



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TIANGUISTENCO

DIVISIÓN DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“Implementación de un Manual de Calidad a través de la metodología DMAIC en una máquina de giro alimenticio”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

RANGEL VALENCIA AXEL NICOLAS

DIRIGIDA POR:

MTRA. BEATRIZ GONZÁLEZ GUTIÉRREZ

Tianguistenco, Estado de México, agosto de 2023

Agradecimientos

A mi madre, por estar siempre presente y apoyarme en todo momento, a la Maestra Beatriz González por la paciencia y la guía en todo el ámbito estudiantil, a Daniel Nava por motivarme a crecer tanto personal como profesionalmente y a la nueva familia que obtuve a lo largo de los años, a que, siempre me apoyaron y la llevo en el corazón.

Resumen

Hoy en día existen un sin fin de metodologías para encontrar mejoras, entre las cuales se encuentra Six Sigma que propone aplicar un método de investigación para los procesos que agregan valor para el cliente y desarrollar acciones o proyectos que permitan elevar la satisfacción de este. Para ello se propone la implementación de un Manual de Calidad, el cual siga las directrices de un Sistema de Gestión de Calidad, basado en la ISO:9001 2015, de esta manera se puede estandarizar un método durante el proceso para asegurar la calidad e inocuidad del producto, desde la adquisición de la materia prima hasta la obtención del producto final.

Para lograr obtener la calidad requerida se debe dividir el proceso en diferentes fases que se consideren relevantes. Estas fases se indican en un diagrama SIPOC y se encuentran en la columna Proceso. En general debe mantenerse un diagrama tan simple como sea posible que de paso a la identificación de cada una de las áreas correspondientes al proceso. Por otro lado, se realiza una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. El DFMEA o AMEF es aquel que interviene en el proceso del diseño del producto para la reducción de riesgos de fallas en su funcionamiento.

La última etapa se utiliza para elaborar el diseño del sistema del proceso ya mejorado, se verifican las hipótesis planteadas anteriormente y se estudian los errores ocurridos en el transcurso de la implementación.

Se pueden obtener los resultados esperados, si se aplica la metodología correcta e implementan las herramientas adecuadas, a través de lo ya visto a lo largo de este proyecto, dichos resultados son: Mejorar la calidad del producto, basándonos en el nivel de sigma obtenido, actualmente se cuenta con un nivel igual a 1 sigma y se busca aumentar al menos a 3 sigma, para tener un proceso más estable y confiable, no obstante el resultado obtenido fue mejor de lo que se esperaba, teniendo 4 sigma dentro del proceso, lo que hizo posible la obtención de más productos con mejor calidad, podemos decir que, Six Sigma es fundamental en cuanto a mejorar la calidad de los productos y procesos.

Índice

Agradecimientos	ii
Resumen.....	iii
CAPITULO I.....	ix
1.1 Introducción	8
1.2 Justificación	10
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 General.....	11
1.3.2 Específicos.....	11
CAPITULO II.....	12
2. Antecedentes	13
2.1 Industrialización del nopal.....	13
2.2 Diseño y construcción de un prototipo de molino para nopal.....	13
2.2.1 Especificaciones para el diseño.....	14
2.3 Diseño y construcción de prototipo de una máquina cortadora de papaya, melón y sandía para la elaboración de ensalada de frutas.	16
2.3.1 Elementos de la máquina cortadora de frutas neumática.....	17
2.3.2 Cilindro neumático	17
2.3.3 Compresor	17
2.3.4 Regulador de presión	18
2.3.5Electroválvula	19
2.3.6 Acero inoxidable.....	19
2.3.7 Rejilla de corte.....	20
2.4 Diseño y construcción de una desespinaadora mecánica de nopal.	21
2.4.1 Mecanismo de corte vertical.....	21
2.5 Mecanismo desespinaador de caras planas	21
2.6 Factor de seguridad.....	22
2.7 Calidad.....	22
CAPITULO III.....	26
3. Metodología.....	27
3.1. Máquinas procesadoras de alimentos.....	27
3.2. Maquinas rebanadoras automáticas.....	27

3.3. El filo de las cuchillas.....	27
3.3.1. Estos ángulos vienen en dos formas:	28
3.3.2 Fuerza necesaria para el corte de las frutas.....	29
3.3.3 Tipo de corte	30
3.4. Propuesta de implementación de la metodología DMAIC en el sistema de producción de la cerveza artesanal.....	30
3.5. Aplicación de la metodología Six sigma para mejorar el proceso de acondicionamiento del grano de trigo.	31
3.6. DMAIC	32
3.6.1 Definir:	33
3.6.1.1 SIPOC.....	33
3.6.1.2 Mapa de procesos de alto nivel.	35
3.6.2 Medir:.....	35
3.6.2.1 Gráfico de Pareto	36
3.6.2.2 AMEF de diseño.....	36
3.6.3 Analizar:	37
3.6.3.1 Pruebas de Hipótesis.....	37
3.6.4 Implementar:	37
3.6.4.1 DOE.....	37
3.6.5 Controlar:	38
3.6.5.1 Gráfico de Control	38
3.6.5.2 Análisis de Capacidad del Proceso	38
CAPITULO IV	40
4. Resultados	41
4.1 DEFINIR	41
4.1.1 Diagrama de procesos de Alto Nivel	41
4.1.2 SIPOC	44
4.2 MEDIR	45
4.2.1 Diagrama de Pareto	45
4.1.4 AMEF de Diseño.....	46
4.3 ANALIZAR.....	49
4.3.1 DOE	49

4.3.2 Pruebas de hipótesis	52
4.4 CONTROLAR	55
4.4.1 Gráfico de Control	55
4.4.2 Análisis de Capacidad del Proceso	56
4.5 Reducción de tiempos.....	58
4.6 Manual De Calidad	59
CAPITULO V	68
5.1 Conclusiones	69
5.2 Referencias	71

Índice de figuras y tablas

Tabla 1 Soluciones experimentadas para corte molienda de Nopal opuntia (Caballero, y otros, 2008).....	15
Tabla 2 Evaluación de las diferentes soluciones (Caballero, y otros, 2008).	16
Tabla 3 Propiedades mecánicas y físicas del acero AISI 304 (Carrasco , 2022)..	20
Tabla 4 AMEF de diseño, priorización de los problemas, para su solución.	47
Tabla 5 Severidad del efecto de la falla en el AMEF.	48
Tabla 6 Índice de ocurrencia de las causas que originan el fallo.	48
Tabla 7 Probabilidad de que los controles implementados detecten el fallo.	48
Tabla 8 Datos obtenidos del diseño de experimentos (autoría propia).	49
Tabla 9 Muestras para la prueba de hipótesis (autoría propia).....	52
Diagrama 1 Diagrama de Procesos de Alto Nivel, en el proceso de la máquina..	43
Diagrama 2 Diagrama SIPOC para la identificación de las fases del proceso	44
Diagrama 3 Diagrama de Pareto de la efectividad actual de la maquina (autoría propia).	45
Anexo 1 Consideración de la actualización más reciente de la Norma ISO 9001:2015....	74
Anexo 2 Requisitos del SGC	74
Anexo 3 Revista sobre procesos industriales e implementación de un SGC.....	75
Anexo 4 Directrices para auditar la norma ISO 9001:2015.	76
Anexo 5 Niveles en el SGC.	76
Anexo 6 Actualización para auditar el SGC, a través de la ISO 19011.....	77
Anexo 7 Manual del SGC implementado en la maquina desespinaadora	78

