valor de acuerdo con la Ecuación 1.4.5.

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$$

Ecuación 1.4.5. Índice C_{pi} .

Por otro lado, el índice de capacidad para la especificación superior C_{ps} , según Gutiérrez y de la Vara (2013) señalan es un “indicador de un proceso para cumplir con la especificación superior de una característica de calidad” (p. 101). El cálculo se realiza a través de la Ecuación 1.4.6.

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

Ecuación 1.4.6. Índice C_{ps} .

Gutiérrez y de la Vara (2013) explican que el “Indicador de la capacidad real de un proceso que se puede ver como un ajuste del índice C_p para tomar en cuenta el centrado del proceso” (p. 102). La manera más común de calcular el valor se observa en la Ecuación 1.4.7.

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$

Ecuación 1.4.7. Índice C_{pk} .

- Consideraciones finales por parte de Gutiérrez y de la Vara (2013):

El índice C_{pk} siempre será menor o igual que el índice C_p . Además, si el valor de C_{pk} es mayor a 1, se considerará que el proceso tiene una capacidad satisfactoria. Por último, si el valor de C_{pk} es cero o valores negativos, esto indica que la media del proceso está fuera de las especificaciones. (p. 102)

1.4.5.1 Estimación de los Límites Naturales de Tolerancia en un proceso

Según Gutiérrez y de la Vara (2013), “Los límites naturales de tolerancia de un proceso, o simplemente límites naturales o reales de un proceso, son aquellos entre los cuales por los que regular varía el proceso” (p. 121). En este sentido, los límites reales inferior (LRI) y real superior (LRS) se calculan de la siguiente manera:

$$LRI = \mu - 3\sigma$$

Ecuación 1.4.8. Límite real inferior.

$$LRS = \mu + 3\sigma$$

Ecuación 1.4.9. Límite real superior.

Donde:

μ : *Media del proceso*

σ : *Desviación estándar del proceso*

En el caso de que la distribución del proceso sea normal (μ, σ) , los límites naturales se calculan con la Ecuación 1.4.10.

$$\mu \pm Z_{\alpha/2}\sigma$$

Ecuación 1.4.10. Límites de especificación para distribución normal.

Muchas veces el diseñador establece las tolerancias con muestras pequeñas, en ese caso, los límites se calculan mediante la Ecuación 1.4.11.

$$\bar{X} \pm K_{(\gamma, \alpha)}S$$

Ecuación 1.4.11. Límites de especificación para muestras pequeñas.

Donde:

\bar{X} : *Media muestral del proceso*

$K_{(\gamma, \alpha)}$: *Constante K con una confianza de γ por ciento los intervalos*

S : *Desviación estándar muestral*

1.4.6 Six Sigma en Pymes

Si bien la metodología Six Sigma busca alcanzar altos niveles de excelencia en cuanto la calidad del producto/proceso, algunos autores cuestionan la efectividad que tiene Six Sigma en una Pyme. Los académicos que apoya esta idea argumentan que en una Pyme no se considera la asignación de su presupuesto para temas de innovación y desarrollo, por lo tanto, se dificulta la capacitación de miembros del proyecto en la temática de Six Sigma. Además, durante la planificación de un proyecto se puede presentar limitaciones para su ejecución, varias Pymes son provenientes de un negocio familiar y esto puede provocar resistencia al cambio de los procesos, por otro lado, el personal no mira la metodología Six Sigma como un proyecto a largo plazo (Campos & Parraga, 2019).

Sin embargo, existen planteamientos que señalan la posibilidad de ejecutar la metodología Six Sigma en Pymes de manera exitosa, el razonamiento para decir esto es que las Pymes al ser organizaciones más pequeñas el control es mucho más minucioso, además, difundir la cultura en las empresas más pequeñas permite la adaptación mucho más rápida de la filosofía Six Sigma (Campos & Parraga, 2019).

La metodología Six Sigma busca alcanzar altos niveles de excelencia en la calidad del producto/proceso, sin embargo, para lograr esos resultados las actividades no solo deben ir orientadas al control estadístico del proceso, es importante que la cultura organizacional demuestre que miembros de gerencia apoyan la ejecución de Six Sigma (Gisbert & Oltra, 2016).

A pesar de los diferentes puntos de vista sobre la ejecución de la metodología en una Pyme, investigaciones realizadas en diferentes países: Colombia, Ecuador, Brasil y México sobre los resultados de la aplicación Six Sigma son positivos. El estudio en una Pyme del sector automotriz logró un ahorro del 32.1% de los niveles de rechazo, una empresa dedicada a la fabricación de bloques adoptó la metodología Six Sigma para dos de sus productos logrando la reducción del 61.04% del nivel de desperdicios, además, 4.01 defectos por millón de oportunidades de error, aumentando la productividad y ubicando a la organización en nivel más competitivo. El proyecto de mejora desarrollado en una planta dedicada a la fabricación de pintura obtuvo un ahorro de 15 000 dólares anuales, mejorando el desempeño del equipo y la estructura del proceso (Ortiz, 2020)

2 METODOLOGÍA

En el trabajo desarrollado por Hernández et al. (2014) se explica que “La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (p.02). El trabajo de integración curricular cumple con el alcance de una investigación, por lo tanto, la subdivisión que es el componente de este caso de estudio utiliza la metodología de la investigación para su desarrollo.

Existe una gran cantidad de alternativas para iniciar una investigación, en este caso de estudio se utilizó la metodología propuesta por Hernández et al. (2014).

2.1 Marco metodológico

En esta sección se encuentra la información relevante sobre los elementos utilizados en el desarrollo del componente. La Figura 2.1.1. representa la metodología propuesta por Hernández et al. (2014) para una investigación:

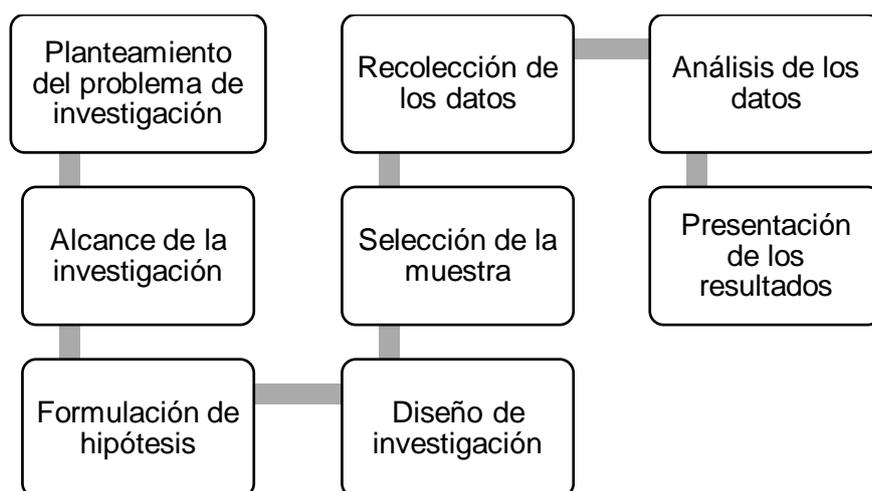


Figura 2.1.1. Proceso de Investigación.

Nota. Adaptado de *Metodología de la investigación*, por Hernández et al., 2014, McGraw-Hill

La revisión de la literatura sobre Six Sigma permitió concluir que, si bien no es fácil la ejecución de las técnicas de esta filosofía de calidad en pymes, no implica que sea imposible. En la investigación realizada por Ortiz (2020) se expone los grandes resultados que tuvo la ejecución de Six Sigma en pymes manufactureras en distintas áreas.

2.1.1 Planteamiento del problema de investigación

Hernández et al. (2014) explican “plantear el problema no es sino afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación” (p. 34). En consecuencia, primer paso para realizar una investigación es el desarrollo del problema de investigación.

Los elementos que incluye el planteamiento del problema según Hernández et al. (2014) son:

- i. Objetivos de la investigación
- ii. Preguntas de investigación
- iii. Justificación de la investigación
- iv. Viabilidad de la investigación
- v. Evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema

La importancia del planteamiento del problema radica en que a lo largo del proceso de investigación se busca una respuesta y esta solo se alcanzará cuando se especifica lo que se quiere solucionar.

i. Objetivos de la investigación

Hernández et al. (2014) mencionan que los objetivos de la investigación “Señalan a lo que se aspira en la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías del estudio” (p. 37). Pimienta y De la Orden (2017) explican que el objetivo general debe expresar la idea central de lo que se va a realizar en la investigación. Por otra parte, los objetivos específicos parten del objetivo general.

La redacción de los objetivos sea generales o específicos deben cumplir con lo siguiente según Pimienta y De la Orden (2017):

- Ser concretos
- Ser realizables
- Ser enfocados

ii. Preguntas de investigación

Hernández et al. (2014) señalan que “las preguntas deben resumir lo que habrá de ser la investigación” (p. 38). Es decir que la idea de redacción de las preguntas es para delimitar el problema de investigación. Se recomienda que las preguntas no sean demasiado

generales pues conlleva a una investigación con temática abierta; por otro lado, las preguntas que no guarden relación con el tema principal del campo de estudio deben ser omitidas. Hernández et al. (2014) señalan “Cuanto más precisas son las preguntas, más fácilmente se responden, y esto deben tomarlo en cuenta sobre todo los estudiantes que se inician en la investigación” (p. 39).

iii. Justificación de la investigación

En la justificación se detalla los motivos, beneficios o razones del por qué es conveniente el trabajo de la investigación. Es decir, toda la información que explique que el estudio realizado es necesario e importante. A continuación, se presentan parámetros que pueden ser considerados para escribir la justificación, Hernández et al. (2014) detalla “conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico, utilidad metodológica” (p. 40).

iv. Viabilidad de la investigación

En relación con la viabilidad o factibilidad del estudio, los temas a considerar son: tiempo, materiales, recursos humanos y financieros. Además, se debe tener el acceso al lugar o elementos necesarios para realizar la investigación. Finalmente, se debe cuestionar si es posible desarrollar la investigación y la disponibilidad de los recursos.

v. Evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema

Durante todo el desarrollo de la investigación se debe cuestionar sobre la información adicional que se debe conocer, temáticas faltantes u olvidadas por abordar. Usualmente, luego de la revisión de la literatura se adicionan temas por lo que es importante trabajar al mismo tiempo el problema y el marco teórico, sin olvidar, el propósito de la investigación.

2.1.2 Alcance de la Investigación

Según Hernández et al. (2014) “no se deben considerar los alcances como tipos de investigación, ya que, más que ser una clasificación, constituyen un continuo de causalidad que puede tener un estudio” (p. 90). En la Figura 2.1.2. se presenta los distintos alcances que puede tener un estudio cuantitativo:



Figura 2.1.2. Alcances del estudio cuantitativo.

Nota. Adaptado de *Metodología de la investigación* (p.90), por Hernández et al., 2014, Mc Graw-Hill.

Es importante señalar que el alcance de un estudio varía dependiendo del criterio del investigador, por ejemplo, algunos autores, consideran que el tipo de investigación debe clasificarse según su alcance, diseño o propósito. Según, Gallardo (2017) la clasificación que tiene el alcance es: exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa; en función del diseño, la clasificación es: documental, de campo y experimental, por último, según el propósito se clasifica en pura o aplicada.

2.1.3 Formulación de hipótesis

No en todas las investigaciones se plantea hipótesis, pues esto dependerá del alcance del estudio a realizar. En este caso en particular, no se plantea, pues el componente desarrollado no busca estudiar la relación de alguna variable y esto se refleja en el alcance que tiene la investigación, estudio descriptivo (Hernández et al., 2014).

2.1.4 Diseño de la investigación

Para determinar el diseño de la investigación a utilizar se debe investigar sobre el tema. Empezando por el significado de diseño como “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (Hernández et al., 2014, p. 128).

La clasificación de los diseños varía en función de la literatura, por lo que se utiliza la clasificación de la bibliografía estudiada. En este sentido, se clasifican en dos grandes grupos: los diseños experimentales y los diseños no experimentales.

i. Diseños experimentales

Implica la manipulación de al menos una variable que genere una acción para analizar los resultados. Esto se realiza con el objetivo de encontrar un efecto por una causa manipulada.

ii. Diseños no experimentales

El enfoque no es la manipulación, sino el número de momentos que se recolecta información. A partir de esa característica se clasifica en: transeccional y longitudinal.

a) Transeccional

Son los diseños que recolectan los datos o información una sola vez y en un momento específico. Sirven para describir variables y analizar su influencia. A continuación, la clasificación de los diseños transaccionales según Hernández et al. (2014):

1. Diseños Transeccionales Exploratorios

Según, Hernández et al. (2014) “El propósito de los diseños transeccionales exploratorios es comenzar a conocer una variable o un conjunto de variables, una comunidad, un contexto, un evento, una situación” (p.155). Es decir que el desarrollo de este estudio es para explorar en un momento específico.

2. Diseños Transeccionales Descriptivos

El propósito es investigar sobre el comportamiento de uno o más variables en una población (grupos de personas, objetos, fenómenos, comunidades, etc.). A partir de esto, se argumenta que son estudios enfocados a la descripción.

3. Diseños Transeccionales Correlacionales Causales

Hernández et al. (2014) afirman “Estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado” (p. 157). En este sentido, los diseños correlacionales causales buscan establecer las relaciones entre variables, basándose en planteamientos e hipótesis causales.

b) Longitudinal

Estos diseños se utilizan para analizar los cambios a lo largo del tiempo en categorías específicas, los diseños longitudinales se utilizan para recolectar información en diferentes momentos o períodos de tiempo, con el objetivo de analizar los cambios positivos o negativos en la evolución del problema (Hernández et al., 2014). A continuación, la clasificación de los diseños longitudinales:

1. De tendencia

Son diseños que según Hernández et al. (2014) “son aquellos que analizan cambios al paso del tiempo en categorías, conceptos, variables o sus relaciones de alguna población en general” (p. 160).

2. De evolución de grupo

El propósito de los diseños de evolución de grupo es examinar cambios en grupos específicos o que tengan una característica en común, por ejemplo, la edad, época o región (Hernández et al., 2014).

3. Diseños panel

Son diseños parecidos a los diseños de tendencia y de evolución de grupo, es decir, la población es analizada en un período de tiempo, se diferencia en que en este diseño todos los participantes son analizados en todos los tiempos (Hernández et al., 2014).

2.1.5 Selección de la muestra

La muestra se define como “un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (Hernández et al., 2014, p.173). Por otro lado, la población se define como, “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández et al., 2014, p.174).

Además, la población en un estudio debe cumplir con ciertas características según Pimienta y De la Orden (2017):

- Homogeneidad: Todos los elementos deben tener características similares, en función de la variable a estudiar.
- Tiempo: Significa que todos los elementos deben estar en el mismo periodo de tiempo.

- Espacio: Similar al caso anterior, los elementos deben estar en el mismo entorno.
- Cantidad: Identificar el tamaño de la población para decidir si es necesario una muestra.

Sobre los tipos de muestra, Hernández et al. (2014) indican que existe la muestra probabilística y muestra no probabilística. La primera, la muestra probabilística contiene todos los elementos que conforman la población y que tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para formar la muestra; por otro lado, para la muestra no probabilística la elección de los elementos de la muestra no se relaciona con probabilidad sino con el criterio del investigador.

En el trabajo desarrollado por Otzen y Manterola (2017) se presenta como la clasificación de las muestras lo siguiente:

- Muestra probabilística:

Aleatorio simple

Todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para ser parte de la muestra (Otzen & Manterola, 2017).

Aleatorio estratificado

Se especifican los estratos que son parte de la población para obtener de ahí la muestra

Aleatorio Sistemático

Otzen y Manterola (2017) señala “se selecciona de forma sistemática cada hésimo caso en la población blanco” (p. 229).

Por conglomerado

El objetivo es elegir de manera aleatoria un conglomerado de datos dentro de una región, país, ciudad determinada; para seguir con hogares, escuelas u hospitales. Una particularidad de este tipo de muestra es que los elementos de estudio se ubican en lugares geográficos o físicos (Otzen & Manterola, 2017).

- Muestreo no probabilístico:

Intencional

Se utiliza para seleccionar elementos de la población cuando esta sea variable, pues la muestra es muy pequeña.

Por conveniencia

Se selecciona aquellos elementos de la población que si puedan ser aceptados o incluidos. Es decir, la selección es a conveniencia del investigador.

Accidental o consecutivo

Se selecciona elementos de la población hasta completar el tamaño deseado de la muestra. Otzen y Manterola (2017) afirma que “intenta incluir a todos los sujetos accesibles como parte de la muestra” (p. 230).

En el caso del componente en estudio, se definió a la población como todos los productos de cerdo y de res de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC. Para decidir la muestra, se consideró la teoría aprendida sobre su clasificación. A partir de esto, se eligió la muestra no probabilística por conveniencia porque la selección de los elementos no depende de un valor de probabilidad sino de las características del componente (Hernández et al., 2014). Además, los elementos seleccionados deben cumplir con la característica de tener un valor estándar para poder analizar la variabilidad.

2.1.6 Recolección de datos

La siguiente etapa por seguir es la recolección los datos sobre las variables a analizar en la población o muestra determinada. Hernández et al. (2014) explican “Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p. 198).

Existe una gran cantidad de técnicas e instrumentos para la recolección de información, las mismas dependerán del tipo de investigación. Según Pimienta y De la Orden (2017) las técnicas de investigación deben cumplir con lo siguiente:

- Aportar elementos y organizar la información
- Manejar y procesar los datos
- Ofrecer elementos para guiar el proceso de generación de conocimientos

A continuación, las técnicas más utilizadas para recolectar información según Pimienta y De la Orden (2017) son:

- Observación
- Entrevista
- Encuesta

- Cuestionario
- Recolección de datos y análisis de documentos

En esta etapa, el instrumento de medición cumple un papel fundamental pues en todas las investigaciones cuantitativas, se aplica al menos un instrumento de medición para medir las variables, atributos o conceptos de interés. Además, todo instrumento debe cumplir con los requisitos: confiabilidad, validez y objetividad (Hernández et al., 2014).

En adición, se presentan otros instrumentos de investigación que según Pimienta y De la Orden (2017) son de utilidad:

- Diario de campo
- Escala de valores
- Escala de actitudes
- Registro de observación
- Codificación de los datos
- Lista de control
- Fichas de contenido
- Fichas de registro

En la Figura 2.1.3. se describe el instrumento a utilizar dependiendo del tipo de investigación.

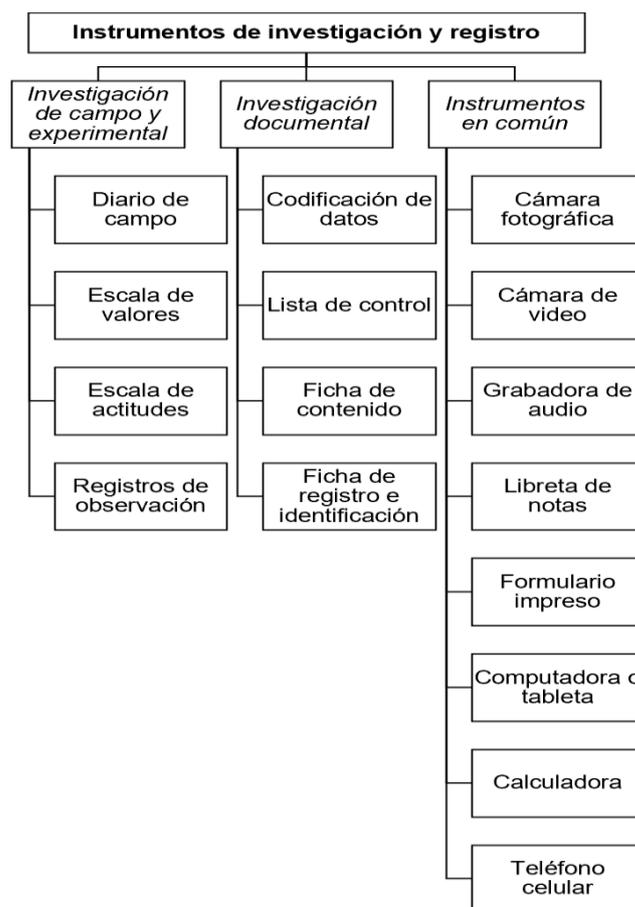


Figura 2.1.3. Instrumentos de investigación.

Nota. Adaptado de Metodología de la investigación (p. 91), por Pimienta y de la Orden 2017, Pearson.

2.1.7 Análisis de datos

Una vez que la información requerida esté completa, el investigador debe analizar los datos obtenido. Hernández et al. (2014) detallan una serie de pasos para realizar el análisis correspondiente, de los cuales se utilizan los siguientes:

i. Seleccionar un programa de análisis

Existe una gran cantidad de programas que pueden ser utilizados para analizar datos. Según, Hernández et al. (2014) los programas más utilizados son: el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), Minitab y Sistema de Análisis Estadístico (SAS) (p. 273). A continuación, se detalla el programa utilizado en el presente estudio.

- ✓ Minitab: Hernández et al. (2014) argumentan “Minitab es un paquete que goza de popularidad por su relativo bajo costo. Incluye un considerable número de pruebas estadísticas y cuenta con un tutorial para aprender a utilizarlo y practicar; además, es muy sencillo de manera” (p. 275). Para empezar a utilizar Minitab se abre una sesión y una hoja de trabajo, las variables se escriben por columnas, los análisis aparecen en la sesión y las gráficas en ventanas adicionales. En la Figura 2.1.4. se presentan los comandos principales de Minitab, según Hernández et al. (2014):

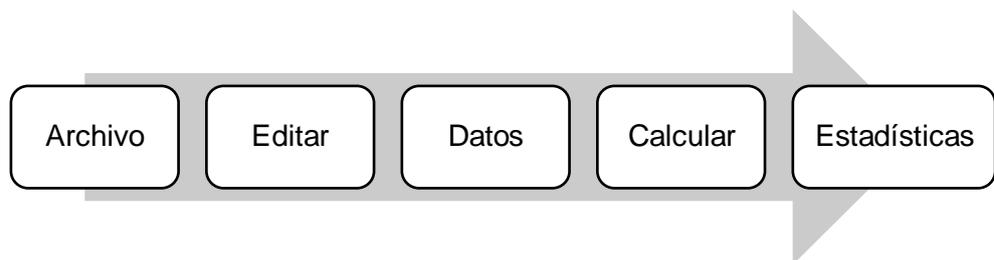


Figura 2.1.4. Comandos principales de Minitab.