Imagen 1 Partes de un cilindro neumático (Carrasco , 2022).....	17
Imagen 2 Partes de un compresor (Carrasco , 2022).....	18
Imagen 3 Partes de un regulador de presión(Carrasco , 2022).....	19
Imagen 4 Mecanismo cortador Vertical (Ulisses. & Fitz., 2017).....	21
Imagen 5 Mecanismo desespínador de caras planas(Ulisses. & Fitz., 2017).....	22
Imagen 6 Ángulos de afilado para distintos cuchillos (Nina Flores, 2018).....	28
Imagen 7 Diferentes tipos de ángulos (Nina Flores, 2018).....	29
Imagen 8 Diagrama DMAIC (Autoría Propia).....	33
Imagen 9 Diagrama SIPOC (Rojas, 2009).....	34
Imagen 10 Gestión del Diagrama de Procesos (Hernández, 2018).....	35
Imagen 11 Aplicación de la Ley de Pareto (Espinoza A. et., 2021).	36
Imagen 12 Análisis de Varianza realizado en minitab (autoría propia).	50
Imagen 13 Análisis de varianza sobre la interacción proceso-tipo de nopal (autoría propia).	53
Imagen 14 Secuencia de ciclo de mejora continua (Diacein, 2018).	60
Imagen 15 Control de documentos (autoría propia).	60
Imagen 16 Responsabilidad de la Dirección (autoría propia).	61
Imagen 17 Revisión de la documentación (autoría propia).....	62
Imagen 18 Resultados de la revisión (autoría propia).	62
Imagen 19 Planificación de la realización del producto (autoría propia).....	63
Imagen 20 Procesos relacionados con el cliente (autoría propia).	64
Imagen 21 Preservación del producto (autoría propia).....	64
Imagen 22 Seguimiento y medición (autoría propia).	65
Imagen 23 Auditorías internas (autoría propia).....	65
Imagen 24 Acciones preventivas (autoría propia).....	66
Imagen 25 Mejora continua enfocada en la satisfacción del cliente (autoría propia).	67
Gráfica 1 De efectos principales posición y proceso (Autoría propia).	51
Gráfica 2 Gráfica de interacción, para verificar la relación posición-entrada (autoría propia).....	51
Gráfica 3 Gráfico de Pareto una vez estandarizados los efectos (autoría propia).54	
Gráfica 4 Gráfica de efectos posterior a la implementación de la metodología (autoría propia).....	55
Gráfica 5 Gráfico de control antes de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).....	56
Gráfica 6 Gráfico de Capacidad del proceso antes de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).....	56

Gráfica 7 Gráfico de control después de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).	57
Gráfica 8 Gráfico de Capacidad de del proceso después de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).....	58

CAPITULO I

1.1 Introducción

La utilización de Six sigma en las empresas tiene un gran beneficio en cuanto a la mejora en la calidad de los productos y/o servicios que se ofrecen, debido a que, si se utiliza de manera adecuada, se puede obtener un producto y proceso más estable, es decir, realizar un cambio para mejorar y hacer que estas mejoras prevalezcan en el futuro.

La industria alimenticia es una de las más exigentes en cuanto a calidad en sus obtenida en sus productos, por ende se deben tener procesos adecuados, esto con el fin de preservar la inocuidad de sus productos, la problemática principal en este trabajo es el poco nivel de confianza que se tiene durante el proceso, ya que por distintos motivos se está obteniendo un producto de muy baja calidad, por lo tanto requiere de varios reprocesos para que salga con las especificaciones solicitadas, se pretende implementar un Sistema de Gestión de Calidad para asegurar la capacidad de proporcionar productos que cubran las necesidades del cliente y de esta manera se encuentre la mejora continua que logre la eficacia del proceso y la calidad del producto, se pretende hacer uso de la metodología DMAIC y dentro de ella las herramientas adecuadas para lograr que el proceso sea más estable y confiable.

Se pretende que la implementación de un sistema de Gestión de Calidad a través de un manual mejore de manera exponencial el proceso para la obtención del producto terminado (PT), así mismo que las mejoras se vean reflejadas en un documento y se tenga registro de todo movimiento que se realiza para estandarizar, difundir y hacer que estas mejoras prevalezcan con el tiempo incluso que se mejore

sobre lo ya realizado, ya que, al ser un proceso, las actividades realizadas están interrelacionadas entre sí, con el fin de lograr el objetivo planteado, se deben determinar las políticas, procesos y recursos para la obtención de resultados, sobre todo se debe tener en cuenta que cuando se habla de calidad debe tenerse en cuenta el Ciclo Deming, el cual nos habla de hacer que la mejora se convierta en algo habitual.

1.2 Justificación

En la actualidad, cualquier empresa u organización tienen como objetivos innovar, mejorar y trascender sus conocimientos y procesos, con el fin de mantenerse en el mercado que día a día se vuelve más competitivo, por ello se plantea la implementación de herramientas que mejoren la calidad de una máquina de esta forma se pretende aumentar su productividad.

El principal incentivo para la realización de este proyecto es la implementación y utilización de las herramientas conocidas a lo largo de los diferentes semestres en una maquina sobre la cual no se ha manejado ninguna metodología de mejora.

El prototipo en el cual se va a trabajar, actualmente cuenta con un rendimiento en sus funciones (desespinado y corte de nopal) menor al 60%, por lo cual se pretende implementar un Manual de Calidad a través de la metodología DMAIC, con el fin de aumentar el porcentaje mencionado a al menos un 80%, por consiguiente, no solo se aumentará la calidad de la máquina, dicha implementación dará pauta para que se sigan realizando modificaciones de mejora a la misma, es decir, que diferentes estudiantes de la institución podrán aplicar sus conocimientos en busca de la excelencia en el proceso, esto llevara a la mejora de la máquina y a su vez la calidad del producto final.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Analizar el proceso de la maquina e implementar herramientas adecuadas a través de la metodología propuesta (DMAIC) con la finalidad de generar un manual para la máquina de giro alimenticio, el cual es parte del área de investigación de la institución.

1.3.2 Específicos:

- Realizar investigación documental relacionada a la aplicación de la metodología DMAIC en máquinas de giro alimenticio.
- Obtener información sobre el rendimiento del proceso, sus entradas y salidas.
- Realizar un AMEF de diseño, para determinar sus posibles fallas y sus efectos, de esta manera prevendremos cualquier anomalía.
- Definir las herramientas más adecuadas para implementar en la máquina, a partir de la investigación realizada.
- Verificar el trabajo realizado en la fase de análisis a través de las herramientas seleccionadas y la realización de estas.
- Elaborar un Manual de Calidad enfocado en la máquina.
- Realizar registros de la mejora continua de la máquina.

CAPITULO II

2. Antecedentes

2.1 Industrialización del nopal.

El autor, realizó un análisis de todo el proceso que conlleva el nopal, que va desde el cultivo hasta su manejo posterior a su cosecha, se encontró que para mantener el producto en un estado de consumo constante es necesaria su industrialización, lo cual lleva a grandes beneficios como una ampliación de mercado de una amplia gama de productos derivados, además de generar empleos y aprovechar al máximo sus características. El procesamiento e industrialización del nopal resulta de gran interés, dado que es tecnológicamente posible y que puede ser económicamente viable y rentable dependiendo de algunos factores como la mercadotecnia e inclusive podrían tocarse métodos organizacionales en cuanto a la producción en masa, además constituye un beneficio para los productores agrícolas marginales de las zonas áridas, los cuales se verían principalmente beneficiados (Medina, 2015).

2.2 Diseño y construcción de un prototipo de molino para nopal

Este trabajo presenta el desarrollo del diseño y construcción de un prototipo de molino de corte radial de nopal.

En el mercado existen diferentes procesos industriales que primeramente desespinan el nopal removiendo la espina y la aureola del nopal y son construidos de acero inoxidable tipo 304 entre otros materiales, la segunda parte del proceso es la picadora de nopal que complementa a la desespinaadora, y opera en forma independiente.

El precio en el mercado nacional de este tipo de máquinas para hacer harina de nopal deshidratado oscila entre los \$12 960.00 y los \$16 000.00 M. N. dependiendo de la capacidad que se requiera.

Este trabajo se enfocó principalmente en diseñar el sistema de corte del nopal, fabricando y probando seis modelos funcionales del sistema de corte para construir un prototipo de molino y procesar los cladodios de nopal *Opuntia ficus-indica* en estado verde para obtener la pasta granulada que se utiliza en la elaboración de harina de nopal, evaluando las características, posición y velocidad de la herramienta de corte, sentido y posición de la alimentación del nopal al sistema.

2.2.1 Especificaciones para el diseño

*“Inicialmente los productores de la población de Milpa Alta, D. F., hicieron la solicitud de un equipo capaz de realizar el corte en tiras de nopal, cuyas características principales que debe tener la maquina cortadora a diseñar son: Capacidad requerida: 1000 kg de nopal por hora, sin descartar que en el futuro se requerirá una mayor producción. El mecanismo de corte deberá ser capaz de procesar cladodios de nopal *Opuntia Ficus Indica* y obtener tiras uniformes de 50 a 60 cm de longitud, espesor de 0.7 cm y ancho de 7 a 9 cm. La tercera fue evitar la contaminación del producto, empleando material higiénico adecuado como pueden ser aceros inoxidables, aluminio y plásticos. El espacio*

determinado para la maquina es de 2 m 2 m, sin limitación en la altura, fue la cuarta condicionante.

Se realizaron diferentes pruebas, en las cuales se evaluaron diferentes aspectos, los cuales son: 1) Características de la herramienta de corte, 2) Posición de la herramienta de corte, 3) Velocidad de la herramienta de corte y 4) Sentido y posición en la entrada del nopal” (Caballero, y otros, 2008).