El último comando de la figura anterior se subdivide en distintos tipos de estadística, por mencionar algunos:

- Regresión lineal y múltiple
- Análisis de varianza (ANOVA)
- DOE (Diseño de experimentos)
- Herramientas de calidad: diagramas de dispersión, análisis de capacidad, Pareto
- Gráficos de control: de atributos, de tiempo, individuales y grupos
- Tablas: Chi cuadrada, tabulación cruzada

ii. Ejecutar el programa

En función del programa elegido se obtienen los análisis requeridos, utilizando las herramientas adecuadas.

iii. Explorar los datos

Hernández et al. (2014) resaltan la importancia de señalar la diferencia entre variable de matriz de datos y variable de investigación, la primera hace referencia

a los ítems y la variable de investigación son las propiedades medidas o que se pretenden describir.

iv. Analizar los datos

Hernández et al. (2104) explican “una distribución muestral es un conjunto de valores sobre una estadística calculada de todas las muestras posibles de determinado tamaño de una población” (p. 300). En caso de que la distribución tenga la forma de campana y con un tamaño de 100 o más unidades muestrales, la distribución es considerada como normal. Las características de la distribución normal:

- Unimodal
- Función particular
- La base está en unidades de desviación estándar
- Es mesocúrtica
- La media, mediana y moda coinciden en el mismo punto (centro)

Para terminar la etapa de análisis, Hernández et al. (2014) señalan que es probable realizar más pruebas o análisis para ampliar el estudio en diferentes perspectivas, se puede utilizar Chi cuadrada, Lambda e incluso ANOVA (p. 326-327).

v. Preparar los resultados para presentarlos

En la última etapa, Hernández et al. (2014) recomiendan realizar las siguientes actividades para poder desarrollar un informe exitoso:

- Revisar cada resultado
- Clasificar y organizar los resultados
- Cotejar los resultados
- Priorizar la información
- Establecer un formato para todo el reporte de investigación
- Describir la información relevante sobre el análisis, valores, tablas y gráficas
- Revisar los resultados
- Elaborar el documento

2.1.8 Presentación de los resultados

El proceso no termina con la obtención de resultados, tablas o gráficos, sino en la redacción del material donde se pueda plasmar los datos obtenidos del análisis e incluso información adicional. Existen varias maneras de presentar la información: libro, artículo, documento técnico, video, presentación, etc. Por lo tanto, antes de elegir el formato de presentación, se debe definir el tipo de reporte, según Hernández et al. (2014) esto depende de:

- Razones de la investigación
- Usuarios del texto
- Contexto para presentar

Además, Hernández et al. (2014) propone un esquema general para un reporte de investigación, como se puede observar en la Figura 2.1.5.

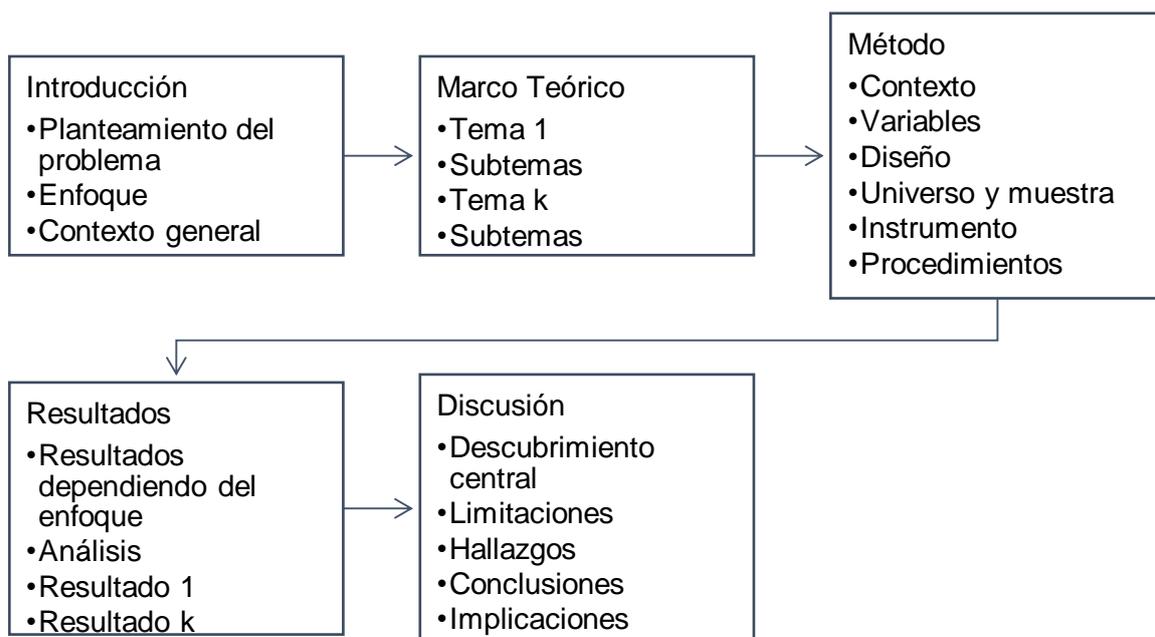


Figura 2.1.5. Bosquejo general para un reporte de investigación.

Nota. Adaptado de *Metodología de la investigación* (p. 345), por Hernández et al., 2014, McGraw-Hill.

2.2 Metodología del componente en este estudio

Una vez que se explicó la metodología a utilizar, se detalla a continuación los elementos enfocados al componente. Si bien el primer elemento es el planteamiento del problema, una parte ya fue redactada en el Capítulo 1: Descripción del Componente Desarrollado,

donde se puede verificar la presencia de los objetivos, por lo tanto, siguiendo la estructura del planteamiento del problema de investigación se debe continuar con: las preguntas de investigación, justificación, la viabilidad de la investigación y la evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema.

En ese sentido, se presenta las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las técnicas y herramientas de Six Sigma aplicados en la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC para obtener un plan de mejora de calidad enfocado al proceso productivo?
- ¿Cómo es el proceso de fabricación de productos cárnicos?
- ¿Cuáles son las especificaciones de los productos cárnicos?
- ¿Cuál es el plan de acción que permite el mejoramiento del proceso?

A continuación, se presenta la justificación del componente en estudio. La aplicación de las técnicas y herramientas Six Sigma se realizó en una empresa dedicada al procesamiento de alimentos cárnicos, en específico, la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC. La planta cumple con las normas de calidad que dictamina las autoridades nacionales y, además, trabaja con los lineamientos de calidad de organismos internacionales. Sin embargo, presenta un problema en el empaquetado de los productos.

Los operarios y los supervisores desconocen las especificaciones reales de los productos que están enviando a sus clientes, por lo tanto, se fabrica productos con varios valores de peso, sin considerar el valor nominal.

Varios de los productos que produce la planta son para las perchas de los supermercados, esto implica una gran responsabilidad en cuanto a la calidad del producto. En caso de que no se cumpla con las especificaciones, la planta podría perder a sus clientes provocando pérdidas monetarias significativas. Adicionalmente, si bien la planta cumple con niveles altos de calidad, esto debe reflejarse para todos los productos cuando estén terminados. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es aplicar la metodología en la planta para proponer un plan de mejora que logre disminuir la variabilidad del peso de todos los productos.

Respecto a la viabilidad de la investigación para el desarrollo del componente en estudio se tuvo la disponibilidad todos los recursos necesarios, por ejemplo: tiempo, lugar, humanos y recursos materiales que de acuerdo con la planificación del componente la empresa permitió acceder a la planta y tomar la información necesaria sin ninguna

dificultad. Por otro lado, en todo el desarrollo del componente se trabajó de manera simultánea el documento de informe y el análisis de los datos obtenidos, para no alejarse del propósito de la investigación.

El alcance de este componente se alinea a las características del estudio de alcance descriptivo. Hernández et al. (2014) argumentan que los estudios descriptivos “únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren” (p. 92). Por lo cual, en estos estudios no se busca analizar la relación existente entre las variables del objeto de estudio.

Para el caso del componente desarrollado, lo que se hizo fue analizar la variabilidad del peso de los productos de la planta, pesando los distintos productos durante el tiempo establecido. A partir de esto, se concluye que no se manipulará ninguna variable por lo que el diseño es no experimental. La recolección de datos fue en los horarios de trabajo de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC, es decir en momentos específicos y esto permitió especificar que el diseño es transaccional. Por último, considerando que se busca analizar el comportamiento de la variable peso en los productos, se concluye que el diseño fue transaccional descriptivo.

El siguiente punto es definir la muestra, para este componente la muestra fue de tipo no probabilística por conveniencia para todos los productos de carne de cerdo y de res de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC, que tenían un valor de peso ya establecido.

A continuación, la muestra del componente desarrollado se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Muestra del componente desarrollado.

PRODUCTOS			
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Chuleta de lomo 1 Kg	Cuero 1 Kg	Fritada 2 Kg	Hueso de res
Chuleta de pierna 1 Kg	Chicharrón 1 Kg	Fritada 1 Kg	Carne molida Tipo 1
Chuleta de brazo 2 Kg	Grasa 1 Kg	Bondiola 1 Kg	Carne molida Tipo 2
Chuleta de nuca 2 Kg		Matambre 500 G	Estofado
		Hueso de cerdo	Suave
			Pulpa negra
			Osobuco

Para el caso del componente, antes de seleccionar las herramientas a utilizar para la recolección de datos se debe considerar el alcance y los objetivos que persigue el estudio. Para el levantamiento del proceso se utilizó la técnica de observación. Por otra parte, la recolección de datos sobre el peso de los productos se hizo utilizando una balanza calibrada y anotando el valor observado en la ficha creada por el investigador.

El siguiente paso es analizar los datos obtenidos una vez que la información necesaria haya sido obtenida. En este sentido, para analizar la variabilidad se debe comprobar las condiciones de estabilidad y normalidad, esto permite realizar el análisis de la capacidad. Esto es ejecutado utilizando los programas Excel y Minitab.

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan todos los resultados obtenidos del componente desarrollado. Considerando que la investigación utiliza como hoja de ruta el ciclo DMAIC, los resultados se presentan en ese orden.

3.1 Resultados

i. Definir

Los resultados de esta fase son todos los entregables que contienen la información relacionada con la investigación. En este sentido, se utilizaron algunas herramientas para detallar el componente y describir a la organización donde se ejecutó.

Para entender la estructura de gestión organizacional de la empresa se utilizaron las siguientes herramientas:

- Project Charter: documento formal utilizado para la existencia de un proyecto, en el cual se documenta la información más importante sobre el proyecto (Ver Figura 3.1.)

Project Charter

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
NOMBRE DEL PROYECTO	Aplicación de técnicas y herramientas de six sigma en un proceso productivo crítico de una pyme del sector manufacturero, con el objetivo de establecer un plan de acción de mejora del proceso.
RESPONSABLES DEL PROYECTO	Nicole Fernanda Carrión Ortega Víctor Hipolito Pumisacho Álvaro
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO	nicole.carrion@epn.edu.ec victor.pumisacho@epn.edu.ec
UNIDAD ORGANIZACIONAL	Escuela Politécnica Nacional
FECHA DE INICIO ESPERADA	09/05/2022
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
PROBLEMA / OPORTUNIDAD	Elaborar un plan de acción de mejora mediante la aplicación de técnicas y herramientas Six Sigma en un proceso productivo. La aplicación del proyecto será en una planta procesadora de alimentos cárnicos, la cual muestra en su proceso un desconocimiento sobre las especificaciones de sus productos.
PROPÓSITO DEL PROYECTO	Diseñar un plan de mejora de calidad para el procesamiento de carne de cerdo en la Planta de procesamiento de cárnicos ABC, aplicando técnicas y herramientas Six Sigma.
ENTREGABLES ESPERADOS	Plan de acción de mejora
ALCANCE Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO	
DENTRO DEL ALCANCE DEL PROYECTO	Caracterización del proceso Análisis de los datos Herramientas de Six Sigma
FUERA DEL ALCANCE DEL PROYECTO	Ejecución del plan de mejora
RECURSOS DEL PROYECTO	
EQUIPO DE PROYECTO	Estudiante Director del proyecto TIC
RECURSOS DE APOYO	Información de la empresa de Procesamiento de Cárnicos Herramientas para la toma de datos
BENEFICIOS Y CLIENTES DEL PROYECTO	
INTERESADOS CLAVE	Supervisor de la Planta de Procesamiento de Cárnicos
BENEFICIOS ESPERADOS	Especificaciones reales de los productos Plan de acción para los productos críticos
RIESGOS, RESTRICCIONES Y SUPOSICIONES DEL PROYECTO	
RIESGOS	Inestabilidad política y económica del país COVID-19
Preparado por:	Nicole Carrión

Figura 3.1. Project Charter.

- En la Figura 3.2. se presenta la cadena de valor de la organización, lo cual también fue realizado en la fase de definir. Según Porter (1991) esta herramienta es una manera de representar las actividades de una empresa. En este sentido, se puede observar las actividades primarias y de apoyo para la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC. El componente de estudio desarrollado se enfoca en la macro actividad de “Procesamiento de productos cárnicos de cerdo y res”.

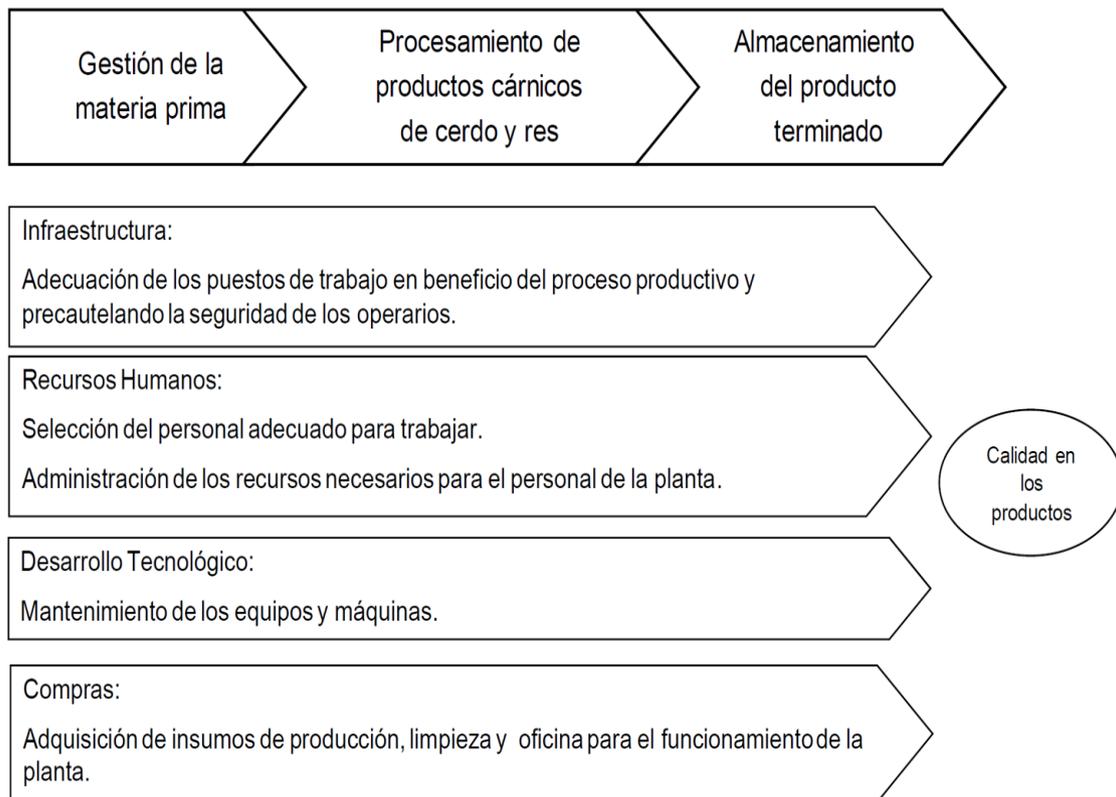


Figura 3.2. Cadena de Valor.

- Diagrama de Flujo: es una representación de los pasos u actividades de un proceso en orden cronológico (Gutiérrez & de la Vara, 2013). A continuación, se presenta el diagrama de flujo (Figura 3.3.) para describir el proceso productivo con mayor detalle.

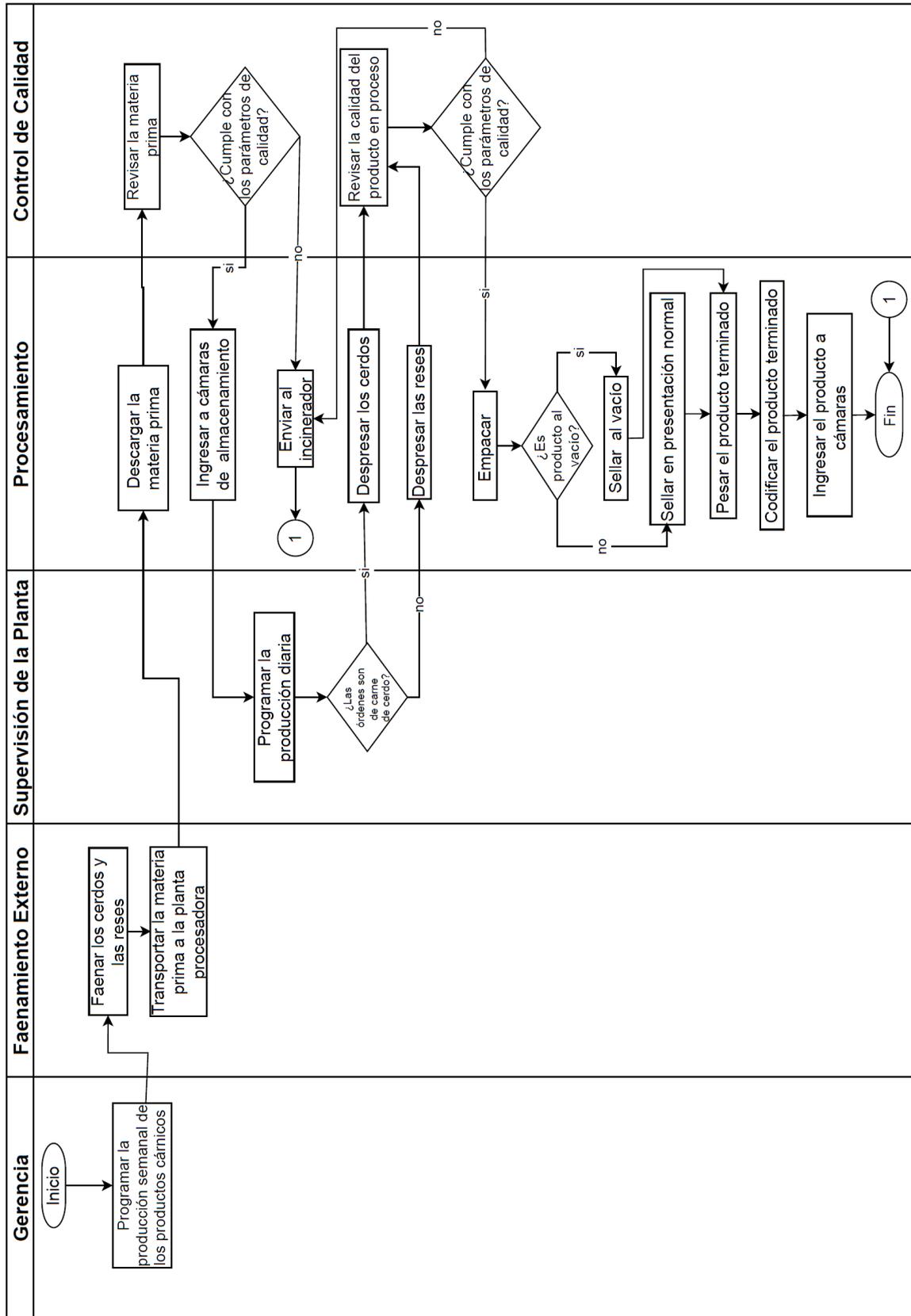


Figura 3.3. Diagrama de flujo de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC.

- Diagrama SIPOC: representación gráfica que considera los siguientes elementos: proveedores, entradas, proceso, salidas y los usuarios. En la Figura 3.4. se observa el diagrama SIPOC para el componente de estudio.

Proveedor		Entradas	Proceso	Salidas	Cliente	
Interno	Externo				Interno	Externo
Granjas propias de la organización	Camal municipal	Canal entera	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Recepción de la materia prima</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Despresado de la materia prima</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Empaque</div>	Materia prima almacenada y desinfectada	Personal de la planta de cerdos	
		Media canal				
		Tabla entera				
		Media tabla				
Supervisor de producción		Orden de producción		Cortes de cerdo y res al granel		
				Producto terminado	Almacenes propios de la organización	Supermercados

Figura 3.4. SIPOC de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC.

- Layout: representación gráfica de los elementos que forman parte de la instalación. A continuación, en la Figura 3.5. se observa el Layout de la planta donde se realizó el presente trabajo de investigación.

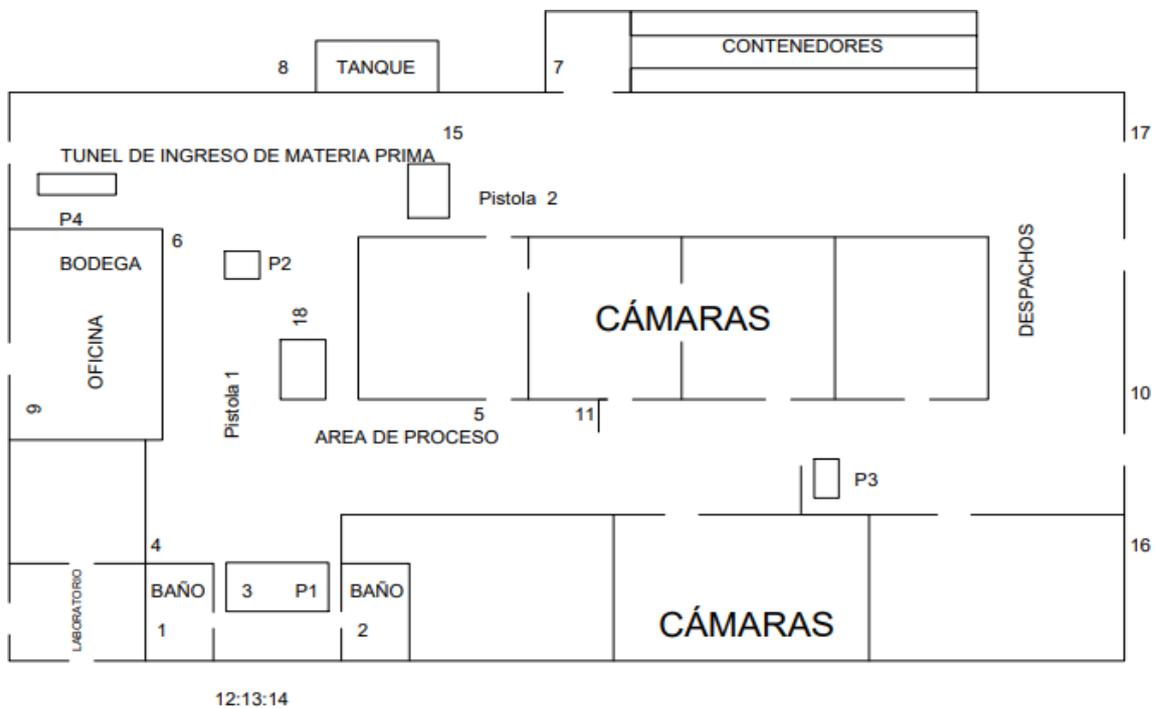


Figura 3.5. Layout de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC.