A continuación, se muestran en las tablas 1 y 2 las diferentes soluciones planteadas. Estas soluciones fueron evaluadas por medio de pruebas, utilizando cladodios de nopal verde. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 1 Soluciones experimentadas para corte molienda de Nopal opuntia (Caballero, y otros, 2008)

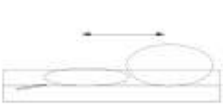


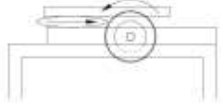

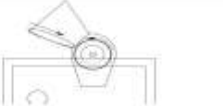
Soluciones	Herramienta de corte	Nopal	Posición del nopal	Grafica
Solución 1 (Canal rectangular con cuchilla transversal)	Cuchilla fija angulada.	Manual con Movimiento alternativo para corte en rebanadas	Horizontal/ vertical	
(2 Discos con circunferencia afilada)	Disco de circunferencia afilado giratorio en un eje	horizontal con avance manual	Horizontal y transversal a la herramienta de corte	
Solución 3 (Disco de 6 muescas circunferenciales)	Disco dentado giratorio en un eje	Horizontal con avance manual	Horizontal y transversal a la herramienta de corte	
Solución 4 (37 discos dentados, separación entre discos 6,35 mm)	Disco giratorio de 100 dientes	Alimentación manual en dirección contraria al giro de la herramienta de corte	Horizontal Y transversal a la herramienta de corte	
Solución 5 (37 discos dentados, separación entre discos 6,35 mm)	Disco giratorio de 100 dientes	Alimentación orientada en dirección de giro de la herramienta de corte.	Horizontal	
Solución 6 (37 discos montados conjuntamente)	Disco giratorio de 100 dientes	Caida por peso y gravedad con ligero empuje manual	inclinado 36°	

Tabla 2 Evaluación de las diferentes soluciones (Caballero, y otros, 2008).

Evaluación	
Numero de soluciones	Resultados
1	a) al cortar las diferentes muestras de nopal se presenta dificultad para la manipulación a medida que se hace más delgada la muestra. b) el mucilago en la muestra queda expuesto y presenta una rápida oxidación c) Esta solución ofrece una baja capacidad de producción
2	a) el ángulo de filo de los discos no logra cortar totalmente el material b) se propone realizar unas muescas o dientes sobre el ángulo de filo de los discos
3	a) es necesario realizar más dientes al filo de los discos para que el corte rompa totalmente la estructura del nopal, b) es necesario realizar una rejilla con el espacio necesario para que se introduzca una parte de la circunferencia de los discos
4 y 5	a) la evaluación mostró que debido al contacto entre el disco de corte y el nopal, existe el desgarramiento del material. b) origina pérdidas en el aprovechamiento del nopal c) se rediseñó el sistema.
6	a) la tolva es muy amplia existen algunos desprendimientos mínimos del nopal hacia el exterior, b) La pasta granulada obtenida presenta características físicas que permitieron efectuar un secado al sol para ser molido en una 2ª fase y obtener polvo de nopal. c) El producto final presenta una apariencia y coloración física semejante al requerido por los usuarios finales. d) es necesario realizar un análisis técnico sobre el diseño del eje, ya que éste se encarga de recibir y transmitir la potencia al sistema de discos

2.3 Diseño y construcción de prototipo de una máquina cortadora de papaya, melón y sandía para la elaboración de ensalada de frutas.

Este proyecto está orientado al diseño y construcción de un prototipo de máquina cortadora de frutas, utilizadas para la elaboración de ensaladas, y su propósito es optimizar el tiempo de corte y brindar seguridad al operador, busca también garantizar el cumplimiento de las necesidades y expectativas para el área de procesamiento y corte de alimentos en pequeños emprendimientos dedicados a brindar este servicio.

El proceso del corte de frutas generalmente se realiza a mano, para ello se utiliza un cuchillo con el cual se procede a ejecutar el corte, de esta manera se realiza dicho trabajo en la actualidad, no obstante, existe maquinaria especializada para ello, de gran tamaño y valor económico. En este proyecto, se ha automatizado el proceso del corte de frutas grandes antes mencionadas, existirá una cuchilla cuadrículada la cual estará ejerciendo un movimiento lineal y realizará dos cortes

de fruta en forma cúbica completando un ciclo, es decir, el movimiento lineal será en ambos sentidos (ida y vuelta), todo esto accionado mediante botones. El proceso evidentemente será más rápido que el convencional, dando solución a los problemas vistos anteriormente.

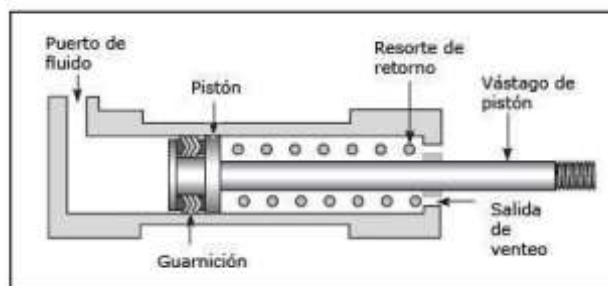
2.3.1 Elementos de la máquina cortadora de frutas neumática

A continuación, se mostrarán y explicarán brevemente los componentes mecánicos que se utilizarán dentro de este proyecto.

2.3.2 Cilindro neumático

Son actuadores que convierten la energía potencial del aire ceñido en energía cinética o en fuerza (neumática). En resumen, es un tanque cilíndrico que se ve abastecido de un pistón. Al insertar una determinada cantidad de aire ceñido, éste se dilata dentro de la cámara provocando un movimiento lineal por parte del vástago como se muestra en la imagen 1.

Imagen 1 Partes de un cilindro neumático (Carrasco , 2022).

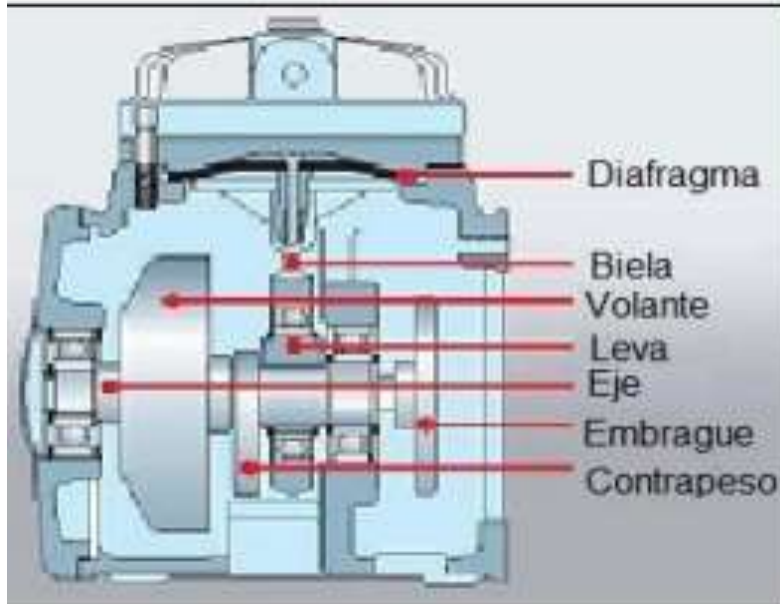


2.3.3 Compresor

Es una máquina de la serie térmica, diseñada para aumentar o generar presión de ciertos tipos de fluidos comprimibles véase la imagen 2. La compresión se logra a través de la conmutación de energía entre la máquina y el fluido, donde

se transfiere el trabajo realizado por el compresor al fluido incrementando gradualmente la presión y la energía cinética.

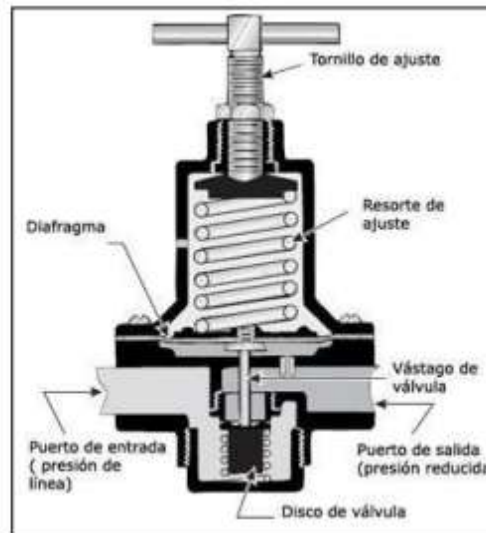
Imagen 2 Partes de un compresor (Carrasco , 2022).



2.3.4 Regulador de presión

Como mismo nombre lo dice, se encarga de regular la presión preestablecida por el operario como se muestra en la imagen 3. Es un instrumento de protección y control neumático.

Imagen 3 Partes de un regulador de presión(Carrasco , 2022).