Una vez que se comprendió el funcionamiento de la empresa y la problemática a estudiar, se elaboró un cronograma que se puede observar a continuación en la Tabla 3.1. para desarrollar la siguiente fase de medir, considerando los productos definidos en el capítulo anterior (Tabla 2.1.).

Tabla 3.1. Cronograma para la fase de medición.

Actividad	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Familiarización del proceso productivo																									
Definición de variables y parámetros relacionadas.																									
Medición y recolección de datos de variable del Grupo 1 de productos																									
Medición y recolección de datos de variable del Grupo 2 de productos																									
Medición y recolección de datos de variable del Grupo 3 de productos																									
Medición y recolección de datos de variable del Grupo 4 de productos																									
Medición de datos complementarios																									

ii. Medir

En esta fase se recolectó toda la información sobre el peso de los productos seleccionados. Considerando lo señalado en el Capítulo de Metodología y siguiendo lo definido en el diseño de investigación se identificó que para el componente a ser estudiado la variable es el peso y su estudio es del tipo transaccional descriptivo y la fase de medir se realizó en las fechas establecidas anteriormente. Para la recolección de datos se hizo uso de las herramientas entrevistas y hojas de registro.

Finalmente, se llegó a generar una base de datos para todos los productos identificados y una muestra de la información obtenida se presenta a continuación en la Tabla 3.2. La base de datos consolidada se encuentra el ANEXO I.

Tabla 3.2. Muestra de los datos obtenidos.

HOJA DE REGISTRO				
Productos de Cerdo				
Grupo N°1				
Fecha: 06/06/2022				
N°	Chuleta de lomo 1Kg	Chuleta de pierna 1Kg	Chuleta de brazo 2Kg	Chuleta de nuca 2Kg
1	0,992		2,032	
2	1,136		2,066	
3	1,178		2,03	
4	0,938		1,958	
5	1,01		2,148	

iii. Analizar

Para el desarrollo de esta fase se trabajó con los datos obtenidos en la fase anterior. A continuación, la Figura 3.6. resume el proceso para analizar los datos obtenidos.

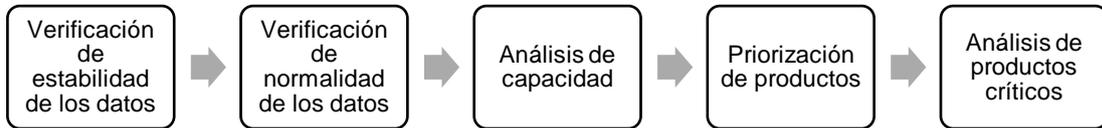


Figura 3.6. Proceso de análisis para los productos.

Como el procedimiento es el mismo para todos los productos en esta parte del documento se presenta una explicación detallada solo para el primer producto. Es importante señalar que para el análisis de la capacidad se requiere un valor nominal y los límites de especificación. Si bien los productos cuentan con la primera característica, los límites con los que trabaja la organización han sido definidos de manera empírica sin fundamento teórico alguno. Por lo tanto, se diseñó nuevos límites de tolerancia siguiendo lo establecido en el marco teórico obteniendo dos análisis de capacidad, el primero con los límites tradicionales y el segundo con los nuevos límites.

A continuación, se presentan en las siguientes figuras con los resultados del análisis realizado:

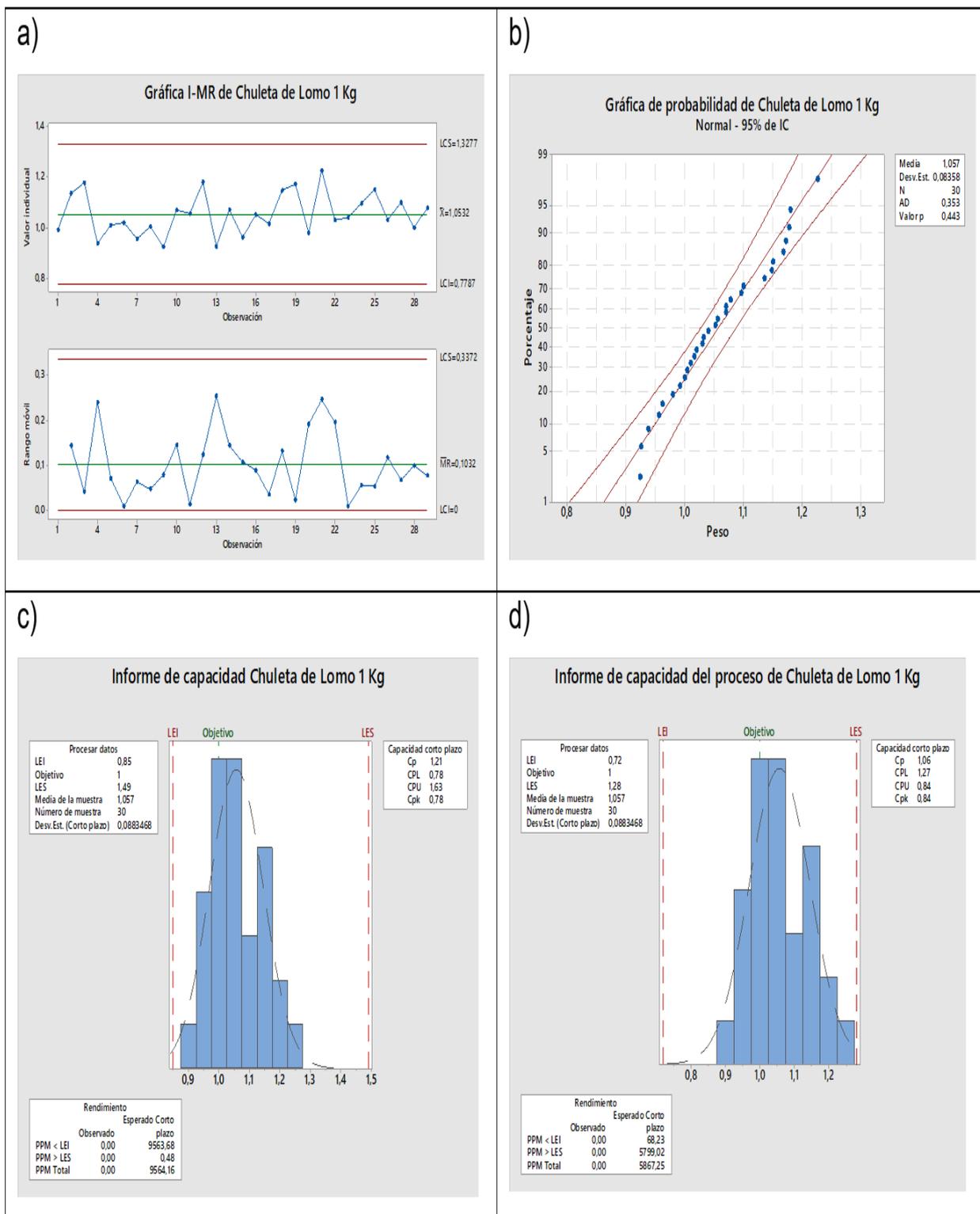


Figura 3.7. Resultados del análisis del Producto Chuleta de Lomo 1 Kg.

El producto analizado en esta parte del estudio es la chuleta de lomo de 1 Kg, cuyo resultado se observa en la Figura 3.7. en el cual se observa en la parte a) que el peso del producto es estable pues no se sobrepasa ningún límite de especificación tanto para el valor individual como el rango móvil y no existe ningún patrón no aleatorio. Para realizar el análisis de capacidad se debe cumplir dos condiciones: normalidad y estabilidad. El apartado b) de la Figura 3.7. muestra la gráfica de la probabilidad normal, donde se concluye que el producto pasa la prueba, pues el valor P es mayor a 0.05. Considerando que se cumplieron con todas las condiciones se obtiene el análisis de capacidad. Según los resultados de los informes de capacidad c) y d), se concluye que el índice de capacidad potencial del proceso C_p es parcialmente adecuada pues su valor está entre $1 < C_p < 1.33$, sin embargo, requiere un control estricto. Por otro lado, el índice C_{pk} que representa la capacidad real del proceso es mala pues los valores de C_{pk} en los dos análisis son menores a 1.00.

Si bien con los nuevos límites disminuye el número de partes por millón que no cumplen con las especificaciones, el proceso sigue siendo incapaz, por lo que las acciones de mejora se deben orientar hacia el centrado del proceso.

Considerando que el análisis de datos es el mismo para todos los productos, se presenta a continuación los resultados obtenidos de todos los productos incluido el explicado en esta parte.

Tabla 3.3. Resultados de verificación de estabilidad y normalidad.

Productos	Estabilidad	Normalidad	
		Pasa	No pasa
Chuleta de lomo 1 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Chuleta de pierna 1 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Chuleta de brazo 2 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Chuleta de nuca 2 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Cuero 1 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Chicharrón 1 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Grasa 1 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Fritada 2 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Fritada 1 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	

Bondiola 1 Kg	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Matambre 500 G	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Hueso de cerdo	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Hueso de res	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Carne molida Tipo 1	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Carne molida Tipo 2	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Estofado	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Suave	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Pulpa negra	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	
Osobuco	No presenta ningún patrón no aleatorio	x	

Se puede observar, según la Tabla 3.3., que se realizó las pruebas de normalidad y estabilidad para los diecinueve productos. Los resultados de ese estudio es que todos los productos cumplen con las dos condiciones de estabilidad y normalidad, por lo tanto, es posible realizar el análisis de capacidad. Sin embargo, de todos los productos observados solo once tienen un valor nominal. El desarrollo de este análisis se presenta en los anexos (ver ANEXO II hasta ANEXO XX). Por consiguiente, se presenta los resultados del análisis de capacidad para los productos con valor nominal en la Tabla 3.4., considerando que el estudio fue hecho utilizando los límites tradicionales y con los nuevos límites.

Tabla 3.4. Resultados de análisis de capacidad.

Productos		Límites Tradicionales				Nuevos Límites			
		LI	LS	C _p	C _{pk}	LI	LS	C _p	C _{pk}
GRUPO 1	<i>Chuleta de lomo 1kl</i>	0,84	1,49	1,21	0,78	0,72	1,28	1,026	0,84
	<i>Chuleta de pierna 1kl</i>	0,8	1,3	0,8	0,67	0,67	1,33	1,05	1,02
	<i>Chuleta de brazo 2kl</i>	1,7	2,4	2,03	2,01	1,82	2,18	1,05	0,77
	<i>Chuleta de nuca 2kl</i>	1,7	2,4	1,71	1,49	1,8	2,2	0,98	0,51
GRUPO 2	<i>Cuero 1kl</i>	0,9	1,1	0,32	0,14	0,68	1,32	1,04	0,86
	<i>Chicharrón 1kl</i>	0,9	1,1	0,63	0,42	0,84	1,16	1,01	0,8
	<i>Grasa 1kl</i>	0,9	1,1	0,67	0,35	0,85	1,15	1,01	0,69
GRUPO 3	<i>Fritada 2kl</i>	1,8	2,6	0,93	0,8	1,57	2,43	1	0,67
	<i>Fritada 1kl</i>	0,7	1,37	1,34	0,83	0,75	1,25	1	0,35
	<i>Bondiola</i>	0,6	1,6	1,29	1,19	0,61	1,39	1,01	0,65
	<i>Matambre</i>	200	800	1,36	1,16	279,67	720,33	1	0,8

A partir de los resultados obtenidos en la tabla anterior, se representa gráficamente la información obtenida.

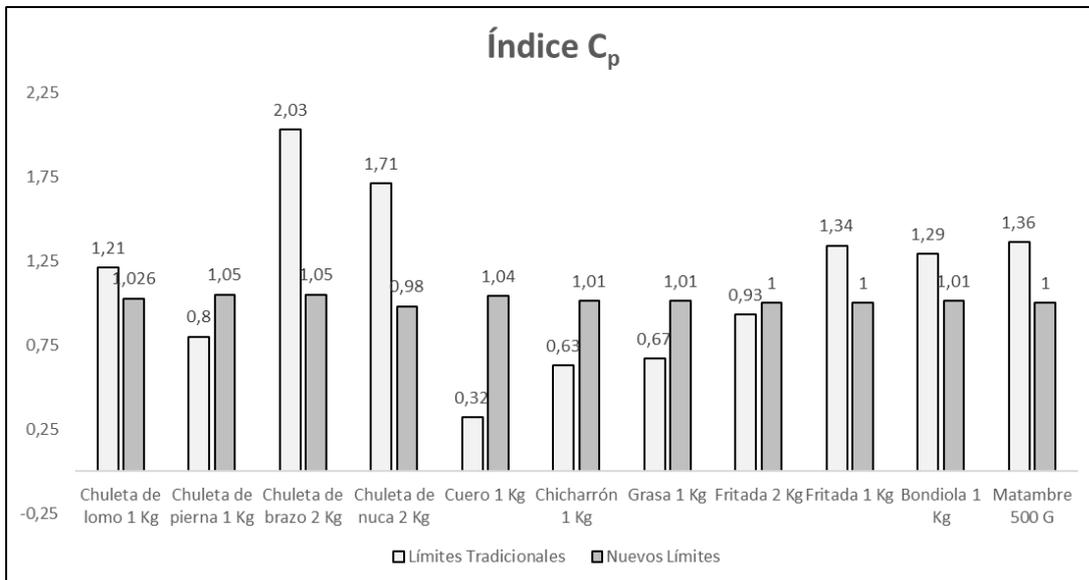


Figura 3.8. Resultados del C_p en el estudio de capacidad.

Observando la Figura 3.8. se puede encontrar que el índice de capacidad potencial del proceso (C_p) disminuye su valor, en comparación con los nuevos límites, para los productos: Chuleta de lomo 1 Kg, Chuleta de brazo 2 Kg, Chuleta de nuca 2 Kg, Fritada 1 Kg, Bondiola y Matambre, esto indica que con los límites tradicionales el proceso está bajo control, sin embargo, esto cambia cuando se utilizan los nuevos límites. Se puede comprobar que Chuleta de brazo 2 Kg junto a Chuleta de nuca 2 Kg, son los productos más afectados, pues el valor del índice se reduce a la mitad.

Por otro lado, los productos: Chuleta de pierna 1 Kg, Cuero 1 Kg, Chicharrón 1 Kg y Grasa 1 Kg, aumentó el valor del índice de capacidad. Se puede verificar que el valor de C_p para todos los productos anteriormente mencionados están entre $1 < C_p < 1.33$, concluyendo que la calidad del proceso es parcialmente adecuada pero que requiere un control.

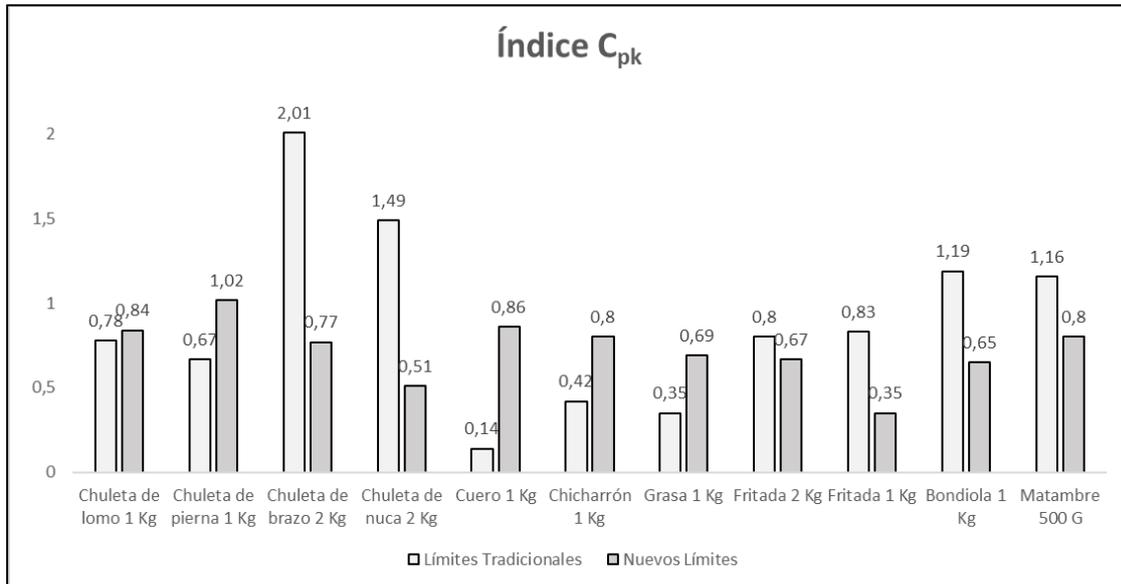


Figura 3.9. Resultados del C_{pk} en el estudio de capacidad.

En la Figura 3.9. se representa gráficamente los resultados del índice C_{pk} . Los productos que disminuyeron el valor de C_{pk} son: Chuleta de brazo 2 Kg, Chuleta de nuca 2 Kg, Fritada 1 Kg, Bondiola y Matambre. Según la misma figura, los productos con mayor disminución son Chuleta de brazo 2 Kg, Chuleta de nuca 2 Kg, Bondiola y Matambre.

Por otro lado, productos como Chuleta de pierna 1 Kg, Cuero 1 Kg, Chicharrón 1 Kg y Grasa 1 Kg, aumentaron el valor de C_{pk} , no implica que los productos tengan buena calidad, solo se puede concluir que con los nuevos límites el índice C_{pk} mejora su valor.

El último paso por seguir en la fase de analizar es la priorización de productos, del total de productos analizados se busca seleccionar los más críticos para estudiarlos de manera más profundo y poder diseñar las acciones de mejora de los productos más críticos.

Para identificar los productos más críticos se utiliza una matriz de priorización, los criterios que han sido considerados son:

- Frecuencia de producción
- Reclamos del cliente
- Precio (\$/kg)
- Índice C_{pk}

Los tres primeros criterios fueron completados con ayuda del personal de la planta tanto del área de producción como de calidad. En el caso del último criterio se utilizó los resultados C_{pk} con los nuevos límites de la Tabla 3.4. es importante señalar que no se consideró al Índice C_p porque no es un criterio diferenciador, esto se puede observar en la

Tabla 3.4. en la columna C_p . A continuación, los criterios con las respectivas ponderaciones:

Tabla 3.5. Criterios de la matriz de priorización.

Criterio	Ponderación	Rango de valores			
		Alto	Medio	Bajo	Frecuencia
Frecuencia de producción	30%	5	3	1	Anual
Precio \$/Kg	25%	5	3	1	Anual
Índice C_{pk}	12,5%	(0,9-1,5)	(0,6-0,8)	(0,1-0,5)	No aplica
Reclamos del cliente	20%	(1-3)	(4-6)	>7	Anual

En la siguiente Tabla 3.5. se presenta la matriz de priorización para los productos del componente estudiado.

Tabla 3.6. Resultados de matriz de priorización.

Productos		Criterios				TOTAL
		Frecuencia de producción	Precio \$/Kg	Índice C_{pk}	Reclamos del cliente	
<i>Peso</i>		30%	25%	25,0%	20%	
GRUPO 1	<i>Chuleta de lomo 1Kg</i>	3	5	3	1	3,1
	<i>Chuleta de pierna 1Kg</i>	1	3	1	5	2,3
	<i>Chuleta de brazo 2Kg</i>	1	3	3	1	2
	<i>Chuleta de nuca 2Kg</i>	5	3	5	1	3,7
GRUPO 2	<i>Cuero 1Kg</i>	5	1	1	1	2,2
	<i>Chicharrón 1Kg</i>	5	3	3	1	3,2
	<i>Grasa 1Kg</i>	5	1	3	1	2,7
GRUPO 3	<i>Fritada 2 Kg</i>	5	3	3	3	3,6
	<i>Fritada 1 Kg</i>	5	3	5	3	4,1
	<i>Bondiola</i>	1	5	3	1	2,5
	<i>Matambre</i>	1	5	3	1	2,5

Los productos críticos son los que tienen un mayor valor de Total en la Tabla 3.6. por lo que se puede concluir que de los once productos analizados que los productos más críticos son: Fritada 1 Kg, Fritada 2 Kg, Chuleta de nuca 2 Kg y Chicharrón 1 Kg. Esto implica que las acciones de mejora deberán ser orientadas a los productos mencionados anteriormente.

Una vez que se identificó los productos más críticos de la empresa, se realizó un análisis más detallado para identificar las causas que ha generado los problemas de variabilidad. La herramienta utilizada es cinco por que's, la misma fue aplicada para cada uno de los productos críticos. Los resultados del análisis permitieron identificar las causas principales logrando llegar a la causa raíz del componente estudiado.

En la Figura 3.10. se presenta los cinco por que's para dos productos críticos, los cuales son Fritada 1 Kg y Fritada 2 Kg, esto es debido a que se observaron los mismos problemas para los dos productos, razón por la cual se decidió optar por usar el mismo diagrama.

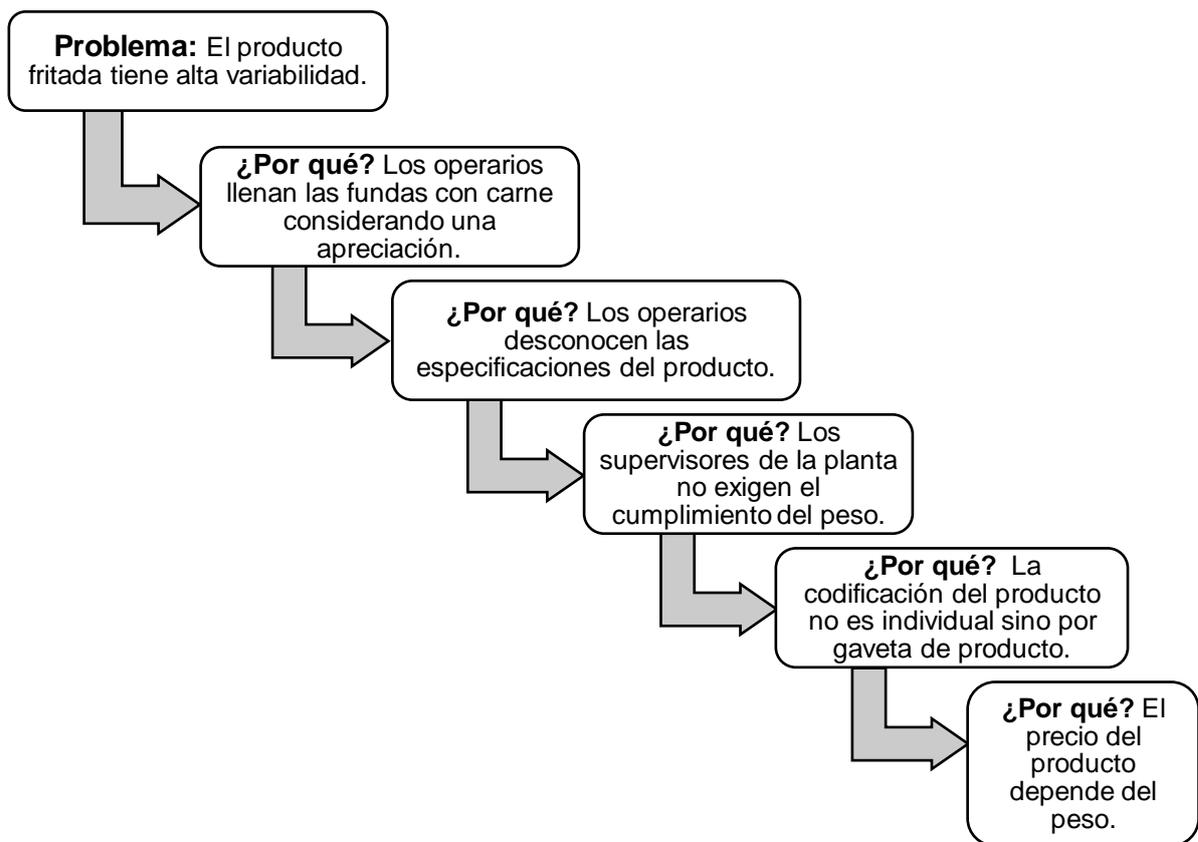


Figura 3.10. Cinco por qué's para Fritada 1 Kg y Fritada 2 Kg.

Nota. Adaptado de *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (p. 407), por Gutiérrez y de la Cara, 2013, McGraw-Hill.

A partir del análisis realizado en la figura anterior se concluye que los operarios empacan los productos sin mayor consideración del peso, asumiendo la cantidad que debe ser colocada en cada empaque. Esto provoca que los productos terminados tanto Fritada 1 Kg como Fritada 2 Kg sean de un peso mucho mayor o menor de lo que oferta la empresa.

El siguiente producto crítico es la Chuleta de nuca 2 Kg, en la Figura 3.11. se pueden observar los resultados obtenidos, los mismos que fueron obtenidos aplicando la técnica de observación.

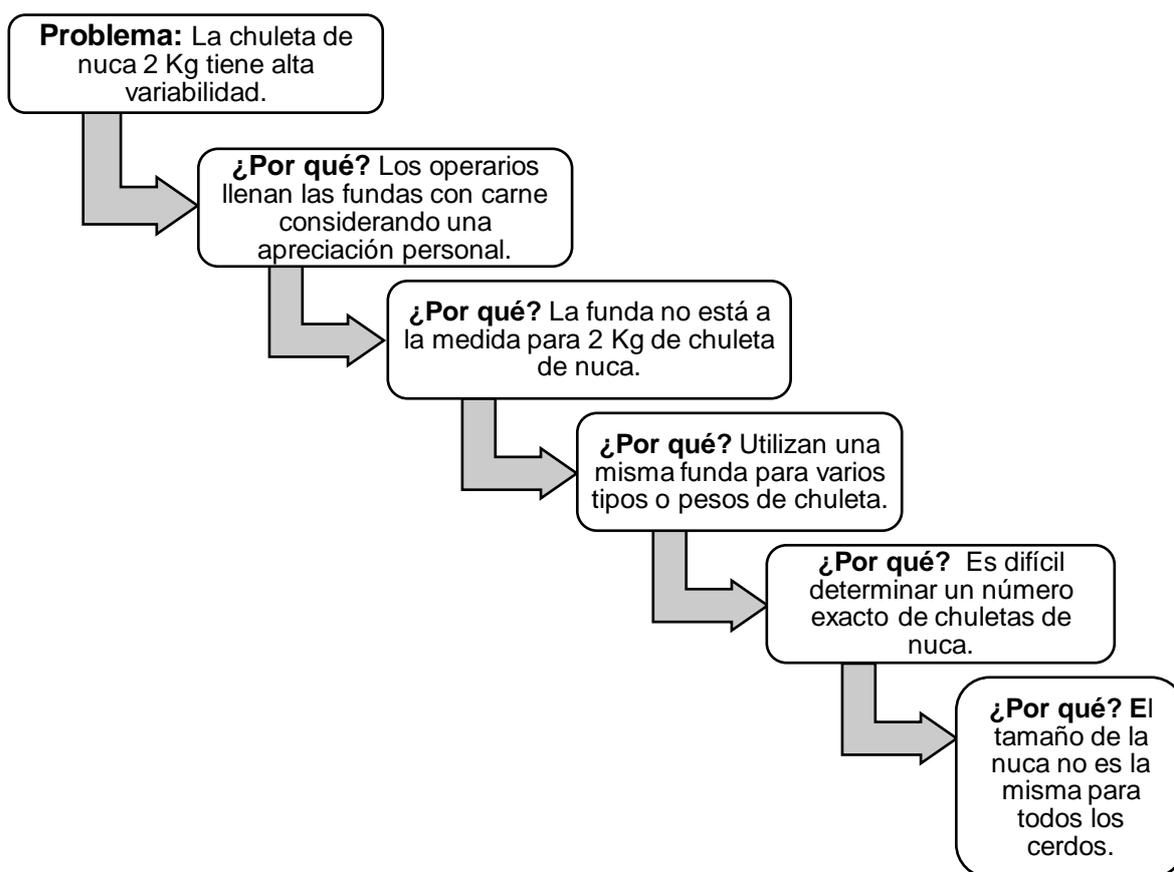


Figura 3.11. Cinco por qué's para Chuleta de nuca 2 Kg.

Nota. Adaptado de *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (p. 407), por Gutiérrez y de la Vara, 2013, McGraw-Hill.

El análisis realizado sirvió para reconocer la causa raíz, existen dificultades en estandarizar el empaquetado de las chuletas de nuca de 2 Kg debido a la forma irregular de la nuca del cerdo, esto provoca variabilidad del producto.

Finalmente, en la Figura 3.12. se presentan los cinco por qué's para el producto Chicharrón 1 Kg, se puede concluir a partir de la siguiente figura que la causa raíz del problema de variabilidad con este producto se relaciona con que las fundas de chicharrón de 1 Kg contienen retazos de carne y grasa de diferentes tamaños. Así, terminaría la fase de análisis del componente.

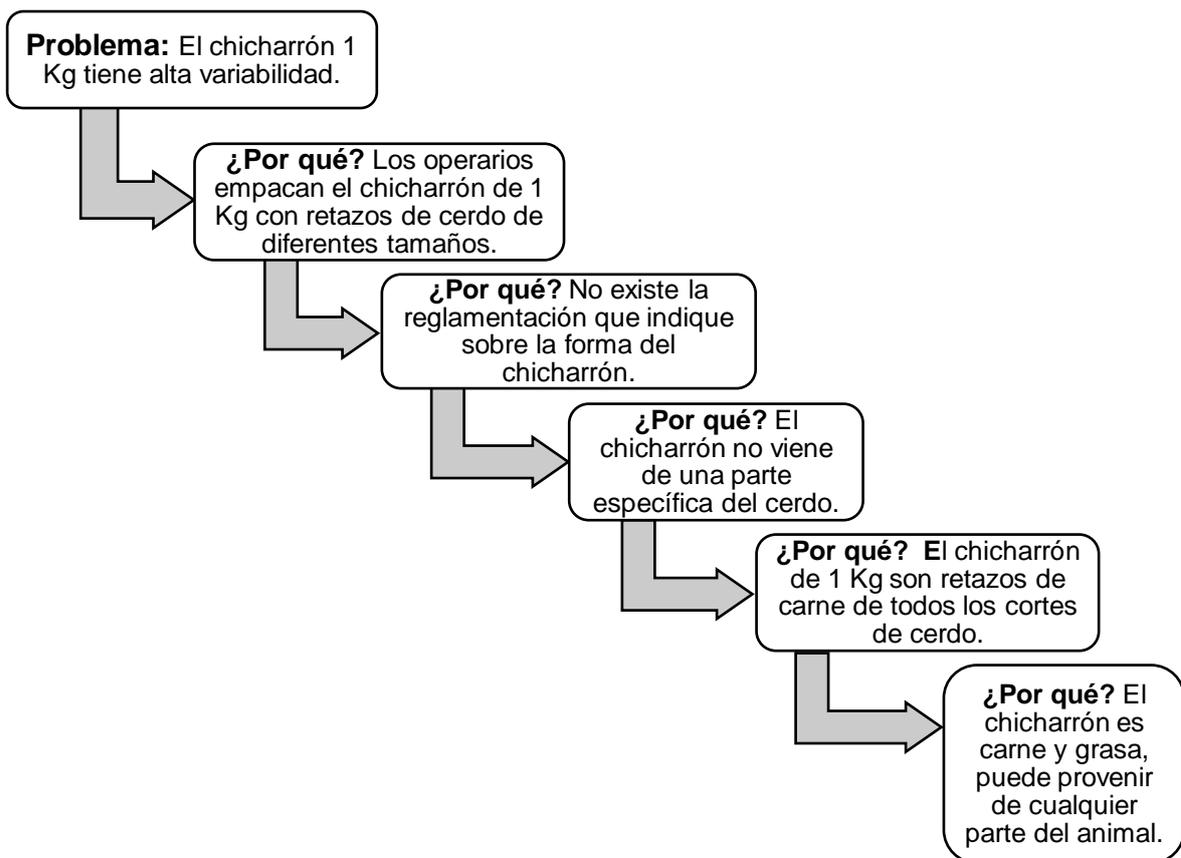


Figura 3.12. Cinco por qué's para Chicharrón 1 Kg.

Nota. Adaptado de Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma (p. 407), por Gutiérrez y de la Vara, 2013, McGraw-Hill.

iv. Mejorar

Conociendo los problemas por los que atraviesa la organización en esta fase se diseñan, construyen y establecen todas las acciones que mejorarán la calidad del proceso productivo. En este sentido, la primera acción de mejora es la determinación de una propuesta del valor nominal y los límites de especificación. En los capítulos anteriores se mencionó que de los diecinueve productos que fueron objeto de estudio, once cumplían con las características para poder analizar capacidad, los ocho productos restantes si bien pasaron las pruebas de estabilidad y normalidad no tenían valor nominal. Por lo tanto, se deja establecido una propuesta del valor nominal y los límites de especificación para los productos que corresponden al Grupo 3 y Grupo 4. El resultado del posible valor nominal se obtuvo en función de los resultados estadísticos de los datos recolectados, criterios de fuentes internas y externas de la organización. En relación con las fuentes internas, se ha considerado la información compartida con el personal del área de producción de la

organización, por otro lado, las fuertes externas se incluyó a la opinión de los clientes y la competencia. La muestra considerada tanto para los clientes como la competencia fue pequeña debido a factores imposibles de controlar como es el COVID-19, a pesar de este impedimento el criterio de los dos actores forma parte del proceso de decisión para definir la propuesta del valor nominal. En la Tabla 3.7. se presentan los resultados obtenidos por las distintas fuentes.

Tabla 3.7. Propuesta de valor nominal Kg.

Grupo	Producto	Fuente				
		Media calculada (Kg)	Desviación estándar calculada	Personal de la organización (Kg)	Cientes (Kg)	Competencia (Kg)
3	Hueso de cerdo	1,948	0,172	1,00	1,00	1,50
4	Hueso de res	1,311	0,085	0,50	1,00	0,50
	Carne molida Tipo 1	0,496	0,023	0,50	0,50	0,75
	Carne molida Tipo 2	0,473	0,026	0,50	0,50	0,75
	Estofado	0,770	0,121	0,50	1,00	0,50
	Suave	0,503	0,066	1,00	1,00	1,00
	Pulpa negra	0,738	0,167	1,00	1,00	1,50
	Osobuco	0,881	0,126	1,00	0,50	1,00

Considerando toda la información obtenida se propone un valor nominal y se calculan los límites de especificación, los resultados se presentan en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Resultados de la propuesta de valor nominal y límites de especificación.

Grupo	Producto	Valor Nominal (Kg)	Límite Inferior de Especificación	Límite Superior de Especificación
3	Hueso de cerdo	2,00	1,48	2,52
4	Hueso de res	1,00	0,75	1,25
	Carne molida Tipo 1	0,50	0,43	0,57
	Carne molida Tipo 2	0,50	0,42	0,58
	Estofado	1,00	0,64	1,36
	Suave	1,00	0,80	1,20
	Pulpa negra	1,00	0,50	1,50
	Osobuco	1,00	0,62	1,38

- **Plan de Acción de Mejora**

Para los productos críticos que fueron objetos de estudio y cumplían todas las condiciones para analizar capacidad se obtuvo un plan con todas las acciones de mejora. El mismo que fue diseñado considerando el objetivo a resolver, los responsables, los recursos necesarios, el método de monitoreo y la meta que espera alcanzar. A continuación, se presenta el Plan de Acción de Mejora en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Plan de Acción de Mejora para la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC.

Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC					
<i>Plan de Acción de Mejora</i>					
Objetivo	Acción	Responsable	Recursos necesarios	Método de monitoreo	Meta
<i>Disminuir la variabilidad de todos los productos</i>	Charla sobre la importancia de controlar la variabilidad de los productos.	Supervisor de producción y calidad	Medios de difusión	Análisis de capacidad de los productos críticos.	Índice $C_{pk} \geq 1$
	Explicación sobre las especificaciones de los productos.	Supervisor de producción	Reportes de producción		
	Establecer una política sobre el porcentaje de carne y grasa en cada funda de chicharrón y fritada.	Supervisor de producción y calidad	Letrero con las especificaciones de los productos Balanza calibrada Norma NTE INEN 2346:2016		
<i>Disminuir la variabilidad de los productos: Fritada 1 Kg y Fritada 2 Kg</i>	Plan de control y verificación del peso del producto terminado de manera individual.	Supervisor de producción y calidad Operario del área de calidad	Plan de control y verificación Balanza calibrada	Personal de codificación, controlará el peso individual de los productos tres veces al día.	Índice $C_{pk} \geq 1$
	Utilizar fundas para empacar 2 Kg de producto.	Supervisor de calidad	Fundas específicas para 2 Kg		
<i>Disminuir la variabilidad de la Chuleta de 2 Kg</i>	Control exhaustivo en el peso del producto antes que ingrese a cámaras.	Operarios de producción	Balanza calibrada	Análisis de capacidad	Índice $C_{pk} \geq 1$
	Revisar que el producto no tenga fisuras en el material de empaque.	Operario del área de calidad	Lista de verificación		
<i>Disminuir la variabilidad de Chicharrón 1 Kg</i>	Controlar en el área de despresado que los cortes para el chicharrón sean piezas con carne y grasa de cerdo excluyendo pedazos de hueso.	Operario del área de calidad	Lista de verificación	Técnica de observación	Fundas de chicharrón compuestas por carne y grasa.
	Establecer un tamaño máximo de retazo para que sea enfundado para el chicharrón.	Supervisor de producción y calidad	Balanza calibrada Cuchillo	Plan de trabajo	Tamaño máximo de retazo para el chicharrón de 1 Kg

v. Controlar

En los primeros capítulos del componente se señaló que la fase de controlar supera el alcance que tiene esta investigación. Si bien en esta fase se debe analizar y controlar el nuevo comportamiento de los objetos de estudio, se deja establecido un posible sistema de control para evaluar las acciones de mejora propuestas. El mismo consta de dos elementos: indicadores de rendimiento (KPI's) y una hoja de verificación.

En relación con el primer elemento, los KPI's se ha considerado uno para cada producto crítico, es decir en total son cuatro indicadores, estos pretenden indicar el incremento porcentual del índice C_{pk} , asumiendo que este será positivo, el valor de la meta fue calculado considerando el valor de C_{pk} igual a uno, en la Tabla 3.10. se presenta toda la información de los KPI's.

Tabla 3.10. KPI's para la Fase de Control luego de las Acciones de mejora.

Definición	Objetivo	Fórmula	Periodicidad
Incremento positivo del índice C_{pk} de la Fritada 1 Kg	>186%	$\Delta C_{pk} = \frac{C_{pki} - C_{pk(i-1)}}{C_{pk(i-1)}} \times 100\%$	Período i
Incremento positivo del índice C_{pk} Fritada 2 Kg	>49%	$\Delta C_{pk} = \frac{C_{pki} - C_{pk(i-1)}}{C_{pk(i-1)}} \times 100\%$	Período i
Incremento positivo del índice C_{pk} de la Chuleta de nuca 2 Kg	>96%	$\Delta C_{pk} = \frac{C_{pki} - C_{pk(i-1)}}{C_{pk(i-1)}} \times 100\%$	Período i
Incremento positivo del índice C_{pk} del Chicharrón 1 Kg	>25%	$\Delta C_{pk} = \frac{C_{pki} - C_{pk(i-1)}}{C_{pk(i-1)}} \times 100\%$	Período i

También se diseñó una hoja de verificación, ver la Figura 3.13., la cual servirá para controlar el peso de los productos críticos, se deberá anotar con una "X" según el rango establecido con las nuevas especificaciones.

Lista de Verificación													
Peso (w) de "Productos Críticos"													
Fecha	Fritada 1 Kg			Fritada 2 Kg			Chuleta de nuca 2 Kg			Chicharrón 1 Kg			Observaciones
	$w > 1,25$	$0,75 < w \leq 1,25$	$w \leq 0,75$	$w > 2,43$	$1,57 < w \leq 2,43$	$w \leq 1,57$	$w > 2,2$	$1,8 < w \leq 2,2$	$w \leq 1,8$	$w > 1,16$	$0,84 < w \leq 1,16$	$w \leq 0,84$	

Figura 3.13. Hoja de Verificación para Fase de Control.

3.2 Conclusiones

Los resultados del componente fueron obtenidos mediante la aplicación de técnicas y herramientas de Six Sigma. En este sentido, se logró cumplir con todos los objetivos planteados. A continuación, se presentan las conclusiones del trabajo de integración curricular tras su finalización.

- El tamaño de la planta influye al momento de desarrollar la caracterización del proceso. Considerando que el tamaño de la planta de Procesamiento de Cárnicos ABC no es grande, se logró cumplir de manera satisfactoria, el objetivo de caracterizar al proceso.
- La caracterización del proceso es bastante importante para determinar las causas raíz de los problemas en una organización. En el componente desarrollado, esto sirvió para determinar las causas de variabilidad, además, este análisis se utilizó en la parte final del estudio para la asignación de las actividades a los distintos miembros que forman parte de la organización.
- La inclusión de criterios cualitativos contribuyó a la identificación de los productos más críticos de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC, los cuales son: Fritada 1 Kg, Fritada 2 Kg, Chuleta de nuca 2 Kg y Chicharrón 1 Kg.
- La planificación de un trabajo de investigación, que siga el procedimiento del Ciclo DMAIC, puede estar sujeta a cambios en la fase de medir. Para el componente en estudio, se identificó productos que no tenían valor nominal establecido en la fase de medir, por lo que el análisis de capacidad no podía ser ejecutado. En este sentido, se realizó una propuesta de valor nominal considerando datos cuantitativos y cualitativos.
- El cálculo de las nuevas especificaciones del peso de los productos fue de gran ayuda pues se demostró que para ciertos productos el proceso no estaba bajo control, contradiciendo los resultados del análisis con los límites tradicionales.
- La determinación de las especificaciones de la variable medida resultó ser más desafiante para los productos sin valor nominal porque se tuvo que tomar una decisión que recaería en la producción de miles de productos, por lo tanto, la integración de enfoques corrobora en tomar la mejor decisión posible.
- La correcta ejecución de la fase de definir del Ciclo DMAIC y los resultados obtenidos permitieron plantear acciones realistas para el plan de mejora. Las

actividades de mejora propuestas en este trabajo se pueden realizar con los recursos disponibles y las áreas que tiene la organización.

- Para resolver el problema de variabilidad en los productos críticos, la herramienta cinco por qué's fue de gran utilidad para identificar las causas más críticas. Se identificó que en la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC uno de los problemas recae sobre su personal, pues los operarios no tienen conocimiento sobre las especificaciones de sus productos. Considerando que el entendimiento del proceso productivo debe ser una de las actividades principales en una organización.
- En el presente trabajo las actividades desarrolladas y las acciones propuestas fueron orientadas en mejorar la calidad de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC gracias a la correcta aplicación del Ciclo DMAIC.
- En el presente trabajo las actividades desarrolladas fueron orientadas en mejorar la calidad de la Planta de Procesamiento de Cárnicos ABC a través del ciclo DMAIC, lo cual será factible con la ejecución de las acciones planteadas en el plan de mejora.

3.3 Recomendaciones

La primera recomendación se relaciona con el tiempo de recolección de datos, esto se refiere que para una mejor calidad en los datos el tiempo debe ser mucho más extenso, pues en la industria de alimentos influyen de gran manera las festividades y esto provocaría resultados diferentes.

La planificación de las actividades del componente debe considerar tiempo suficiente para que puedan ser ejecutadas con holguras adecuadas. Esto debido a que se pueden presentar eventos imposibles de predecir como el paro nacional, encierro por COVID-19 o virtualidad de la vida de las actividades académicas, modificando el cronograma de actividades

Si bien el enfoque utilizado fue el Ciclo DMAIC, esto no implica la prohibición de uso de otras herramientas, en este sentido, se recomienda utilizar todos los métodos y herramientas que sean de utilidad para el desarrollo del componente. De esta manera, se puede realizar un trabajo integrado y mejorar la calidad de la investigación.

La última fase del ciclo DMAIC es la de controlar, a pesar de que esta fase supera el alcance del proyecto, la evaluación de las acciones de mejora después de su ejecución sería de gran utilidad para este trabajo.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, V., & Parraga, S. (2019). *Estudio de los mitos, barreras y factores críticos del éxito en la implementación de Six Sigma en Pymes* [Universidad Peruana de Ciencia Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/628225>
- CSSC. (2018). *Six Sigma: A Complete step-by-step Guide*.
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación* (U. Continental (ed.); 1st ed.).
- Girmanová, L., Šolc, M., Divoková, A., & Mikloš, V. (2017). Application of Six Sigma Using DMAIC Methodology in the Process of Product Quality Control in Metallurgical Operation. *Acta Technologica Agriculturae*, 20(4), 104–109. <https://doi.org/10.1515/ata-2017-0020>
- Gisbert, V., & Oltra, Á. (2016). Qué es Seis Sigma, barreras y claves de funcionamiento en las Pymes. *3C Tecnología_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 5(1), 13–24. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n1e17.13-24>
- Gómez, R., & Barrera, S. (2011). Seis sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica. *Desarrollo y Transversalidad*, June, 225–240. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/515/1/13.223-242.pdf>
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. McGraw-Hill Education.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*.
- Mathew, J. J., Kurudkar, A. P., Singh, S., Prasad, K. K., Hatnapure, C. B., Mahajan, A. S., Mandavgade, N. K., & Sakhale, C. N. (2017). Quality & Productivity Improvement using Six Sigma-A literature Review. In *International Journal of Innovations in Engineering and Science* (Vol. 2, Issue 1). www.ijies.net
- Montgomery, D. C. (2013). Introduction to Statistical Quality Control. In *Aptara*.
- Montgomery, D. C., & Woodall, W. H. (2008). An overview of six sigma. In *International Statistical Review* (Vol. 76, Issue 3, pp. 329–346). <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2008.00061.x>
- Navarro, E., Soler, V., & Pérez, A. (2017). Metodología e implementación de Six Sigma. *3C Empresa*, 2254–3376, 73–80. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80>
- Ortiz, M. (2020). *Implementación del modelo Six Sigma como estrategia de mejora en Pymes de Latinoamérica*. Fundación Universidad de América.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio/Sampling Techniques on a Population Study. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232.
- Pimienta, J., & De la Orden, A. (2017). *Metodología de la investigación* (Tercera Ed).
- Porter, M. (1991). *Ventaja competitiva Creacion y sostenibilidad de un rendimiento superior*.
- Shankar, R. (2009). *Process improvement using Six Sigma : a DMAIC guide*.
- Valles, A., Sanchez, J., Noriega, S., & Gómez Nuñez, B. (2009). Implementation of Six

Sigma in a Manufacturing Process: A Case Study. In *International Journal of Industrial Engineering* (Vol. 16, Issue 3).