2.3.5 Electroválvula

Es una válvula de tipo electromecánica, diseñada para el control del movimiento de fluido a través de una tubería. La válvula es movida por una bobina de solenoide, cabe destacar que, al solo tener un solenoide esta válvula es monoestable. Por lo general, son de dos posiciones: abierta y cerrada. Las válvulas con solenoides se utilizan en muchas intervenciones para el control de flujo. La electroválvula tiene dos componentes básicos que la constituyen, estos son: solenoide y válvula. El solenoide transforma la energía eléctrica a través de magnetismo a energía mecánica, para operar la válvula.

2.3.6 Acero inoxidable

Los aceros, por naturaleza contienen la básica composición de hierro (Fe) y carbono (C), sin embargo, el acero inoxidable contiene un poco de cromo, de esta manera, el Cromo es quien le da resistencia a la corrosión, de ahí proveniente la palabra inoxidable, aunque complica su manejo. El acero inoxidable debe tener una

cantidad de cromo al menos de 10.5%. Variando según el grado, puede obtener niveles mucho más altos de cromo y metales adicionales como aleación.

El acero inoxidable AISI 304 y 316 son los grados más comerciales, es decir, son los más comunes de encontrar en el mercado como acero inoxidable. No obstante, se pueden diferenciar en que el acero AISI 316 llamado acero quirúrgico es recomendado para utensilios de cocina porque contiene molibdeno (Mo) como aleación, por lo que es más resistente a la corrosión, marcando la diferencia en su composición con el AISI 304 del cual, se pueden observar sus propiedades en la tabla 3.

Tabla 3 Propiedades mecánicas y físicas del acero AISI 304 (Carrasco , 2022).

PROPIEDADES MECÁNICAS	
Resistencia a la tensión (Su)	85 ksi – 586 Mpa
Resistencia a la fluencia (Sy)	35 ksi – 241 Mpa
Porcentaje de elongación	60 % en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	200 Gpa – 29000 ksi
Dureza Max. Brinell (HB)	201
PROPIEDADES FÍSICAS	
Densidad	8.03g/cm ³ (0.28 lb/plg ³)

2.3.7 Rejilla de corte

Es una pieza que une elementos, creando espacios de manera uniforme. Este instrumento es la creación de la cuchilla necesaria para este proyecto, en este caso se trata de una rejilla realizada con acero inoxidable ya que estará en contacto con alimentos, dicha pieza tendrá una dimensión suficiente para cubrir el área de corte de las frutas que se pretende utilizar (Carrasco , 2022).

2.4 Diseño y construcción de una desespinaora mecánica de nopal.

2.4.1 Mecanismo de corte vertical

El autor considero este mecanismo en primer lugar, debido a que, consiste en dos eslabonamientos conectados en serie, accionados por un servomotor y que por consecuencia producen el movimiento vertical de la cuchilla, con la cual se corta el ápice y la base del nopal. Los mecanismos son dos lazos cerrados, donde el primero consiste en un mecanismo de paralelogramo con doble balancín, pero su limitante es que el movimiento se restringe tan solo a 60°. Como se puede observar en la imagen 4, en la segunda ramificación el eslabón balancín se conecta a la manivela del mecanismo con la finalidad de transmitir el movimiento. Se planteó una carrera de 1.5 cm para la corredera realizada en el menor tiempo posible.

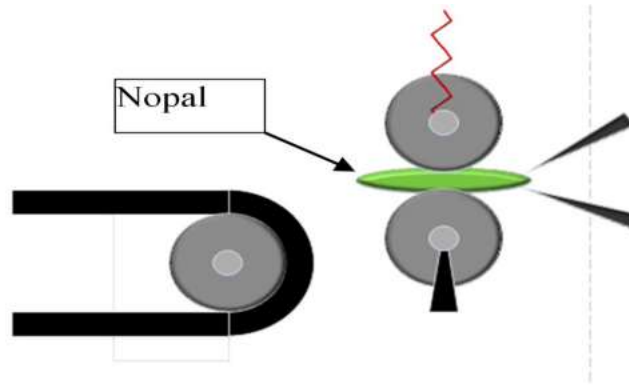
Imagen 4 Mecanismo cortador Vertical (Ulisses. & Fitz., 2017).



2.5 Mecanismo desespinaador de caras planas

Este mecanismo funciona en conjunto con una banda transportadora, la cual suministra los nopales hacia un par de rodillos tal y como se observa en la imagen 5. El rodillo superior se eleva presionando el nopal con la finalidad de que no tenga un deslizamiento relativo, al entrar en contacto con las navajas inclinadas, las cuales cortan las espinas de las caras planas del nopal (Ulisses. & Fitz., 2017).

Imagen 5 Mecanismo desespinalador de caras planas(Ulisses. & Fitz., 2017).



2.6 Factor de seguridad.

Para cualquier diseño de máquina es necesario garantizar que el material elegido y sus dimensiones sean las adecuadas para que la pieza a utilizar no falle. Los materiales pueden fallar por diversas razones, ya sea por imperfecciones en el material, concentraciones de esfuerzos, fatiga, defectos en el maquinado, tratamiento térmico inadecuado, etc. Así que, por estas razones debe mantenerse una tolerancia entre el esfuerzo último y el esfuerzo de trabajo (Medina, 2015).

2.7 Calidad

La calidad es una característica inherente del producto, también puede verse como una determinación o un requisito por parte del cliente, o una determinación del ingeniero, ni de mercadeo, ni del gerente general.

La calidad también puede verse definida en ingeniería como hacer las cosas bien y a la primera, cosa que muchas veces no se considera, pero es importante durante los procesos productivos.

Está basada en la experiencia actual del cliente con los productos o servicios que ha adquirido a lo largo de su consumo y lo va comparando con respecto a otros,

con el fin de encontrar con los requerimientos, establecidos o no establecidos, consientes o inconscientes, técnicamente operacionales o enteramente subjetivos. Y siempre representando un blanco móvil en un mercado competitivo. La calidad del producto y servicio puede ser definida como: Todas las características del producto y servicio provenientes de Mercadeo, Ingeniería, Manufactura y Mantenimiento que estén relacionadas directamente con las necesidades del cliente (Hoyer & Hoyer, 2001).

2.7 Manual

Un manual tiene como objetivo describir los procedimientos y las funciones que realizan o se deben realizar dentro de la dirección correspondiente para su debido desarrollo, la finalidad es facilitar las labores que realizan los integrantes de una organización o dependencia.

Esto se hace buscando un mejor y más eficiente ejercicio de las actividades que se establecen dentro del manual, debe ser difundido en todos los niveles de la organización y asegurarse que su uso sea el adecuado (Hernandez, 2018).

2.7.1 Manual de Calidad

El Manual de Calidad es el documento que se encarga de guiar el Sistema de Gestión de Calidad (SGC), el cual, desarrolla todos los apartados de la Norma ISO 9001 aplicándolos en una organización e incluye todos los procedimientos y normas que se aplican en el SGC.

El contenido del Manual de Calidad no es otro más que, la descripción detallada de todo el Sistema de Gestión de Calidad de la Organización, manual de consulta básico para la implantación, mantenimiento y mejora continua del SGC.

El objetivo del Manual de Calidad es facilitar una descripción Sistema de Gestión de la Organización, que sirva de referencia para la aplicación de este sistema y se complemente con el conjunto de documentación del sistema.

El manual de calidad debe contener lo siguiente:

- 1.- Introducción.
- 2.- Información de la empresa.
 - 2.1.- Nombre de la empresa.
 - 2.2.- Reseña histórica.
 - 2.3.- Descripción de los productos.
 - 2.4.- Principales clientes.
 - 2.5.- Descripción de la filosofía de la empresa.
- 3.- Alcance y exclusiones del sistema.
- 4.- Política y objetivos de calidad.
- 5.- Términos y definiciones.
- 6.- Mapa de procesos.
- 7.- Requisitos de la documentación.
 - 7.1.- Generalidades.
 - 7.2.- Control de documentos.
 - 7.3.- Control de registros.
- 8.- Organigrama de la empresa.

Aunque en algunos casos no aplican todos los puntos a tratar en el SGC, los que aplican deben ser cumplidos al pie de la letra conforme lo que dice ISO 9001:2015 (Miranda, 2018).

CAPITULO III

3. Metodología

3.1. Máquinas procesadoras de alimentos.

Este tipo de máquinas son comúnmente utilizadas para el cortado de vegetales en las cocinas, debido a sus altas revoluciones, son ideales para el corte de hortalizas, una ventaja que tienen estas, es que son compactas, tanto que se asemejan a un electrodoméstico ya que su tamaño es casi igual al de una licuadora, así como sus características de funcionamiento. El funcionamiento de esta máquina consta de un motor vertical además de mecanismos de reducción de velocidades para el giro de sus cuchillas rebañadoras.

3.2. Maquinas rebanadoras automáticas

Las máquinas que poseen estas características son de índole industrial para hotelería, restaurantes grandes o para una producción masiva y de grandes cantidades, compuesta generalmente por una hoja de chuchilla para el corte y una cinta transportadora para la alimentación de producto a ser rebanado. Cuenta con un controlador electrónico con control numérico que gobierna el funcionamiento de la máquina tanto en el accionamiento de la máquina y el avance de la cinta transportadora, con un avance controlado por la misma, la cual se programa por el operario dando un rebanado fino o grueso, dependiendo de las necesidades del restaurante.

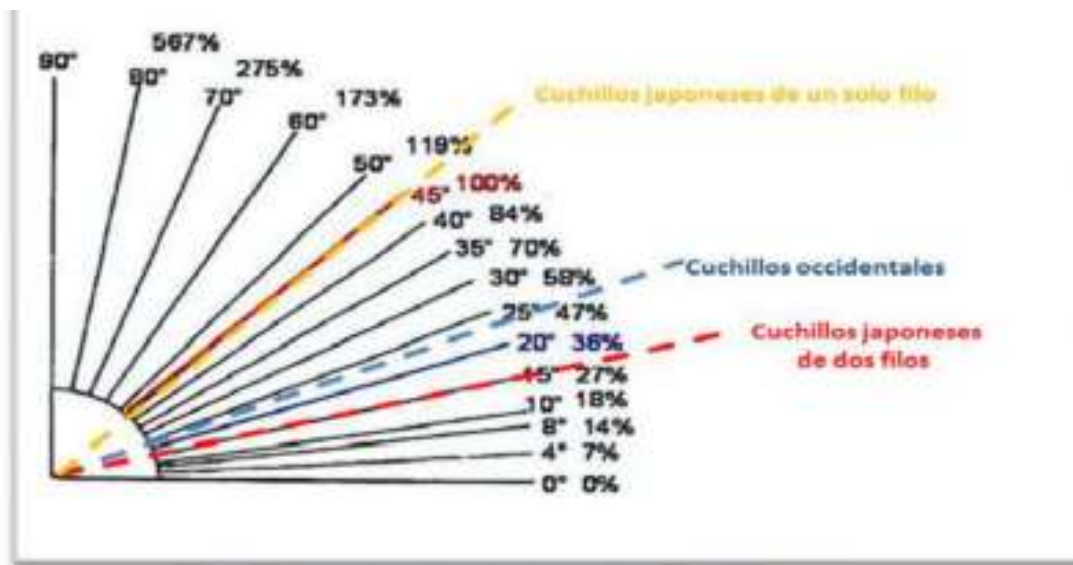
3.3. El filo de las cuchillas.

Es bien sabido que, desde hace mucho tiempo atrás, el uso de una herramienta de corte para el rebanado de un alimento es de suma importancia, por ello, los cuchillos de cocina que se utiliza en la vida diaria son elementos

indispensables que en muchas veces no se da la importancia que merece al ángulo de filo, al espesor de la hoja, la forma que fue elaboradora la hoja.

Estos son factores que se deben de considerar, ya que, influyen de forma directa, al filo de corte que se le va a dar al cuchillo, estos ángulos de filo suelen ser dados por el fabricante el cual mediante máquinas y dispositivos da los ángulos descritos en la imagen 6.

Imagen 6 Ángulos de afilado para distintos cuchillos (Nina Flores, 2018).



3.3.1. Estos ángulos vienen en dos formas:

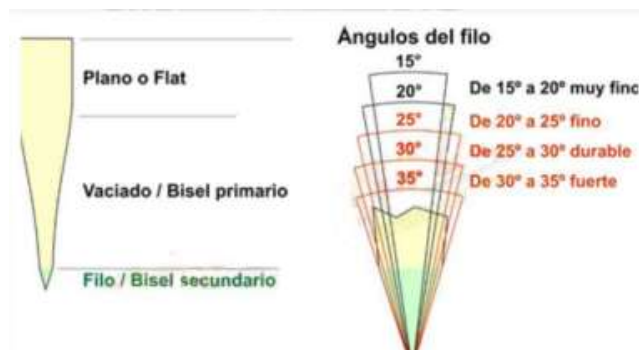
a) Los cuchillos occidentales, tienen ambos lados de filo en forma de una V que distribuye equitativamente a ambos lados de la hoja, esta característica lo hace más versátil y manejable en la cocina para realizar cualquier tipo de plato.

b) Los cuchillos japoneses tienen de un solo lado de filo o bisel, generalmente 16 los cuchillos de origen y fabricación japonesa son los que lleva un solo ángulo. Este tipo de filo que es recto es como la de las tijeras, con este se consigue cortes limpios y muy preciso por tener la cara plana y tener ángulo

muy fino, este tipo de filo también son utilizados en los bisturís quirúrgicos, este tipo de filo limita las posibilidades de uso en la cocina es por eso que se utiliza un diferente cuchillo para cada corte, también mencionar que esto implica que el uso de estos cuchillos es diferente para diestros y zurdos.

La capacidad de corte dependerá del ángulo de filo, los filos con mayor ángulo suelen ser más penetrantes, por lo cual cortaran más, pero el filo suele durar menos, en la imagen 7 se muestran los ángulos más recomendables. Con los cuchillos japoneses se debe ser más cuidadosos que con los occidentales debido principalmente a que al tener un solo lado de la hoja con filo debemos respetar siempre ese ángulo de 90° entre el lado que contiene el filo y el que no lo tiene. Este aspecto es fundamental en estas hojas ya que su único lado de filo es el que cortara los alimentos en la forma en que sea manipulado el cuchillo, y por eso la importancia de manipularlo perpendicular al alimento a cortar (Nina Flores, 2018).

Imagen 7 Diferentes tipos de ángulos (Nina Flores, 2018).



3.3.2 Fuerza necesaria para el corte de las frutas

Se debe determinar la fuerza a aplicar, para realizar el corte en las frutas. Se registran las medidas y pesos de los diferentes tipos de productos que se van a cortar, a continuación, con el cuchillo doméstico se realiza un corte vertical sobre

cada producto obteniendo la fuerza (kg) de corte necesaria, se verá el peso máximo indicado en la balanza y se calculará la fuerza necesaria para el corte final de cada producto. La fuerza encontrada se realiza el cálculo del torque con la distancia radial de las cuchillas, esto se puede implementar durante el corte del nopal, debido a que se procurara utilizar un tipo de nopal, de un tamaño y grosor específico, las pruebas serán rápidas y confiables para todo el proceso de desespinado y corte (Lopez Jibaja & Vintimilla Espinoza, 2019).

3.3.3 Tipo de corte

El tipo de corte se realizará de acuerdo con las especificaciones del cliente o empresa a la que se le esté prestando el servicio, se tendrá una rejilla ajustable, para poder determinar el tamaño y forma del corte, de acuerdo con las necesidades de la empresa, se requiere que la fruta tenga un corte en forma de rebanadas o en dado caso, se podría implementar un corte rectangular o cuadrado según sea el caso (Lopez Jibaja & Vintimilla Espinoza, 2019).

3.4. Propuesta de implementación de la metodología DMAIC en el sistema de producción de la cerveza artesanal.

“Una ventaja sobre Six Sigma es que puede considerarse como una herramienta de mejoramiento que permite obtener organizaciones eficaces y eficientes, continuamente alineadas con las necesidades de los clientes. Gracias a ello, se ha podido beneficiar a un gran número de empresas, incrementando sus niveles de producción, detectando fallas a tiempo y mejorando sus procesos, como tal, Six Sigma es una herramienta muy poderosa para incrementar la productividad de

cualquier organización, además, ayuda a obtener beneficios de la administración por calidad basada en cinco pasos” (Castaño S., 2018).

Por otro lado, para poder utilizar Six Sigma, se requiere de una secuencia lógica para poder implementarlo y este se rige por 6 principios básicos; orientación al cliente, enfoque basado en datos y hechos, fijación en el proceso, trabajo proactivo, colaboración sin fronteras y búsqueda de la perfección. Para su aplicación, se requiere de la implementación de una metodología conocida como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) y para ello, es necesario que la empresa realice lo siguiente: observar lo que sucede, tanto en el interior como en el exterior de la empresa; establecer hipótesis; realizar un pronósticos y evaluar la hipótesis generada para modificarla o modificarla de ser necesario e implementar herramientas estadísticas para separar las señales de las causas asignables (Castaño S., 2018)

3.5. Aplicación de la metodología Six sigma para mejorar el proceso de acondicionamiento del grano de trigo.

La metodología propuesta, permitió dar un análisis de la situación que se estaba teniendo en ese momento, de tal manera que se visualizó una posibilidad de reducción en la variación presentada en el proceso de acondicionamiento de trigo, previo a su molienda. Dentro de la implementación de DMAIC, se propuso la implementación de algunos principios de HACCP, debido a que, se está trabajando con productos de giro alimenticio, es necesario mantener la inocuidad en estos mismos, con esta filosofía se combinaron algunas herramientas aplicables a

DMAIC, claramente correspondientes a cada una de las etapas, adecuando los principios de inocuidad para obtener un producto con la más alta calidad.