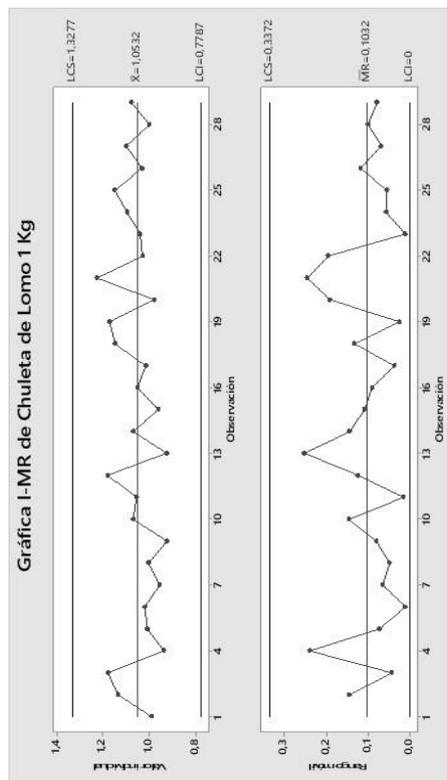
5 ANEXOS

Anexo I. Base de Datos Consolidada

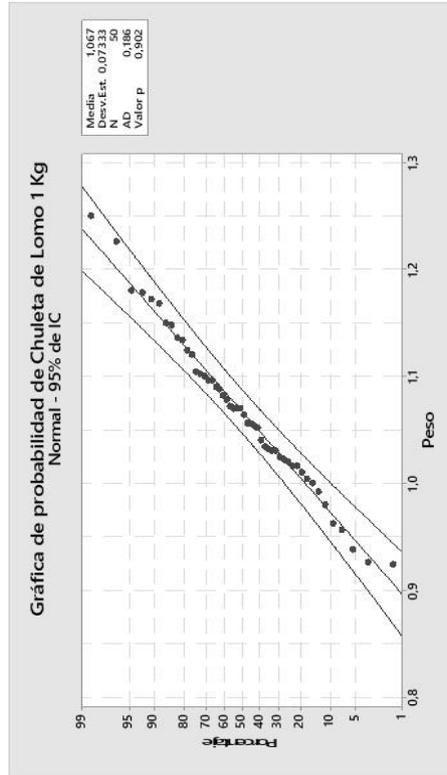
Productos																		
Grupo 1				Grupo 2			Grupo 3				Grupo 4							
Chuleta de lomo 1 Kg	Chuleta de pierna 1 Kg	Chuleta de brazo 2 Kg	Chuleta de nuca 2 Kg	Cuero 1 Kg	Chicharrón 1 Kg	Grasa 1 Kg	Fritada 2 Kg	Fritada 1 Kg	Bondiola	Matambre	Hueso de cerdo	Hueso de res	Carne molida Tipo 1	Carne molida Tipo 2	Estofado	Suave	Pulpa negra	Osobuco
0,992	1,138	2,032	2,2	0,81	0,858	0,87	2,162	1,104	1,24	510	2,028	1,34	0,484	0,508	0,816	0,584	0,836	0,92
1,136	0,964	2,066	2,025	1,03	0,962	0,922	2,094	1,150	1,276	300	2,06	1,262	0,486	0,472	0,79	0,536	0,866	0,848
1,178	0,849	2,03	1,996	0,912	0,934	0,876	2,038	1,162	1,218	294	2,01	1,346	0,498	0,512	0,536	0,532	0,898	0,998
0,938	1,002	1,958	2,13	1,014	0,976	0,996	2,040	1,200	1,278	526	1,918	1,25	0,468	0,464	0,664	0,528	0,722	0,804
1,01	0,948	2,148	2,085	0,922	1,01	0,852	2,352	1,112	1,27	506	1,726	1,324	0,46	0,462	0,866	0,526	0,542	1,01
1,02	1,164	2,098	2,124	0,89	0,97	0,926	2,294	1,202	1,276	490	1,992	1,25	0,482	0,48	0,846	0,508	0,64	1,104
0,956	0,93	2,088	2,057	0,95	0,912	0,882	2,152	1,274	1,058	550	2,172	1,324	0,47	0,484	0,862	0,662	0,788	0,79
1,004	1,108	2,056	2,166	1,046	0,946	0,9863	2,444	1,182	1,124	510	2,055	1,296	0,53	0,468	0,648	0,641	0,896	0,778
0,924	1,068	2,048	2,118	0,772	0,936	1,01	2,224	1,248	1,28	428	1,924	1,306	0,476	0,504	0,718	0,63	0,924	0,866
1,07	0,91	2,03	2,058	1,008	0,968	1,036	2,116	1,250	1,534	492	2,028	1,312	0,482	0,488	0,556	0,628	0,996	0,94
1,056	1,12	2,002	2,074	0,9	0,92	0,92	1,774	1,170	0,968	338	1,902	1,154	0,49	0,47	0,624	0,605	0,436	0,822
1,18	1,152	2,014	2,041	1,036	1	0,948	2,010	1,186	0,99	468	2,022	1,448	0,496	0,47	0,838	0,6	0,798	0,854
0,926	1,01	2,126	2,06	0,946	0,97	0,894	2,260	1,212	1,136	442	1,972	1,238	0,5	0,486	0,648	0,588	0,58	1,02
1,07	0,992	1,898	2,036	0,906	0,942	0,932	2,054	1,072	1,214	386	1,902	1,334	0,494	0,436	0,77	0,572	0,732	1,062
0,962	1,002	2,022	2,158	0,866	0,94	0,968	1,992	1,198	0,908	476	2,062	1,26	0,468	0,454	0,902	0,564	0,63	0,964
1,052	0,936	2,066	2,011	0,922	1,05	0,962	2,194	1,116	1,136	518	2,002	1,392	0,49	0,482	0,892	0,552	1,06	0,92
1,016	0,987	2,094	2,116	0,976	0,904	1,064	2,202	1,172	1,116	446	1,994	1,202	0,49	0,472	0,74	0,528	1,148	0,812
1,148	0,85	2,048	2,168	0,866	0,964	1,008	2,218	1,246	1,116	448	2,044	1,384	0,482	0,454	0,806	0,52	0,924	0,914
1,172	0,949	2,024	2,095	0,922	0,952	0,922	2,078	1,096	1,16	386	2,218	1,076	0,474	0,524	0,676	0,518	0,852	0,668
0,98	0,963	2,024	2,082	0,976	0,86	1,042	2,390	1,130	1,178	556	2,004	1,262	0,516	0,478	0,806	0,514	0,528	0,864
1,226	1,132	2,068	2,022	0,83	1,09	0,958	2,066	1,184	1,356	454	2,038	1,182	0,504	0,434	0,892	0,514	0,612	0,992
1,168	0,834	2,016	2,044	1,018	0,948	0,974	1,986	1,130	0,978	444	1,874	1,346	0,52	0,494	0,842	0,512	0,816	0,978
1,03	1,018	2,112	2,062	0,89	0,89	0,968	2,184	1,060	1,16	476	1,852	1,42	0,51	0,434	0,654	0,5	0,708	1,092
1,04	1,142	1,964	2,079	1,122	0,978	0,984	2,244	1,068	1,178	424	2,122	1,418	0,534	0,476	0,706	0,496	0,636	0,768
1,096	1,052	2,086	2,084	0,848	1	0,93	2,066	1,150	1,356	398	2,138	1,236	0,55	0,458	0,88	0,496	0,52	0,752
1,15	1,066	2,012	2,194	0,956	0,998	0,96	1,986	1,024	0,978	410	1,996	1,32	0,53	0,45	0,806	0,495	0,406	1,096
1,032	0,987	2,132	2,084	0,988	0,92	0,854	2,444	1,320	1,212	520	1,778	1,236	0,476	0,47	0,872	0,484	0,964	0,76
1,1	1,134	2,078	2,066	0,916	1,014	0,938	2,022	1,032	1,302	410	1,902	1,354	0,49	0,428	0,58	0,482	0,672	0,752
1	0,936	2,056	2,052	0,968	0,962	1,002	2,224	1,152	1,004	590	2,114	1,218	0,506	0,49	0,906	0,472	0,732	0,758
1,078	0,95	2,006	2,078	1,125	0,926	0,934	2,140	1,068	0,978	504	1,976	1,362	0,53	0,488	0,65	0,472	0,614	0,854
			2,208	0,974	0,92	2,238	1,308	0,99	414	1,77	1,306	0,484	0,654	0,464	0,608	0,88		
			2,162	1,01	1,014	1,954	1,210	1,126	494	2,038	1,36	0,456	0,668	0,462	0,716	0,712		
			2,118	1,002	1	2,196	1,034	1,216	290	2,296	1,32	0,452	0,906	0,462	0,916	0,794		
			2,176	0,988	0,938	2,070	1,208	0,968	308	1,902	1,368	0,466	0,688	0,462	0,804	0,814		
			2,004	0,894	0,924	2,288	1,100	1,124	436	2,018	1,302	0,466	0,93	0,46	0,482	0,64		
			2,088	1,048	0,89	2,476	1,164	1,062	472	1,852	1,394	0,478	0,786	0,456	0,69	1,082		
			2,005	0,886	0,956	2,290	1,020	1,074	554	1,552	1,39	0,472	0,804	0,454	0,596	0,888		
			2,085	0,878	0,978	2,158	1,164	1,274	520	1,434	1,478	0,43	0,746	0,446	0,568	0,91		
			2,168	0,99	1,01	2,110	1,138	0,932	408	1,634	1,344	0,55	0,666	0,438	0,645	0,954		
			2,07	0,986	1,022	2,076	1,172	1,12	436	1,884	1,208	0,466	0,868	0,436	0,806	1,054		
			2,058	0,948	1,06	1,886	1,122	1,126	388	2,2	1,314	0,496	1,066	0,424	0,608	0,78		
			2,124	1,044	1,016	1,952	1,146	0,814	456	2,024	1,288	0,43	0,752	0,414	0,746	0,786		
			2,134	1,016	0,86	2,226	1,060	1,152	584	1,826	1,218	0,3	0,768	0,414	0,838	0,936		
			1,994	0,956	0,962	2,010	1,394	1,182	382	2,22	1,268	0,434	0,834	0,404	0,694	0,88		
			2,178	1,008	0,94	2,122	1,308	1,136	492	1,954	1,268	0,484	0,902	0,482	0,772	0,836		
			2,072	1,02	0,908	2,172	1,114	1,002	568	1,932	1,328	0,498	0,868	0,478	0,768	0,96		
			2,053	1,07	0,898	2,130	1,102	1,24	490	1,884	1,294	0,486	0,81	0,476	0,67	0,881		
			2,344	0,958	0,992	2,184	1,192	1,276	446	1,778	1,404	0,492	0,788	0,368	0,772	0,963		
			2,12	1	0,916	2,074	1,208	1,05	550	1,64	1,272	0,486	0,414	0,466	1,12	1,025		
			2,076	0,99	0,922	2,184	1,248	1,12	416	1,736	1,552	0,484	0,808	0,436	0,592	0,527		

Anexo II. Análisis de Chuleta de Lomo 1

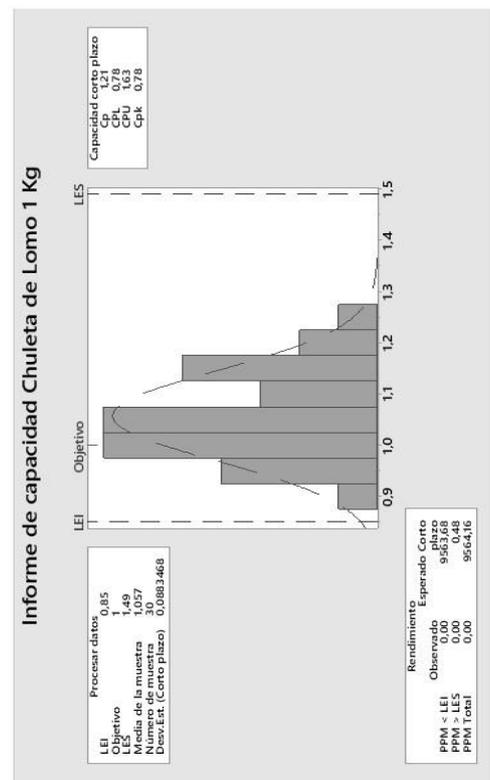
a)



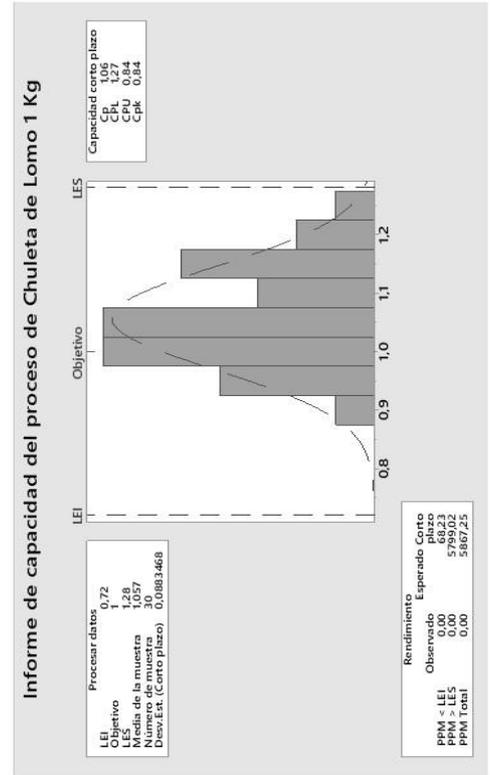
b)



c)

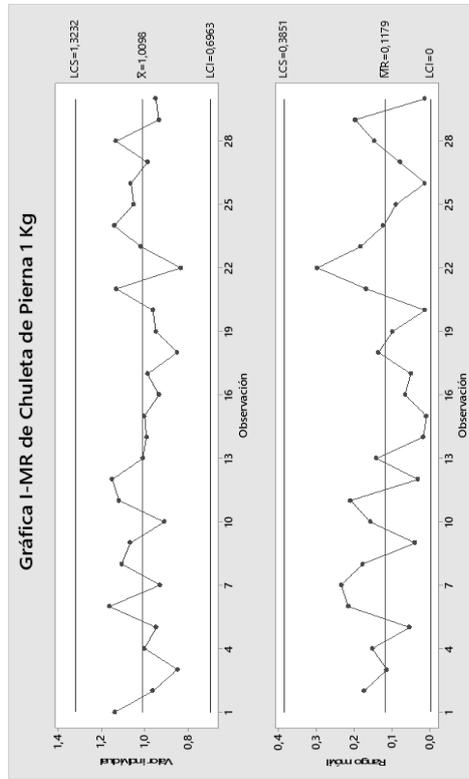


d)

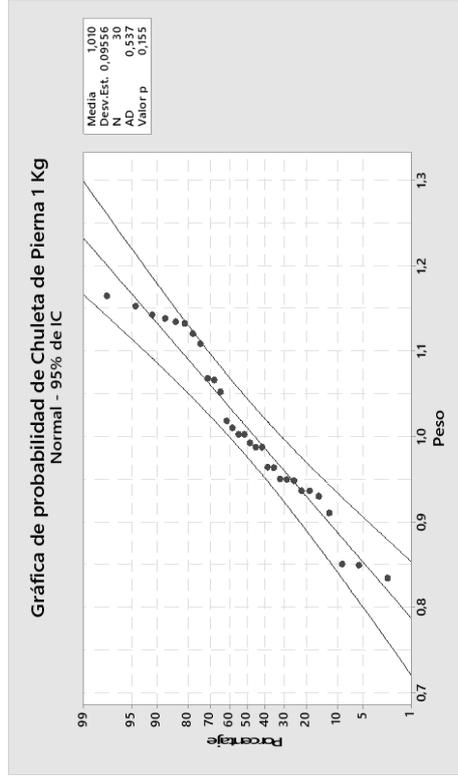


Anexo III. Análisis de Chuleta de Pierna de Pierna

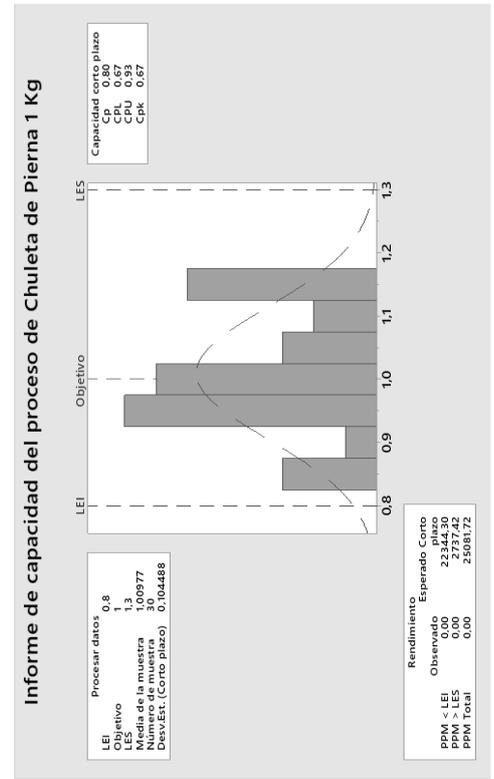
a)



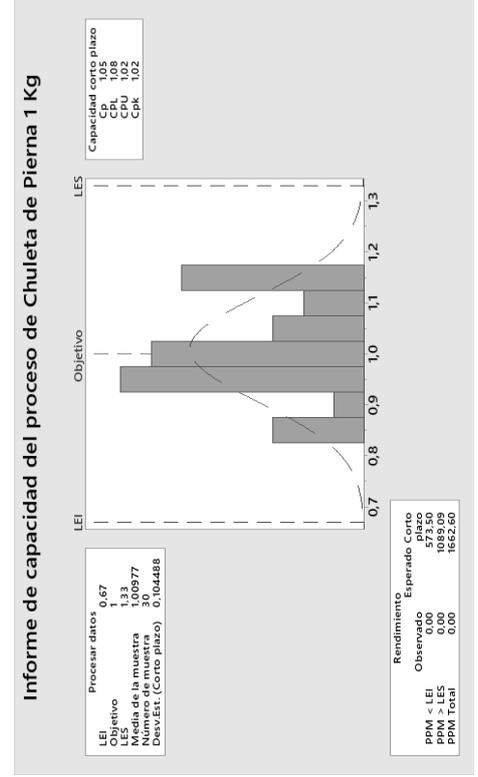
b)



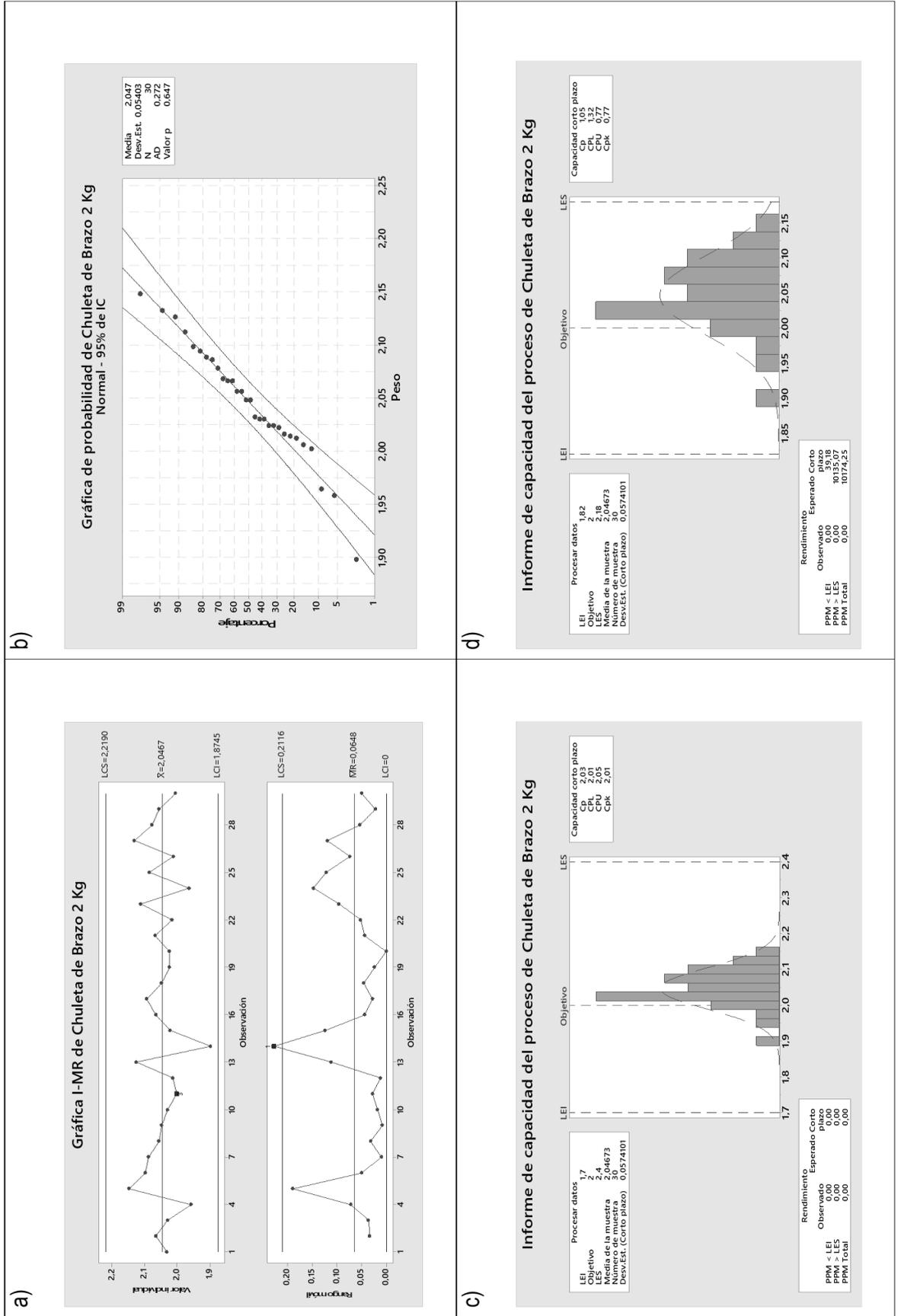
c)



d)