Esta metodología inicia con la fase de definir, en la cual se busca tener un entendimiento de la problemática y se identifican las áreas interesadas, las cuales se van a mejorar durante la investigación, posteriormente en la fase de medir, se realizó una recolección de datos representativos con el fin de identificar las áreas de oportunidad, para la parte de analizar, se utilizaron herramientas analíticas y estadísticas, con el fin de identificar la causa de los problemas, la fase de mejora se basa en identificar y poner en práctica las soluciones que puedan minimizar los problemas y por último, La fase de control nos permite dar seguimiento en las propuestas de soluciones establecidas (Luna G., 2014).

3.6. DMAIC

Hoy en día existen un sin fin de metodologías para encontrar mejoras, entre las cuales se encuentra Six Sigma que propone aplicar un método de investigación para los procesos que agregan valor para el cliente y desarrollar acciones o proyectos que permitan elevar la satisfacción de este, utilizando para ello métodos estadísticos que puedan garantizar y fundamentar las decisiones basadas en datos cuantitativos, convirtiéndose así en una plataforma que permite mejorar la competitividad de las organizaciones (Garza R., González C., Rodríguez E., & Hernández C., 2016).

Para ello, propone desarrollar 5 etapas (DMAIC) tal y como se muestra en la imagen 8:

Imagen 8 Diagrama DMAIC (Autoría Propia).



3.6.1 Definir:

Esta etapa se refiere a establecer los problemas principales y sus medidas respectivas para así tener un panorama de comprensión sobre estos mismos, en esta etapa se determina de forma detallada el alcance del proyecto, y se elabora un mapa de flujo del proceso, cabe mencionar que, de manera adicional se establecen las variables que serán medidas y luego contrastadas (Vega S., 2021).

3.6.1.1 SIPOC

Una de las herramientas a considerar dentro de esta fase es el diagrama SIPOC, el cual corresponde a las siglas Supplier, Input, Process, Output, Customer, para preparar este diagrama deben seguirse los siguientes pasos:

Dividir el proceso en las fases del proceso que se consideren relevantes. Estas fases se indican en la columna “Proceso”.

Establecer los materiales o servicios externos que se reciben en cada fase. Se indican en la columna “Entradas”.

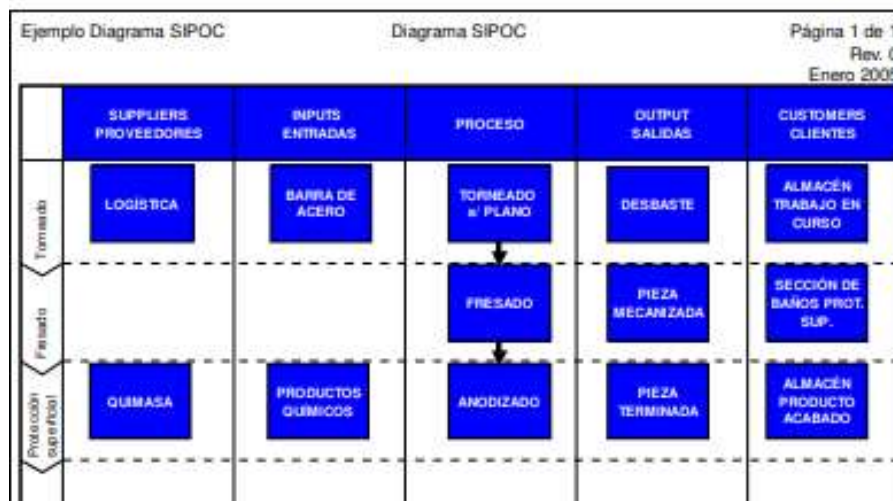
Establecer quienes son los proveedores de los materiales o servicios externos que se reciben en cada fase. Se indican en la columna “Proveedores”.

Establecer qué es lo que se entrega al final de cada fase. Se indican en la columna “Salidas”.

Establecer quien es el que recibe la salida de cada fase. Se indican en la columna “Clientes”.

En general debe mantenerse este diagrama tan simple como sea posible igual al ejemplo en la imagen 9. Al menos en su versión inicial, de manera que se puede ir completando en la medida que se considere necesario (Rojas, 2009).

Imagen 9 Diagrama SIPOC (Rojas, 2009).



3.6.1.2 Mapa de procesos de alto nivel.

La representación de alto nivel del proceso que involucra las interacciones entre proveedor, entradas, procesos, salidas y clientes (SIPOC), se muestra el estado futuro de los procesos con el fin de mostrar áreas donde se deben mejorar los mismos, así como un diagrama que muestra el proceso de fabricación desde la llegada de la materia prima, hasta el producto terminado teniendo en cuenta factores que puedan afectar a la elaboración del producto y sus medidas de acción en caso de que estas se presenten, para ello se deben seguir las directrices vistas en la imagen 10.

Imagen 10 Gestión del Diagrama de Procesos (Hernández, 2018).



3.6.2 Medir:

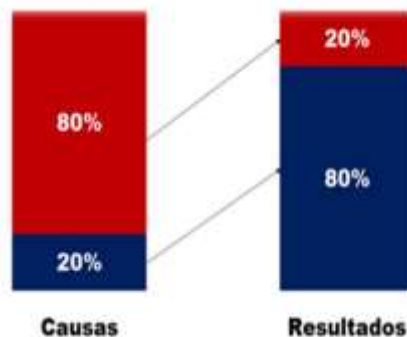
Esta etapa fundamentalmente se utiliza para calcular el desempeño o comportamiento actual del proceso a mejorar, de esta manera tendremos una visión de referencia sobre lo que hay que mejorar, al mismo tiempo, está basado en el análisis de la etapa anterior y se determinan las causas potenciales que ocasionan

los problemas, y se corrigen las fuentes o factores de variación para su correcta medición (Vega S., 2021).

3.6.2.1 Gráfico de Pareto

Es un gráfico de barras que enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha, el cual puede ser utilizado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planear una mejora continua. Es decir, es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas como se muestra en la imagen 11, después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades (Gómez, J., 2007).

Imagen 11 Aplicación de la Ley de Pareto (Espinoza A. et., 2021).



3.6.2.2 AMEF de diseño

El DFMEA (Design Failure Mode Effects Analysis, de la lengua inglesa) es aquel que interviene en el proceso del diseño del producto para la reducción de riesgos de fallas en su funcionamiento. Su objetivo es descubrir problemas en el diseño del producto que resultaran en riesgos de seguridad, mal funcionamiento o corta vida del producto (Saul, G., 2016).

3.6.3 Analizar:

Una vez identificadas y ajustadas las fuentes de variación determinadas en la etapa anterior, se identifican las variables de los datos necesarios, para ser analizados de manera comparativa, así sabremos si en verdad hubo mejoras o no. En esta etapa es necesario usar herramientas de calidad analíticas y estadísticas para obtener un alto nivel de análisis de las medidas que proyecten resultados significativos (Vega S., 2021).

3.6.3.1 Pruebas de Hipótesis

Su premisa principal es evaluar la probabilidad vinculada a la conjetura nula (H_0) de que no hay impacto o diferencia. El valor de p que se ha obtenido refleja la posibilidad de negar la Hipótesis nula siendo esta verdadera o falsa, según sea el caso, determinando así, si hay impacto o diferencia, la Hipótesis nula, puede ser aceptada o rechazada.

3.6.4 Implementar:

En esta etapa se diseñan las posibles soluciones que permitirán eliminar o minimizar los problemas, prácticamente se implementan diversas opciones de mejora, las cuales son puestas a prueba, y finalmente son validadas. Para ello se emplean diversas herramientas como Diagramas de flujo, diseños de pruebas de errores, detalle de protocolos o experimentos (Vega S., 2021).

3.6.4.1 DOE

La realización de una investigación a través del Diseño De Experimentos tiene como objetivo determinar la distribución de experimentos que conviene usar para poder hacer un mejor estudio de las variables al mismo tiempo determinado la

influencia de cada una sobre el resultado que se desea investigar, conocida también como función objetivo (Villa, 2013).