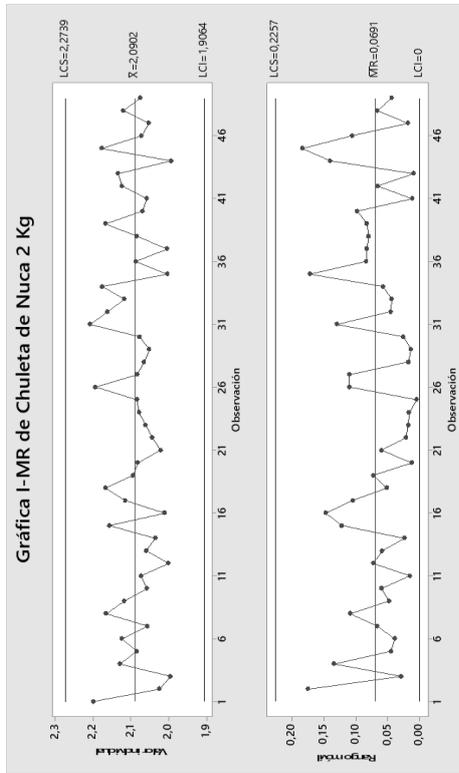


Anexo IV. Análisis de Chuleta de Brazo

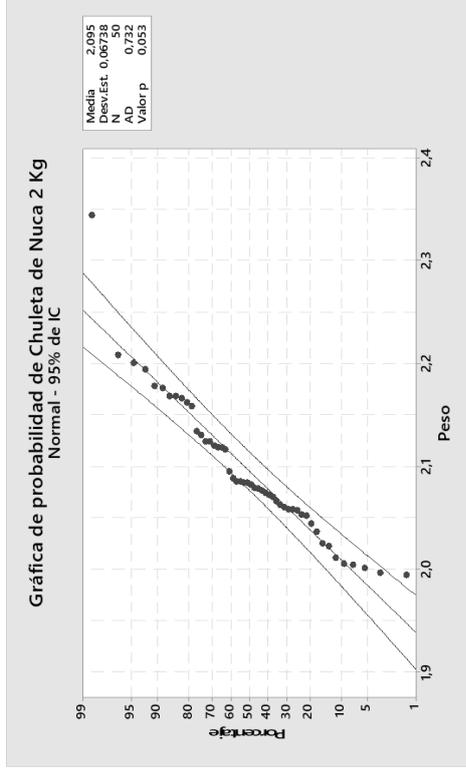


Anexo V. Análisis de Chuleta de Nuca 2

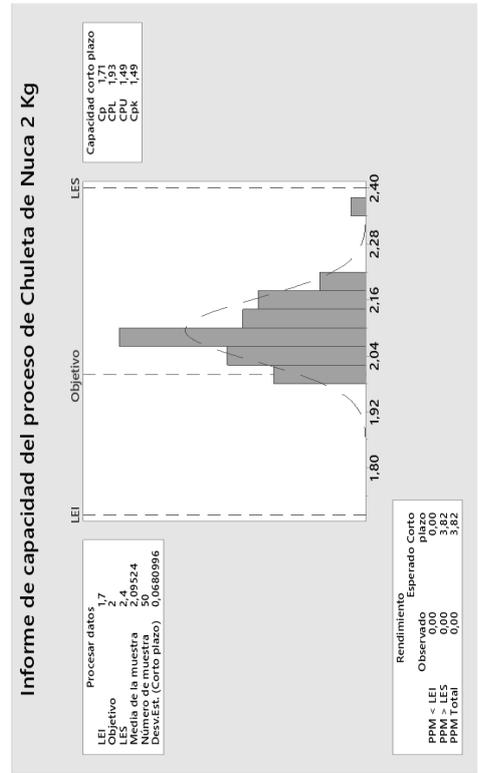
a)



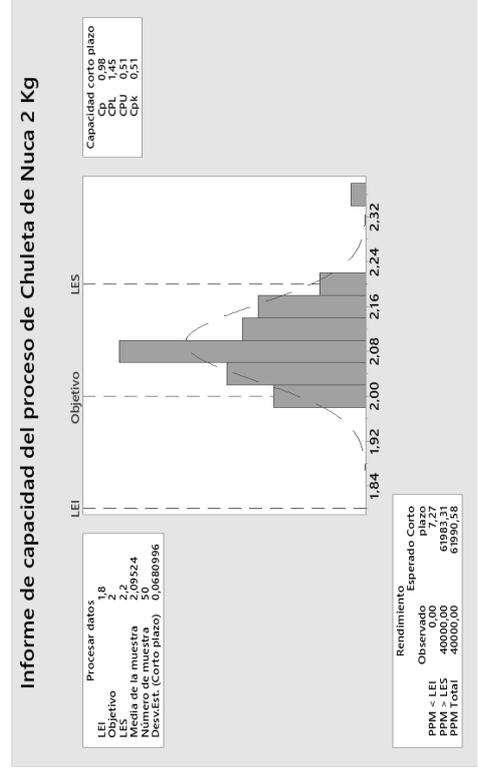
b)



c)

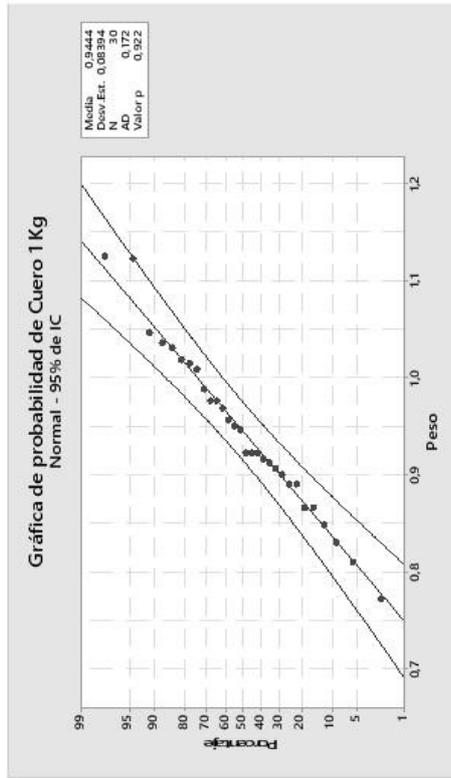


d)

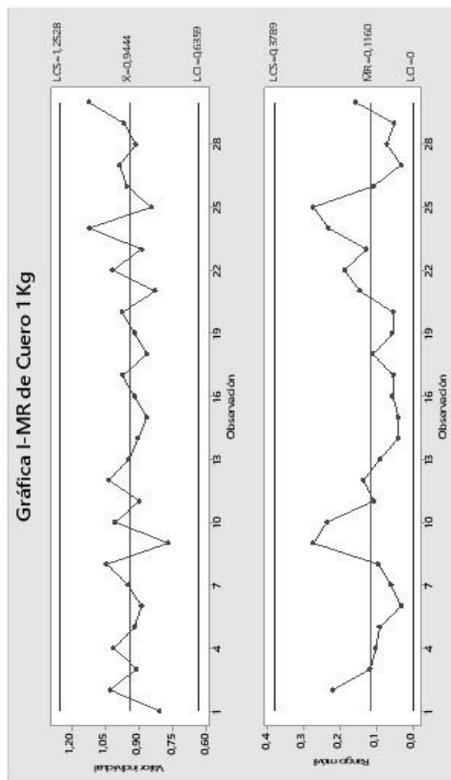


Anexo VI. Análisis de Cuero 1 Kg

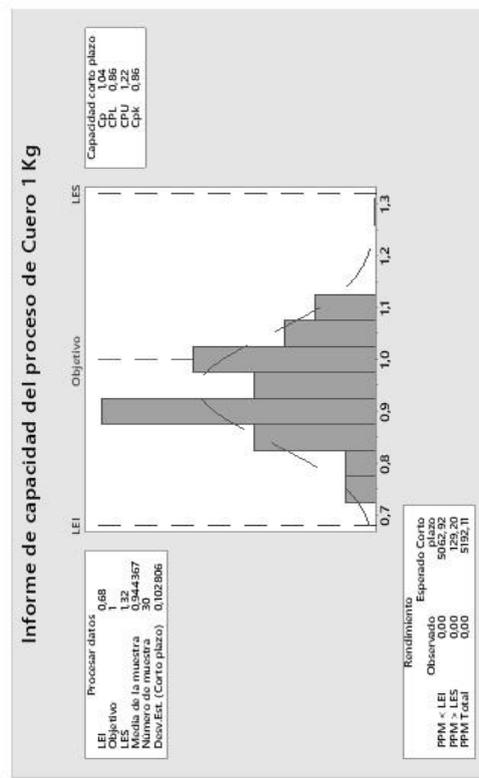
b)



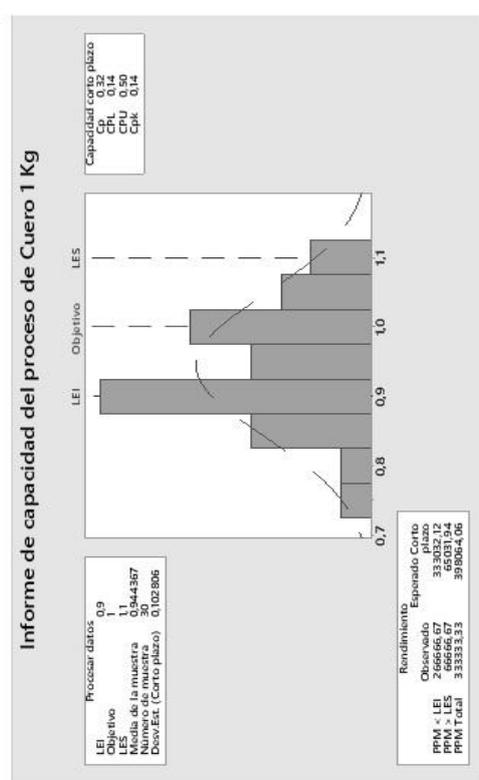
a)



d)

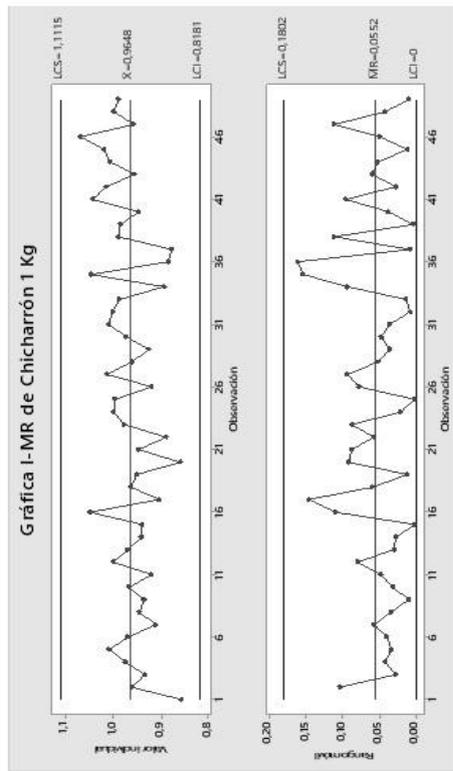


c)

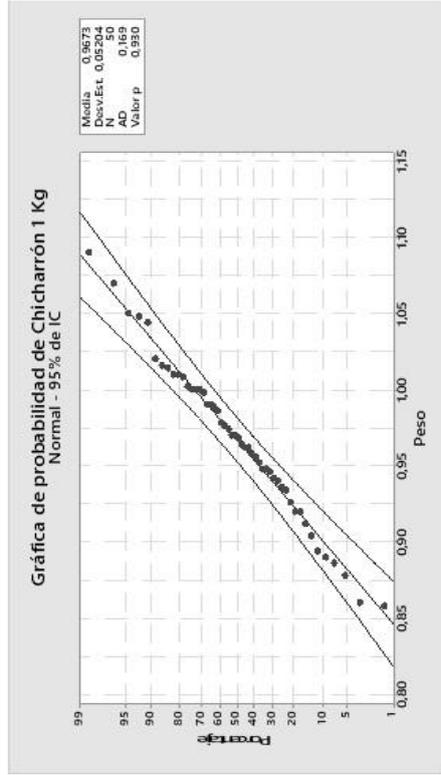


Anexo VII. Análisis de Chicharrón 1 Kg

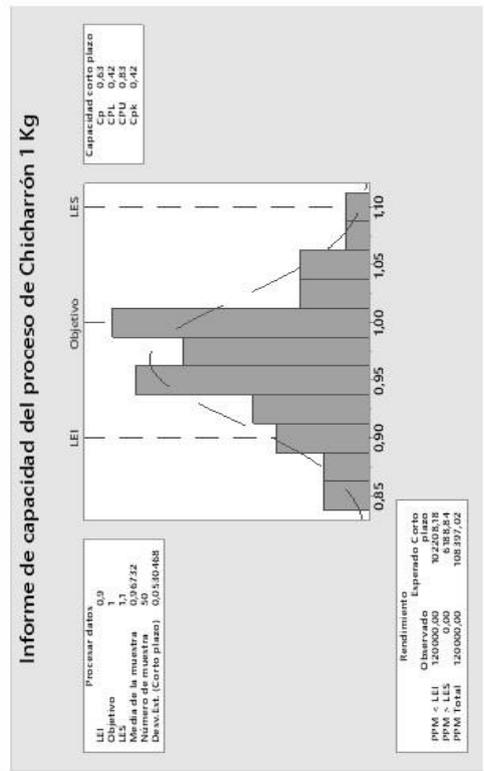
a)



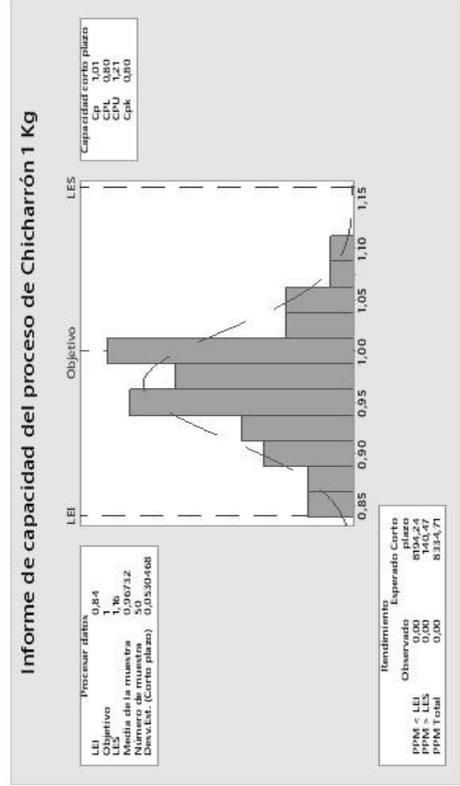
b)



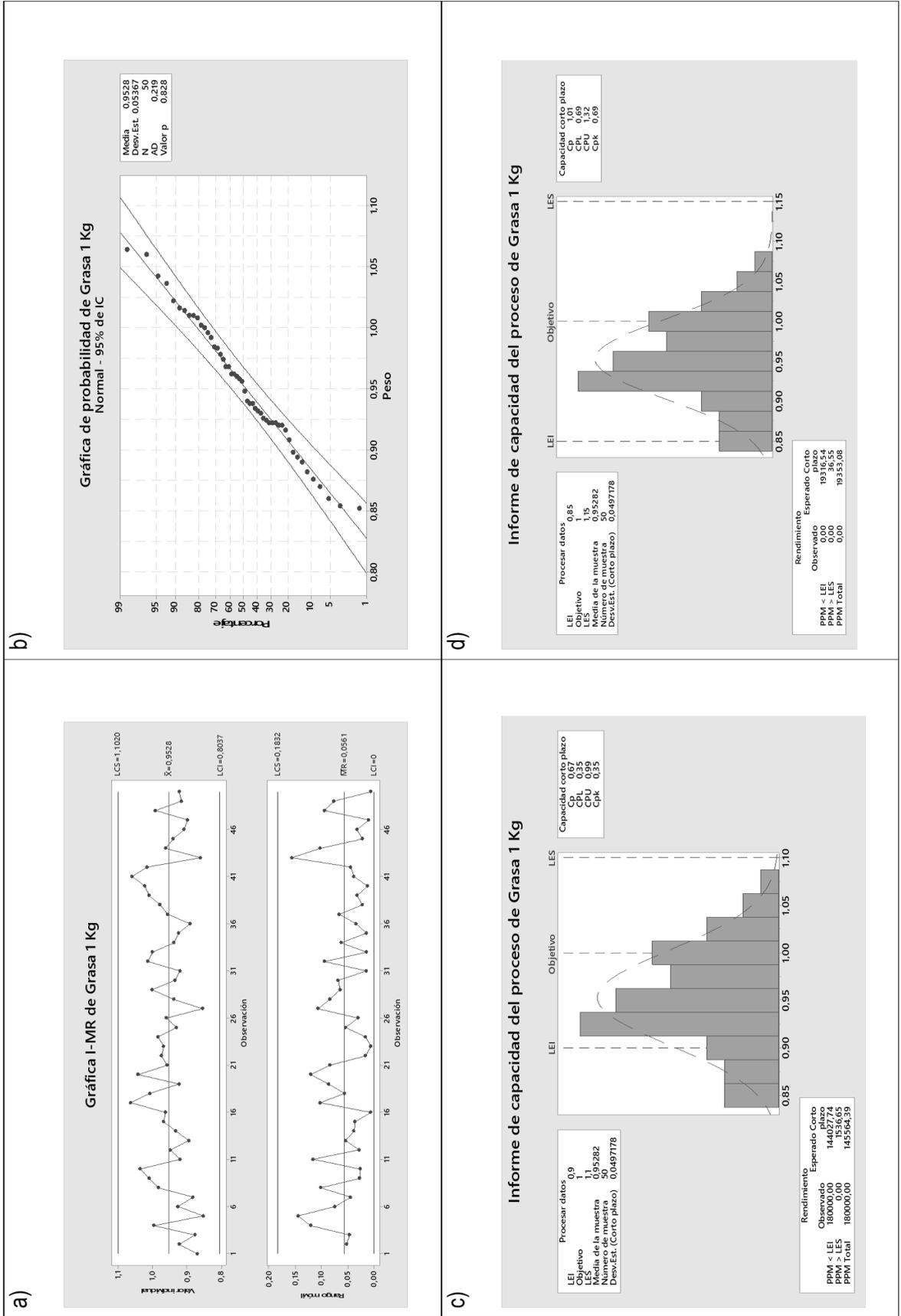
c)



d)

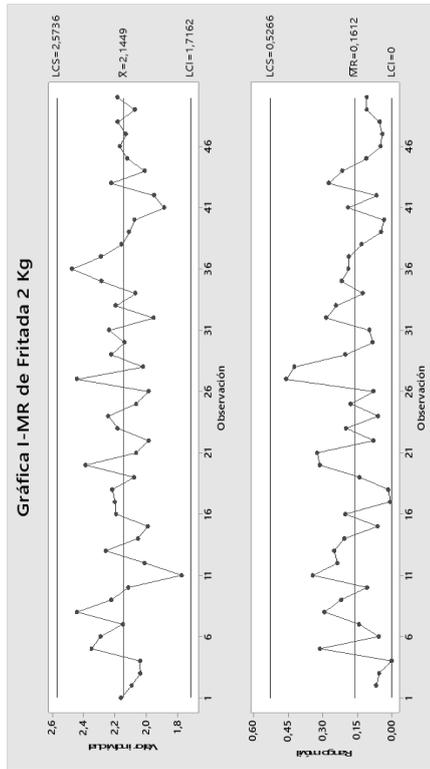


Anexo VIII. Análisis de Grasa 1 Kg

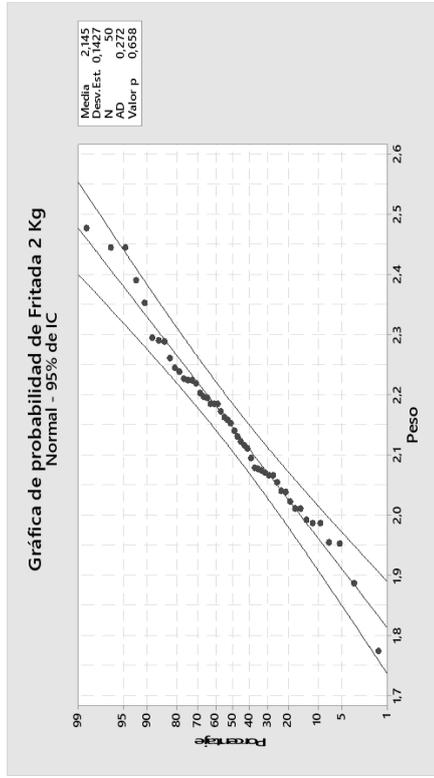


Anexo IX. Análisis de Fritada 2 Kg

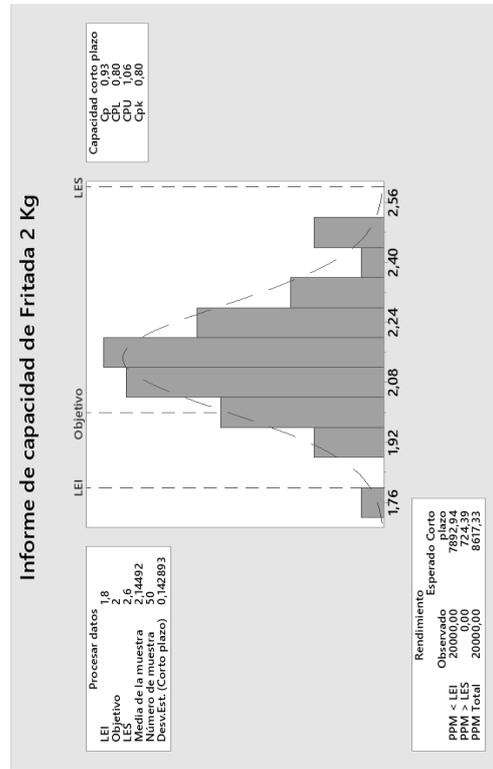
a)



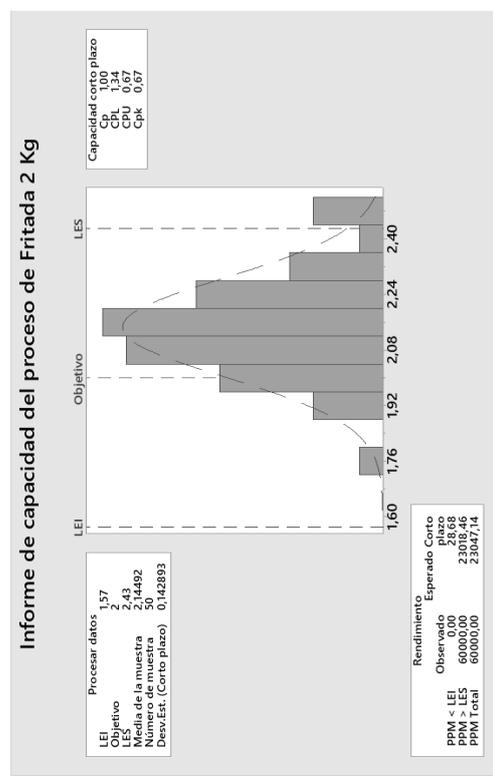
b)



c)

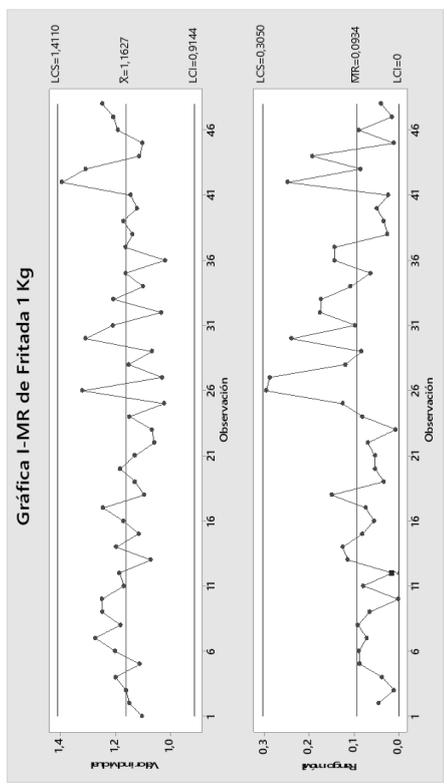


d)

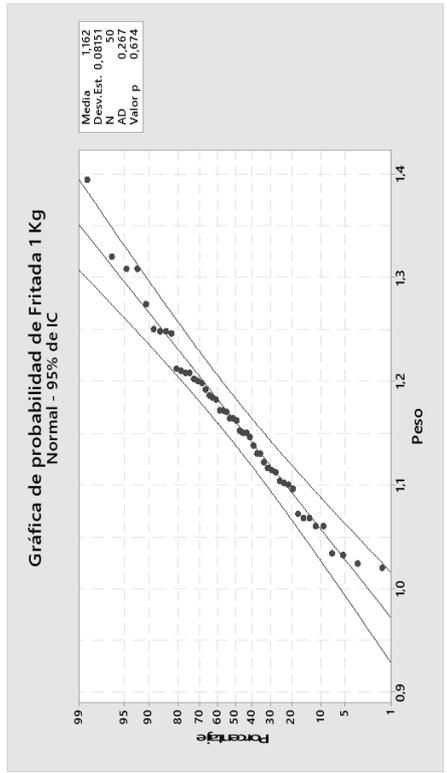


Anexo X. Análisis de Fritada 1 Kg

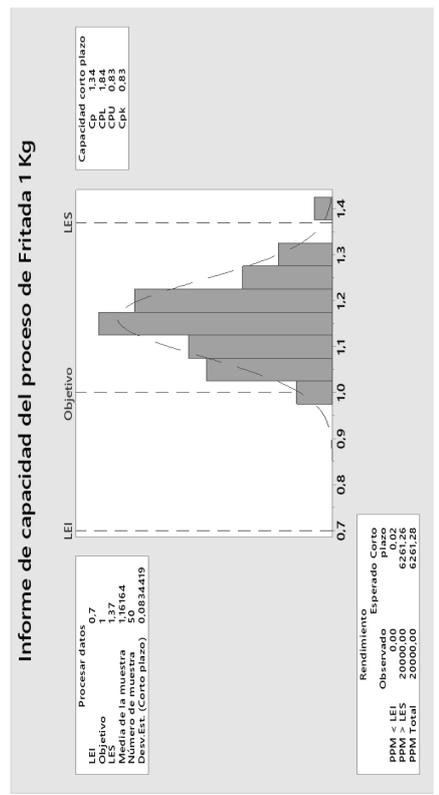
a)



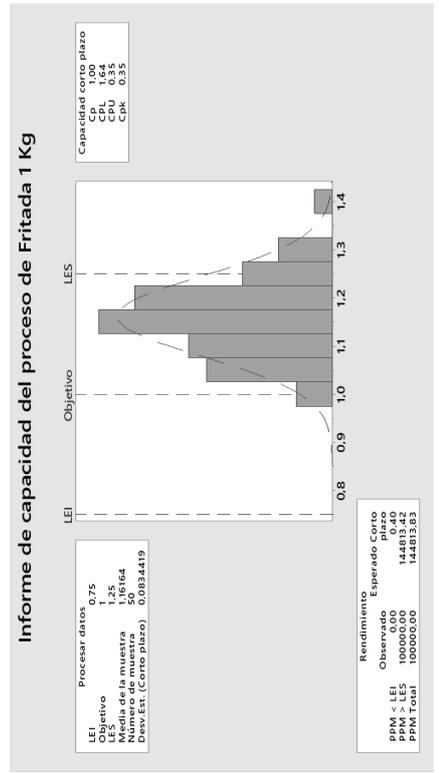
b)



c)

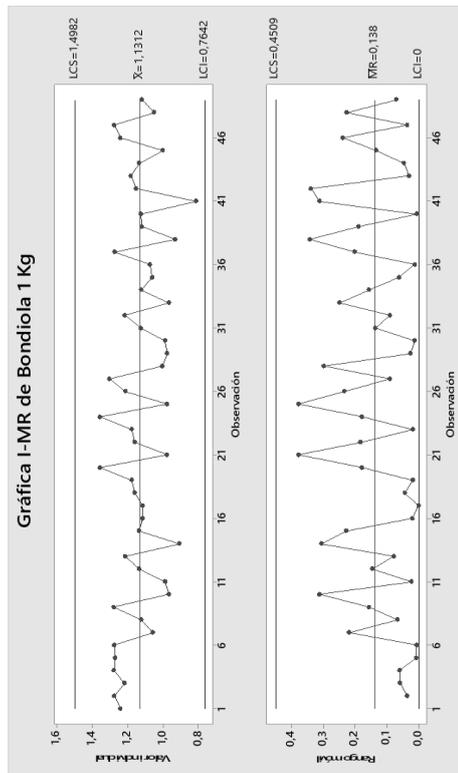


d)

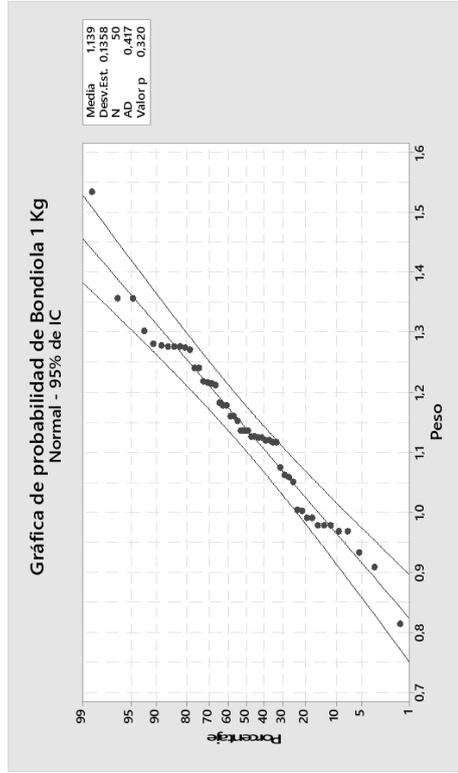


Anexo XI. Análisis de Bondiola 1 Kg

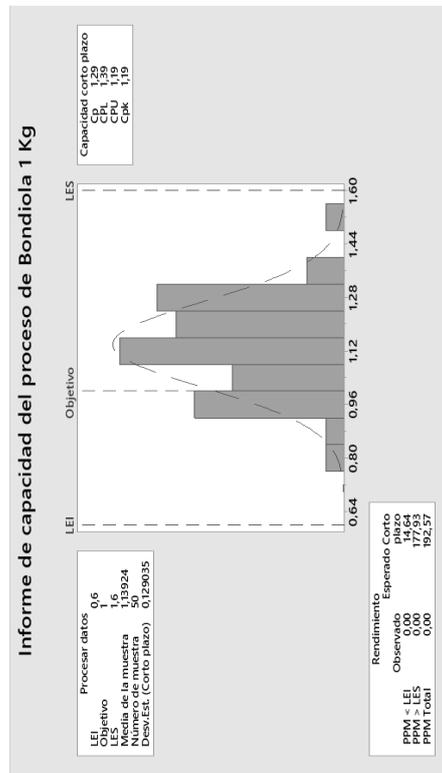
a)



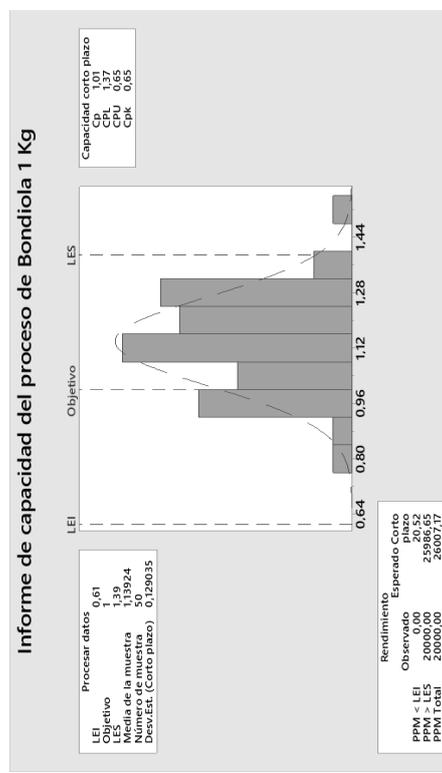
b)



c)

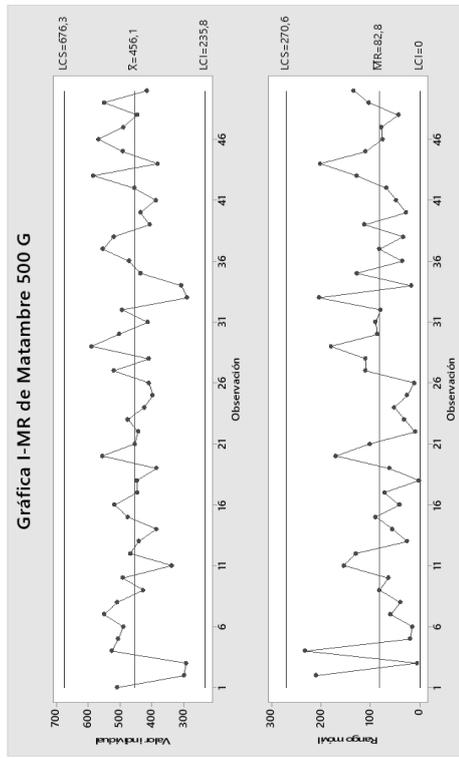


d)

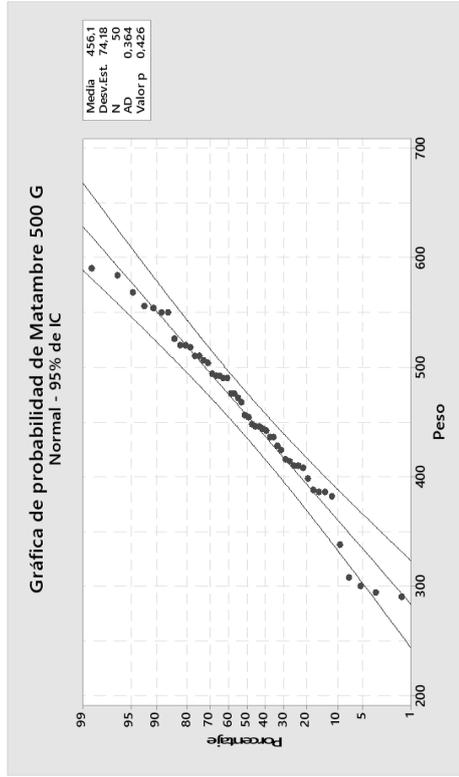


Anexo XII. Análisis de Matambre 500 G

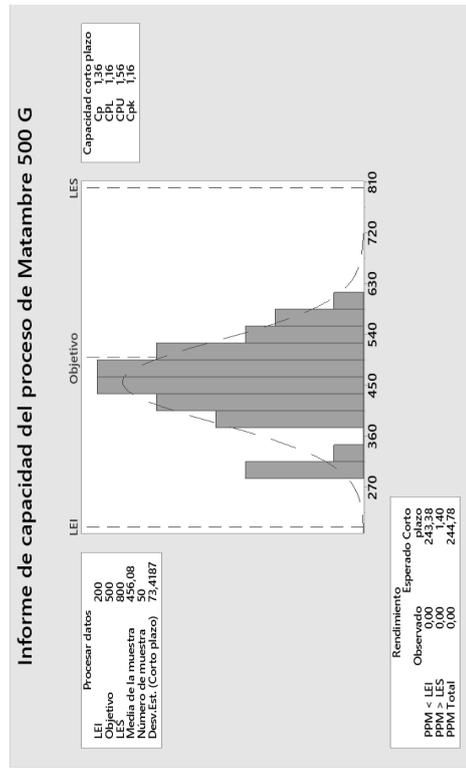
a)



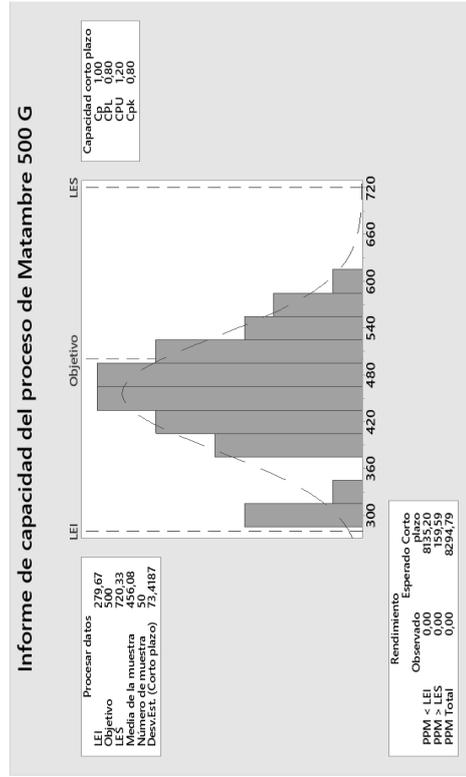
b)



c)

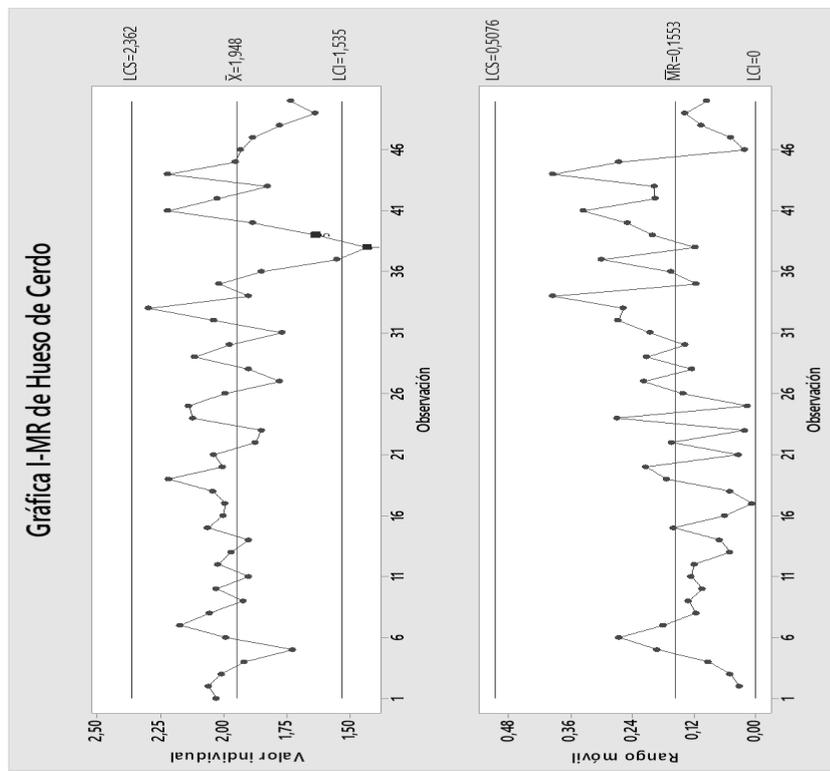


d)

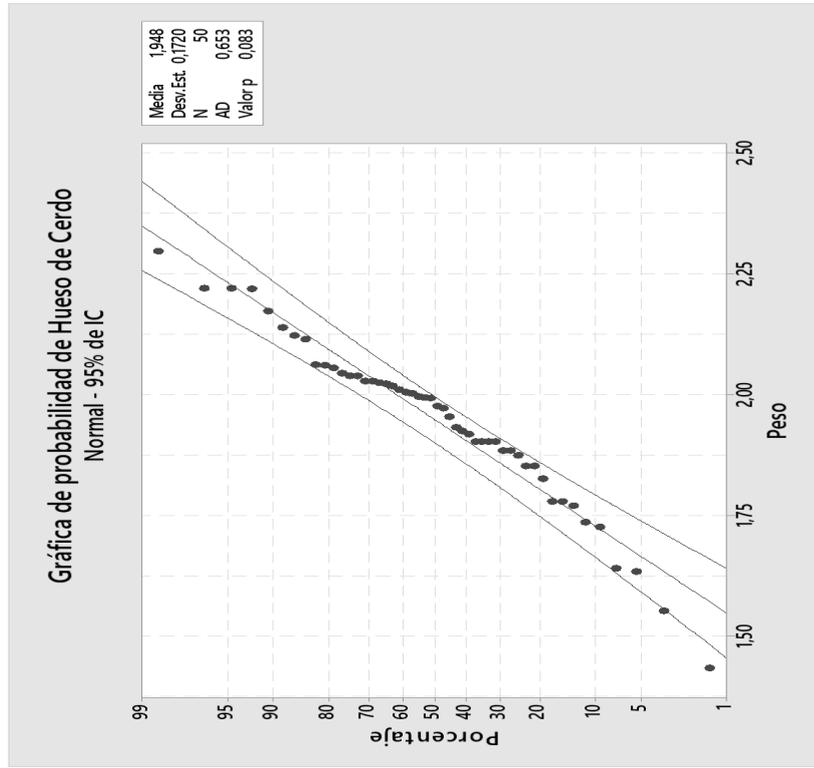


Anexo XIII. Análisis de Hueso de Cerdo

a)

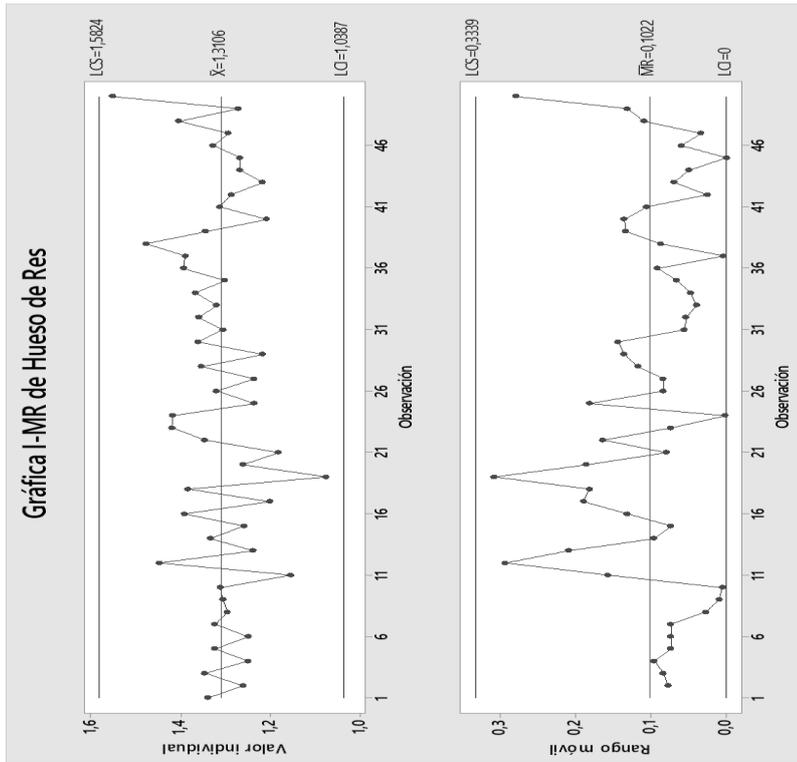


b)

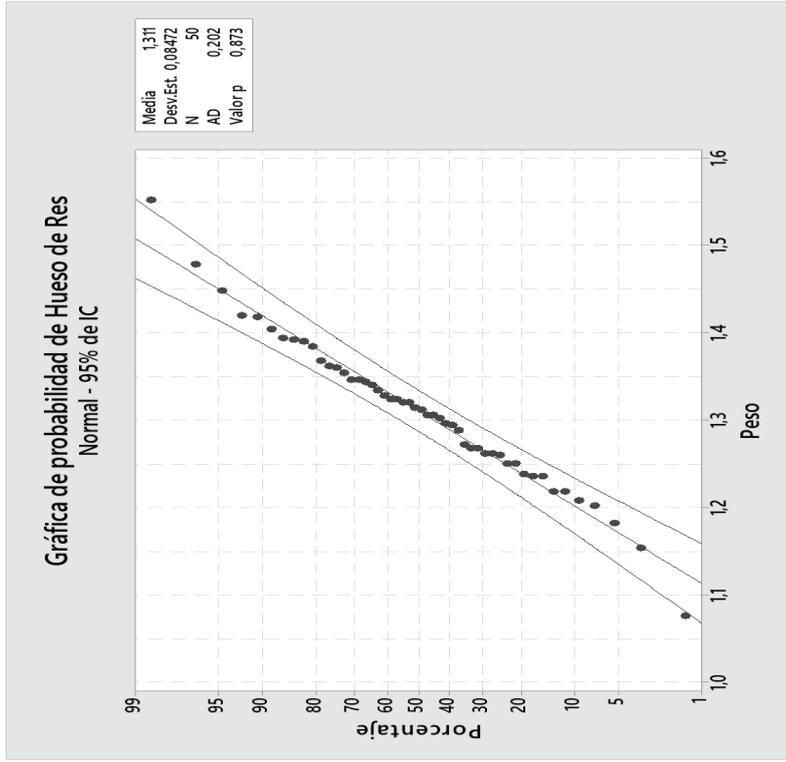


Anexo XIV. Análisis de Hueso de Res

a)