3.6.5 Controlar:

Esta última etapa se utiliza para elaborar el diseño del sistema del proceso ya mejorado, se verifican las hipótesis planteadas anteriormente y se estudian los errores ocurridos en el transcurso de la implementación. Su finalidad es que los nuevos procesos planteados tengan un alcance sobre todos los colaboradores de la empresa, para lo cual se debe documentar los métodos aplicados y hacer que formen parte de las políticas internas. Finalmente, se establecen los controles y los métodos de monitoreo para asegurar que los cambios propuestos sean implementados óptimamente y se mantengan en el tiempo (Vega S., 2021).

3.6.5.1 Gráfico de Control

Es un diagrama, que nos apoya de manera visual a examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición (Rojas A. , 2006).

3.6.5.2 Análisis de Capacidad del Proceso

Los niveles de mejora del Six-Sigma, indican el porcentaje de error de un proceso, estos procesos son evaluados en base a los criterios de sigma, es decir, 6 niveles diferentes, que van desde 1σ al nivel 6σ , estos criterios están evaluados y estandarizados internacionalmente y se pueden modificar de acuerdo con las especificaciones y requisitos del cliente cada uno de los niveles de seis-sigma van desde 68.27 % (nivel 1) hasta 99.999943% (nivel 6). El área bajo la curva

comprende el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad (procesos de variación), donde están distribuidos los datos (López, 2001).

CAPITULO IV

4. Resultados

4.1 DEFINIR

4.1.1 Diagrama de procesos de Alto Nivel

A través del diagrama de proceso de alto nivel, tenemos una perspectiva más minuciosa sobre cada una de las partes del proceso tal y como se muestra en el diagrama 1, de esta manera podemos determinar en qué momento de este, existen retrasos o problemas en la obtención del producto terminado.

Una vez analizado el mapa de procesos, podemos determinar que existen posibles fallas, las cuales pueden influir de manera negativa en cuanto a la obtención del producto final, debido a que se está trabajando con alimentos, no se puede desestimar ninguna opción.

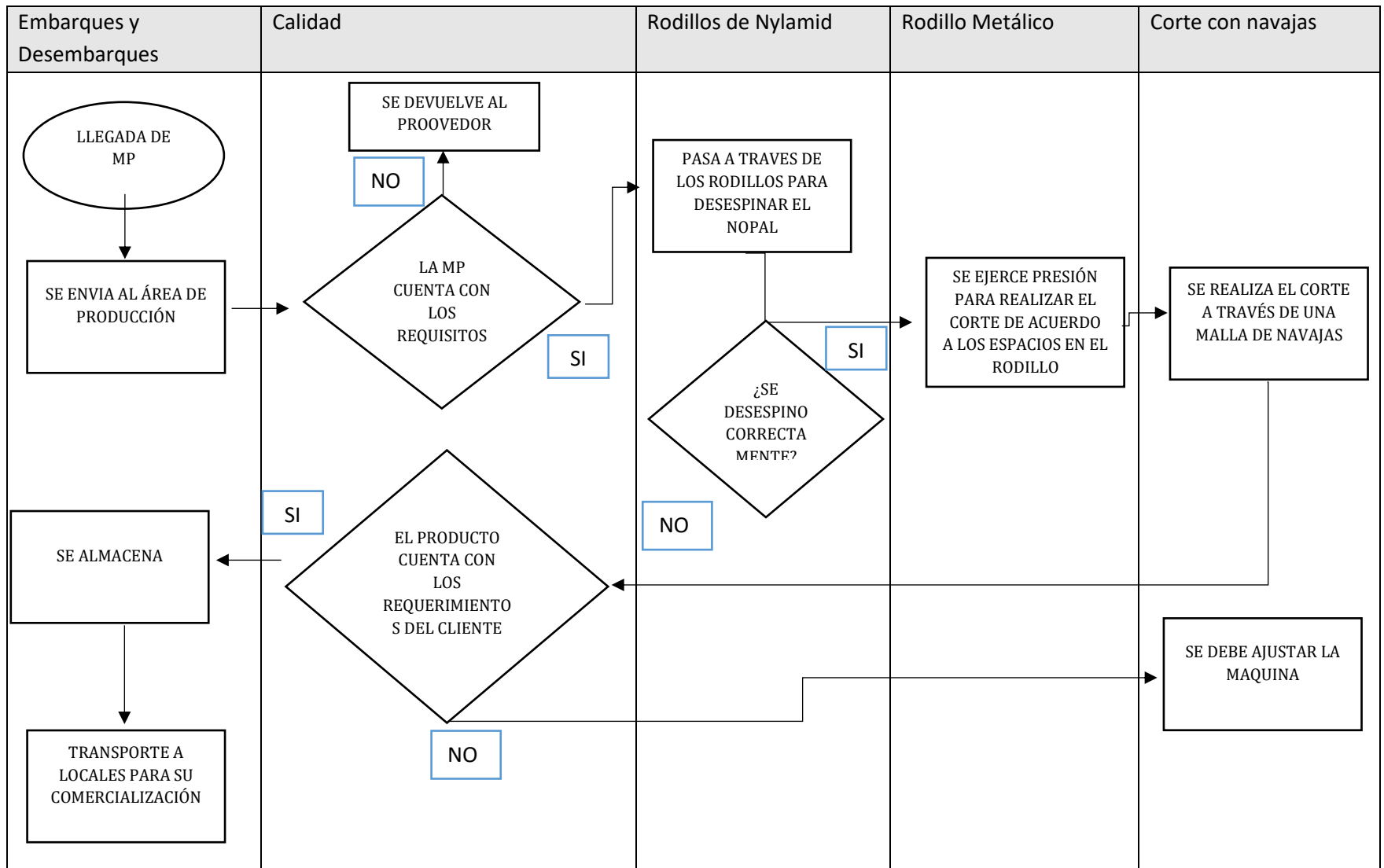


Diagrama 1 Diagrama de Procesos de Alto Nivel, en el proceso de la máquina.

4.1.2 SIPOC

Se utilizo con la intención de identificar a las partes interesadas dentro del proceso de desespinado, de esta manera se identificó con mayor facilidad lo que espera el cliente con la salida o producto que se está generando, así como las condiciones y/o requisitos que se necesitan para la entrada de materia prima, con la finalidad de asegurar que lo que se está generando sea lo requerido por el cliente, como se muestra en el diagrama 2.

Diagrama 2 Diagrama SIPOC para la identificación de las fases del proceso

S	I	P	O	C
-A-VERFRUT -EXKAL -GCAB COMPANY, S.A. DE C.V.	-RODILLOS DE NYLAMID -RODILLOS METALICOS - NAVAJAS, MAYA DE NAVAJAS -TOLVA DE ACERO INOXIDABLE -NOPAL	-Llega la Materia al almacén -Se envía a producción -Pasa por la desespinaadora -Se prepara para cortar -Se realiza el corte -Pasa por calidad para determinar si cumple los requisitos del cliente -Es empaquetado -Se distribuye para su comercialización	- NOPAL DESESPINADO Y CORTADO	-QUMINET -NOPAL REAL -QUESKISPAS

4.2 MEDIR

4.2.1 Diagrama de Pareto

Se pueden observar los porcentajes totales de acuerdo con las características que tiene el proceso y de acuerdo a estos resultados se pudo identificar que se tiene una pésima confiabilidad sobre el proceso de la máquina, así que, deben hacerse ajustes, debido a que su porcentaje más alto obtenido es de 68% de limpieza en el nopal como se puede ver en el diagrama 3.

Diagrama 3 Diagrama de Pareto de la efectividad actual de la maquina (autoría propia).



4.1.4 AMEF de Diseño

En el AMEF se revisaron las partes que más influyen dentro del proceso y como se puede observar en la tabla 4, se determinaron diferentes ponderaciones, las cuales fueron definidas de acuerdo con el impacto que pueden tener en cuanto a su ocurrencia, severidad y detección de los posibles modos de falla.

Se observa que el desespinado es la parte en donde más problemas se tiene, por lo tanto, se recomienda comenzar solucionando ese problema y posteriormente ir solucionando los que tengan una ponderación más alta.

Tabla 4 AMEF de diseño, priorización de los problemas, para su solución.