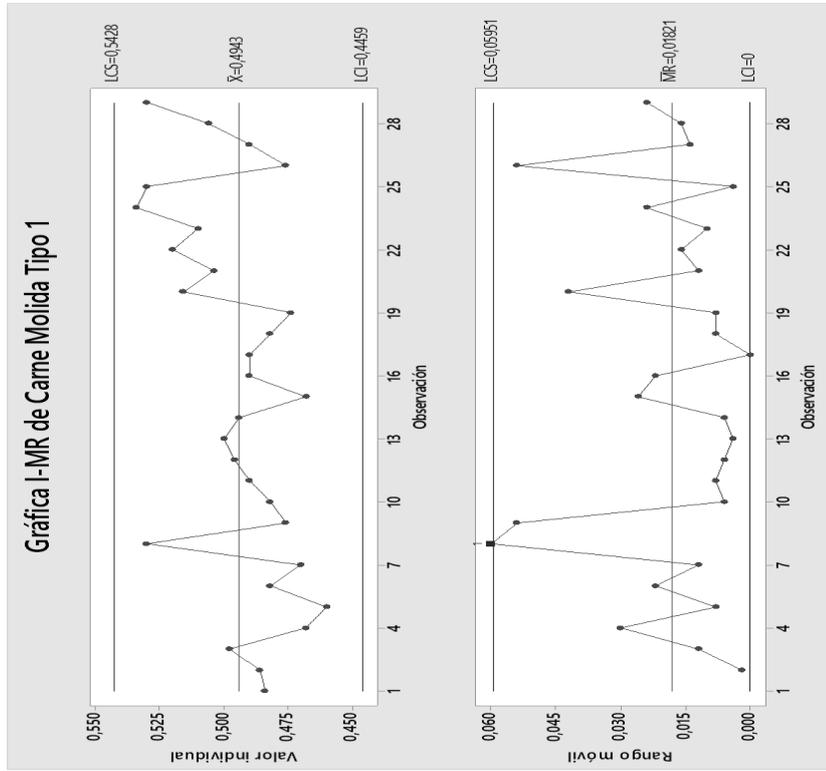


b)

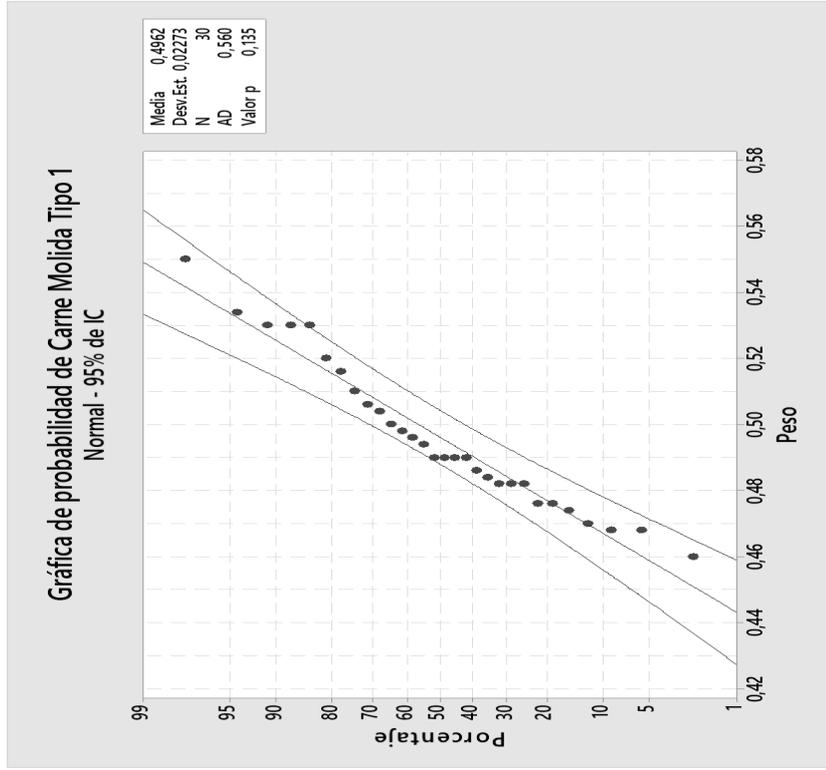


Anexo XV. Análisis de Carne molida Tipo 1

a)

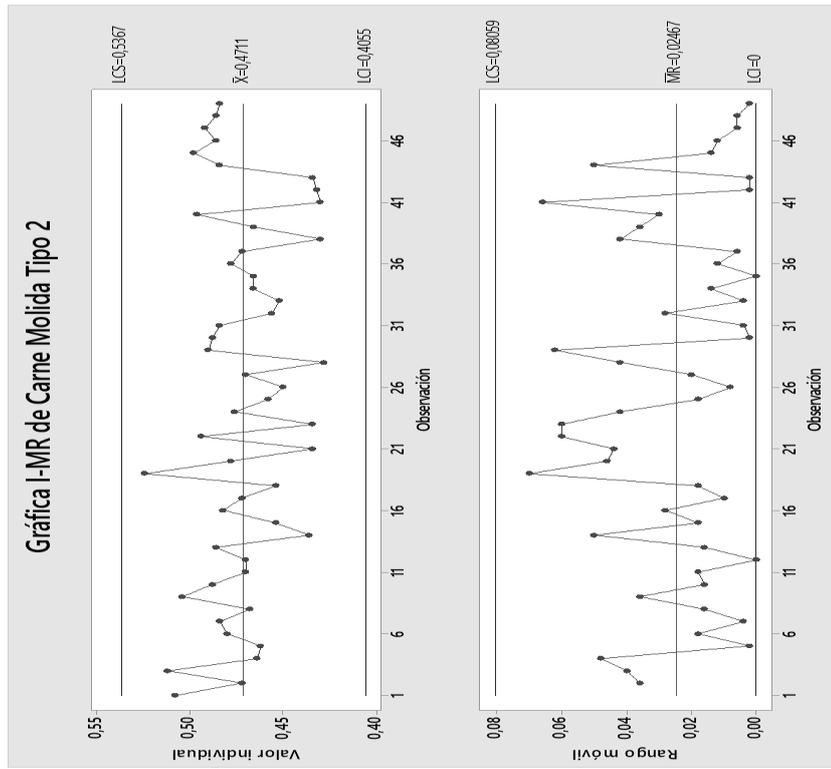


b)

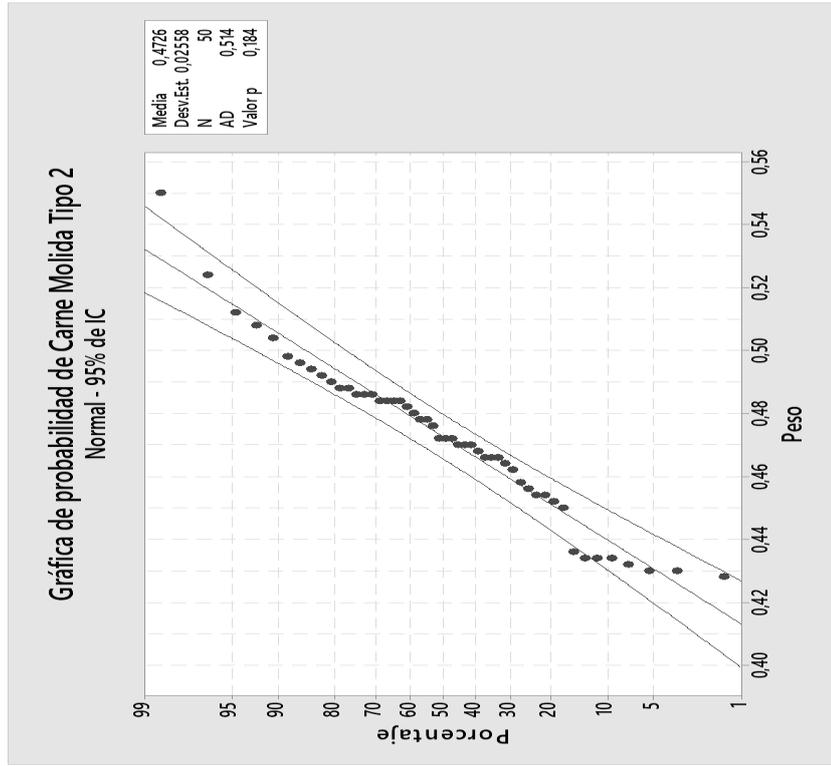


Anexo XVI. Análisis de Carne molida Tipo 2

a)

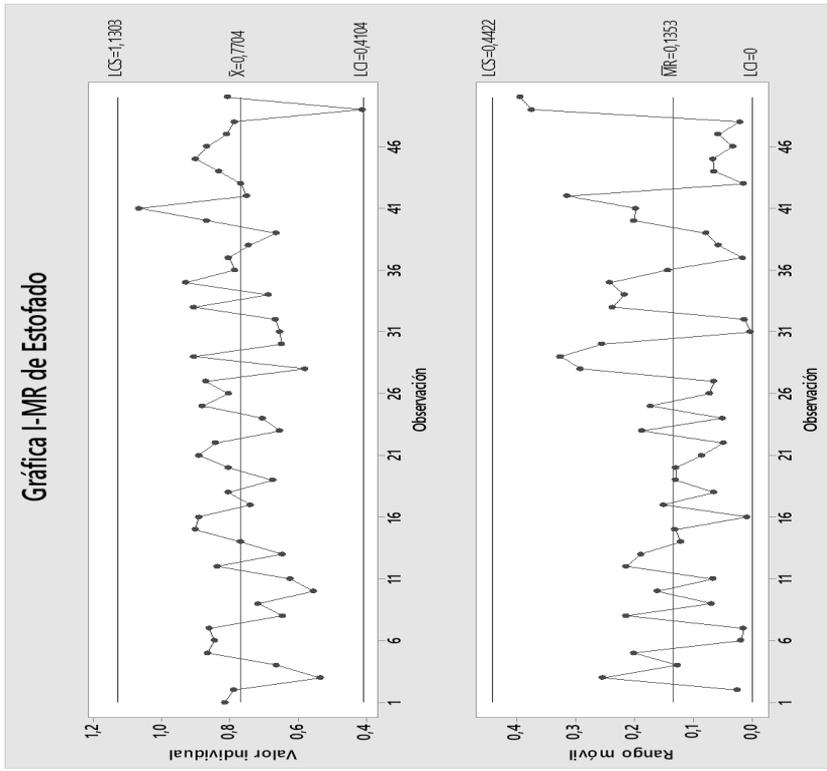


b)

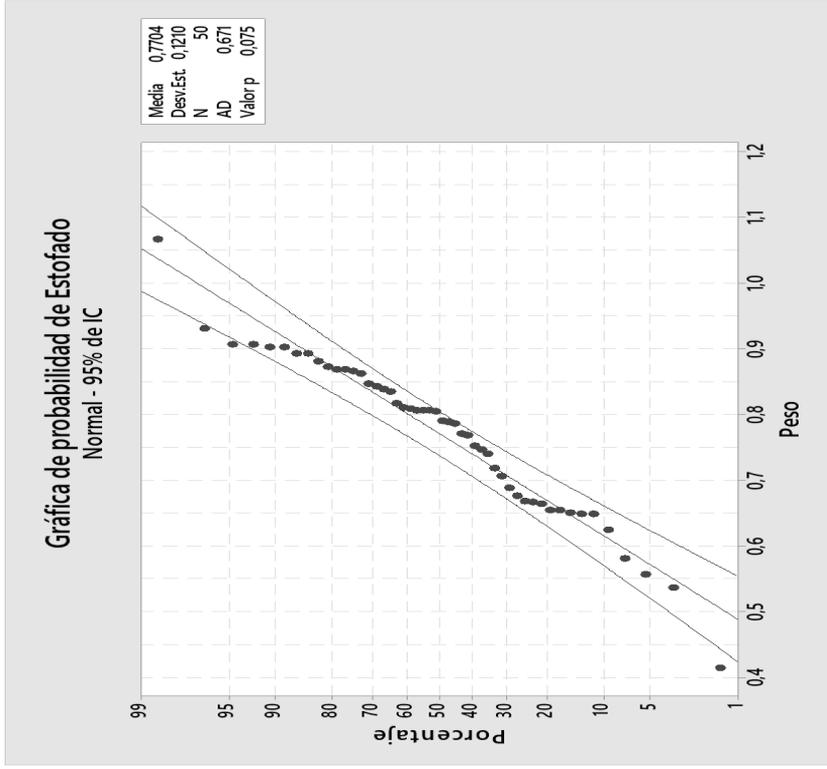


Anexo XVII. Análisis de Estofado

a)

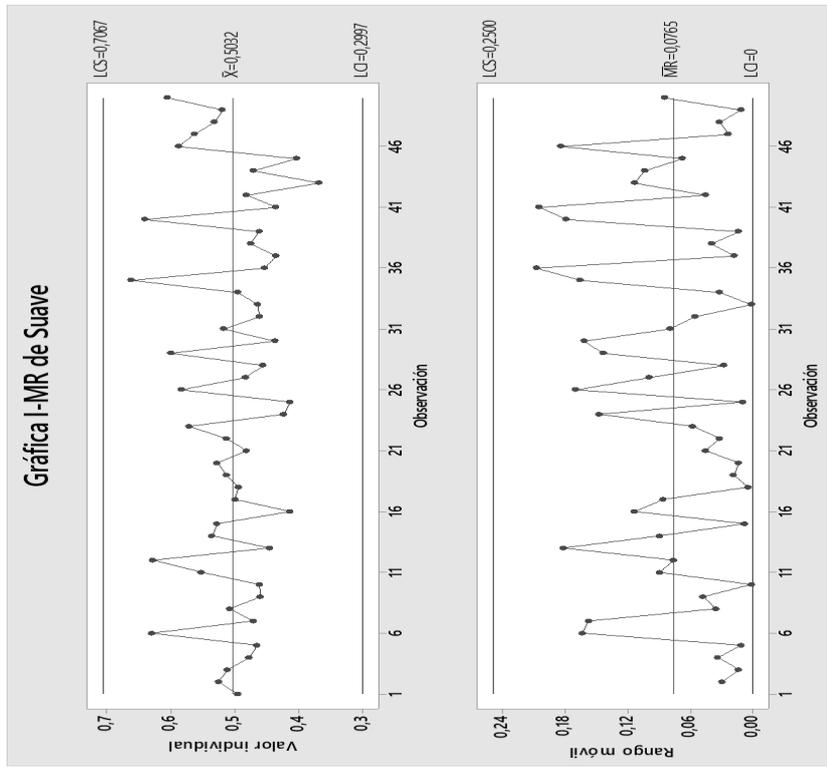


b)

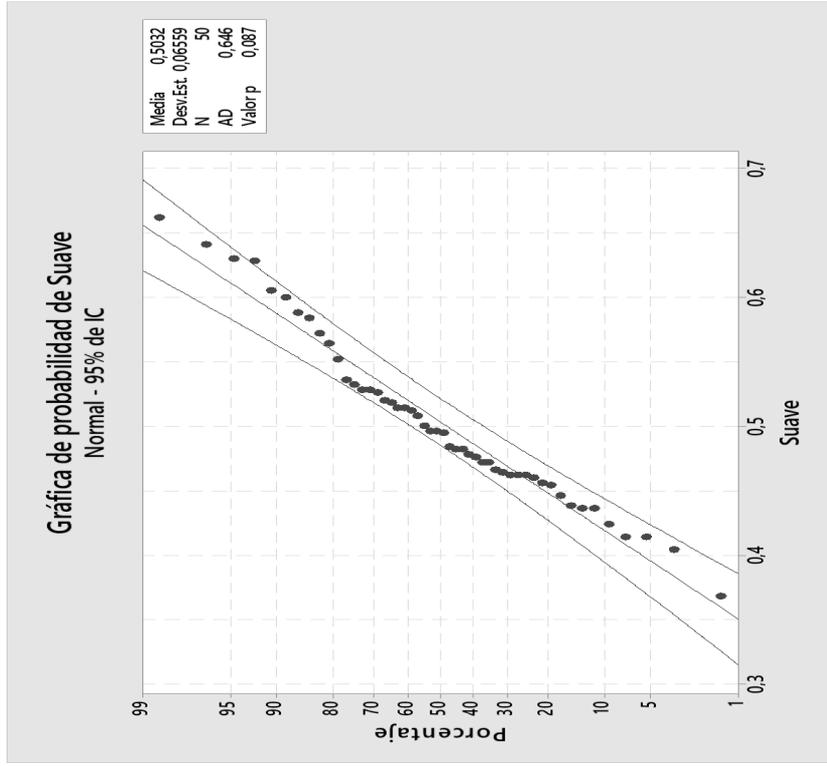


Anexo XVIII. Análisis de Suave

a)

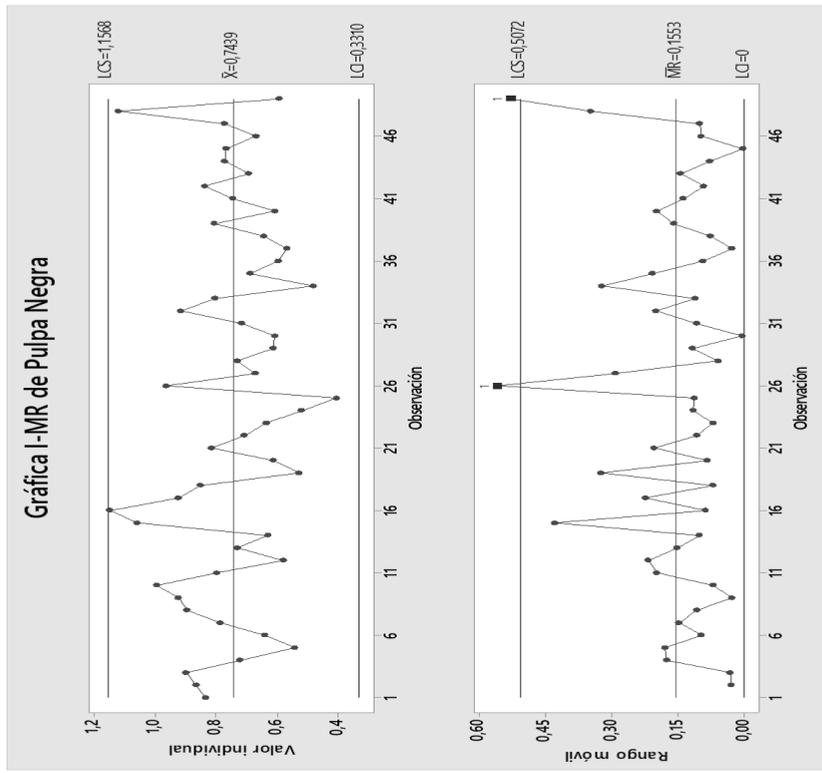


b)

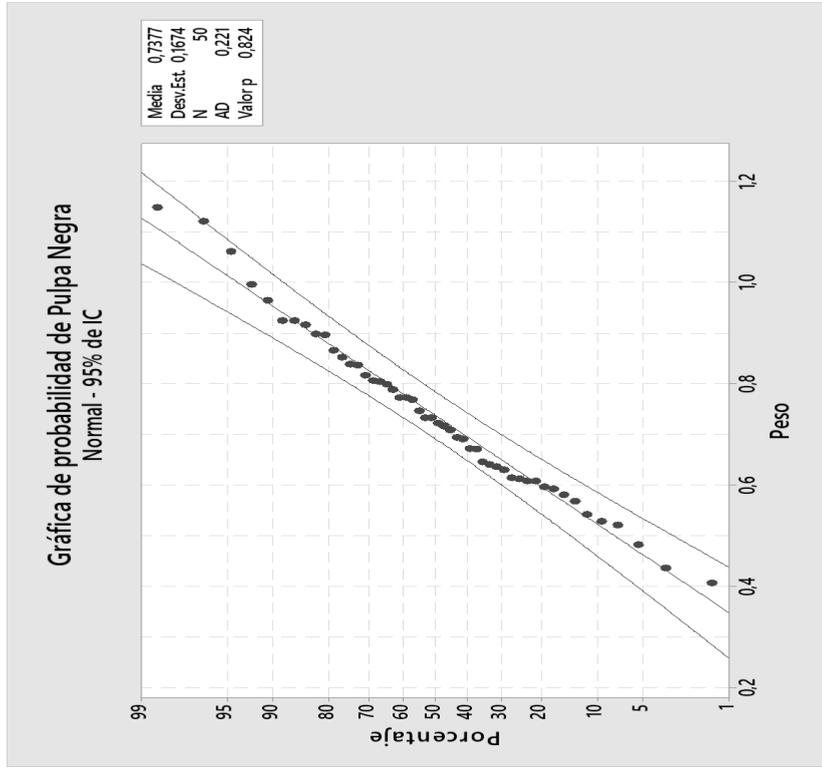


Anexo XIX. Análisis de Pulpa Negra

a)

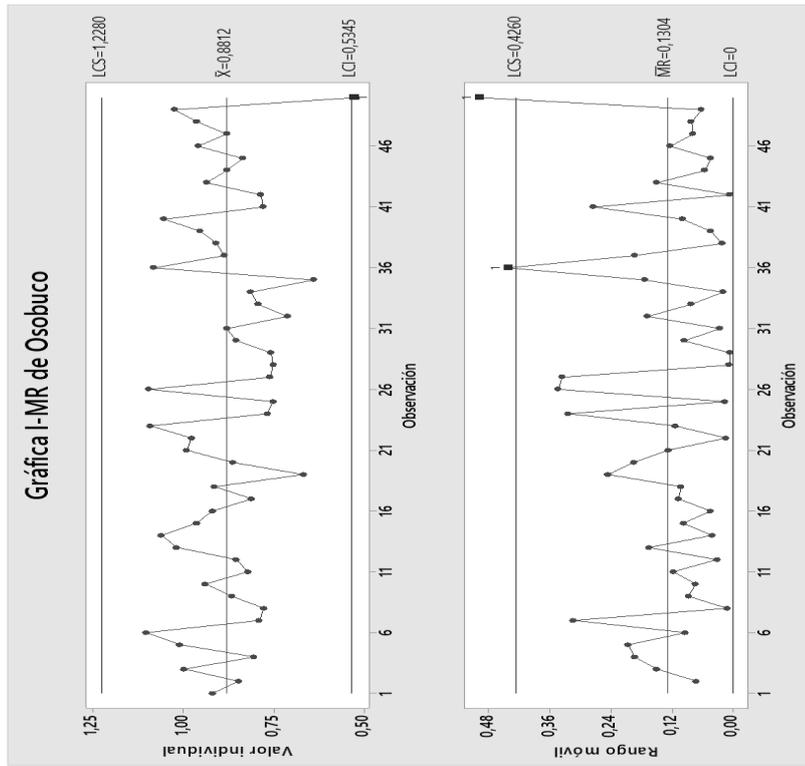


b)



Anexo XX. Análisis de Osobuco

a)



b)