PIEZA	FUNCION	FALLA	EFEECTO	SEVERIDAD	CAUSAS	OCURRENCIA	CONTROL	DETECCIÓN	R P N
RODILLOS DE NYLAMID	Desespinar las caras del nopal	No están ajustados a la distancia y la posición adecuadas	El nopal no es desespinado de manera correcta	9	El diseño de la maquina está mal realizado	5	A través de un software de diseño	1	45
RODILLO DE ACERO	Corte del nopal	No es ejerce la suficiente presión	El nopal no se corta	8	Esta mal ajustada la maquina	1	Ajuste mecánico	2	16
TOLVA	Sirve como guía para que el nopal pase al siguiente proceso	No embona el corte con el desespinado	No puede pasar al siguiente proceso	8	Esta chueca o mal acomodada	3	Visual	1	24
REJILLA	Base para realizar el corte del nopal.	No está en contacto con el rodillo	Los cortes no se realizan	9	El espacio es demasiado grande	2	Ajuste mecánico	2	36
CUT	Estructura de corte la cual da soporte a los elementos	No tiene la resistencia para las demás piezas	La máquina no podría realizar ningún proceso	10	El material no es el adecuado	1	Visual	3	30
CAJA	Sirve como guía para cortar el tallo del nopal y cuenta con una cuchilla interior que realiza el corte.	No tiene las dimensiones adecuadas	No se realizan los cortes de manera uniforme	9	Esta mal diseñada la caja	1	A través de un software de diseño	2	18

Tabla 5 Severidad del efecto de la falla en el AMEF.

Criterio	Severidad
Baja	1-2
Leve	3-4
Moderada	5-6
Alta Gravedad	7-8
Muy grave	9-10

En la siguiente tabla se muestran las ponderaciones dadas según la severidad que tiene el efecto de la falla descrito en el AMEF.

Tabla 6 Índice de ocurrencia de las causas que originan el fallo.

Criterio	Índice
Improbable	1-2
Poco probable	3-4
Probable	5-6
Alta probabilidad	7-8
Es casi un hecho	9-10

En la tabla se muestra el criterio y el índice para determinar con qué frecuencia ocurren las causas que generan los fallos descritos en el AMEF.

Tabla 7 Probabilidad de que los controles implementados detecten el fallo.

Criterio	Probabilidad
Improbable que no se detecte	1-2
Poco probable de no detectar	3-4
Probablemente	5-6
Alta probabilidad que no sea detectado	7-8
Es casi un hecho que no se detecta	9-10

En la siguiente tabla se muestra el criterio y probabilidad de que los controles de fallo detecten de manera oportuna la falla generada.

4.3 ANALIZAR

4.3.1 DOE

Para la realización del corte y desespinado del nopal, se realizaron diferentes pruebas las cuales pueden verse en la tabla 5, sobre dos diferentes tipos de proceso, con el fin de determinar cuál de los procesos es el óptimo para obtener un producto con la más alta calidad.

Tabla 8 Datos obtenidos del diseño de experimentos (autoría propia).

RunOrder	Entrada	Posición	% desespinado
1	Horizontal	Vertical	84
2	Vertical	Horizontal	65
3	Horizontal	Vertical	82
4	Vertical	Horizontal	67
5	Horizontal	Vertical	79
6	Horizontal	Horizontal	96
7	Horizontal	Vertical	81
8	Vertical	Horizontal	68
9	Horizontal	Vertical	83
10	Horizontal	Horizontal	98
11	Vertical	Vertical	60
12	Vertical	Vertical	63
13	Vertical	Horizontal	69
14	Vertical	Vertical	61
15	Horizontal	Horizontal	99
16	Vertical	Horizontal	67
17	Horizontal	Vertical	82
18	Vertical	Vertical	61
19	Vertical	Horizontal	66
20	Vertical	Vertical	60
21	Vertical	Vertical	62
22	Horizontal	Horizontal	94
23	Vertical	Horizontal	67
24	Horizontal	Horizontal	96
25	Vertical	Vertical	64
26	Vertical	Horizontal	67
27	Horizontal	Horizontal	92
28	Horizontal	Horizontal	95
29	Horizontal	Vertical	82
30	Vertical	Vertical	63

31	Horizontal	Vertical	81
32	Horizontal	Horizontal	97

Se determinaron como factores principales la orientación en la cual están colocados los rodillos y la entrada de la materia prima, teniendo como Hipotesis a comprobar que:

H0: La orientación de los rodillos y entrada de la materia prima no influyen en la obtención del producto terminado.

H1: Al menos uno de los dos factores influye en la producción.

Como puede observarse en la imagen 12, el valor de P en todos los casos es menor a $\alpha=0.05$, por lo cual, decimos que la Hipotesis nula es rechazada y se toma en cuenta que los factores si son determinantes en el proceso y la obtención del producto terminado.

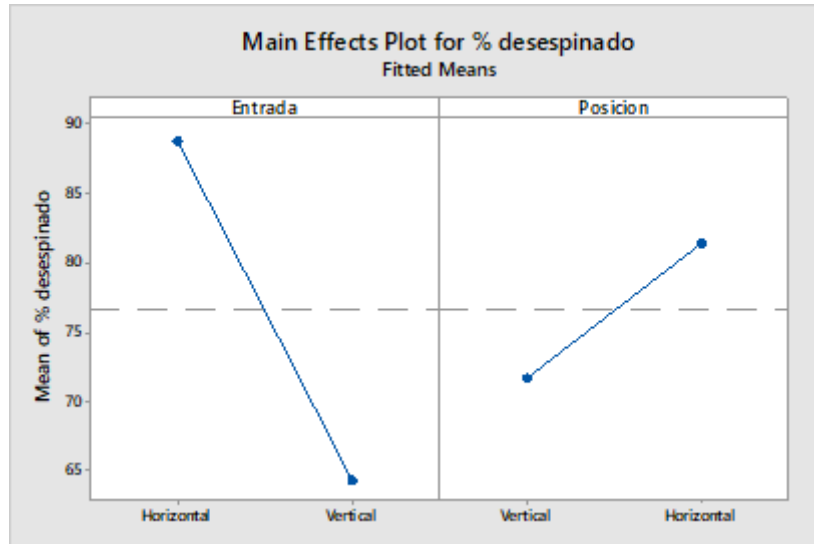
Imagen 12 Análisis de Varianza realizado en minitab (autoría propia).

Analysis of Variance

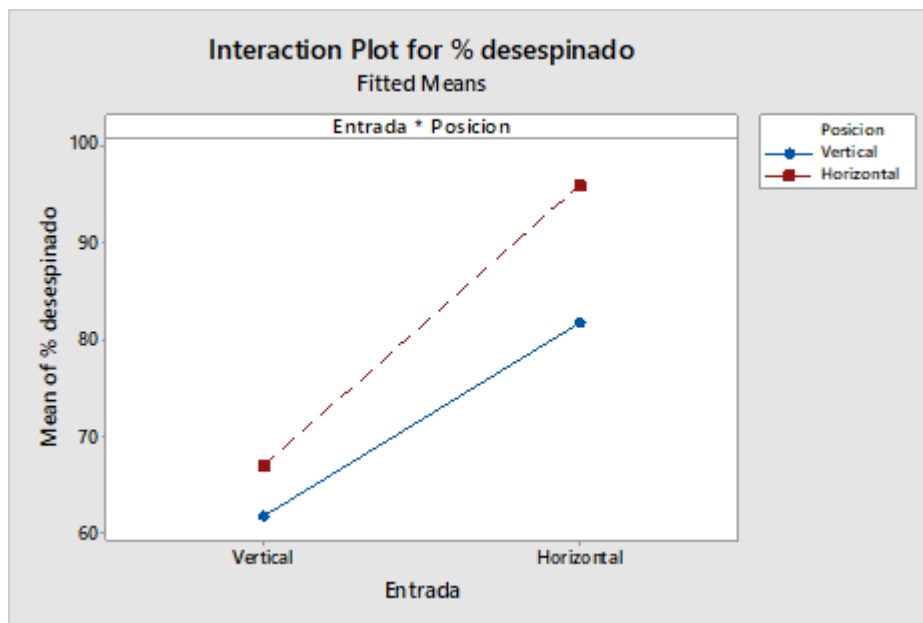
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	5685,84	1895,28	699,41	0,000
Linear	2	5528,31	2764,16	1020,05	0,000
Entrada	1	4777,53	4777,53	1763,04	0,000
Posicion	1	750,78	750,78	277,06	0,000
2-Way Interactions	1	157,53	157,53	58,13	0,000
Entrada*Posicion	1	157,53	157,53	58,13	0,000
Error	28	75,87	2,71		
Total	31	5761,72			

En la gráfica 1, la entrada horizontal de la materia prima supera una media del 80%, mientras que la vertical no supera el 65%. Por otro lado, la posición horizontal de los rodillos sobre pasa el 80%, mientras que la vertical no supera el 75%.

Gráfica 1 De efectos principales posición y proceso (Autoría propia).



Gráfica 2 Gráfica de interacción, para verificar la relación posición-entrada (autoría propia).



En el grafico 2 de interacciones, se puede observar cuales son las mejores combinaciones, debido a que, la posición y entrada vertical tienen menor porcentaje

de limpieza, lo recomendado es que la orientación en los rodillos sea horizontal y la entrada de la Materia prima sea de igual manera Horizontal, de esta forma se obtendrán los resultados óptimos.

4.3.2 Pruebas de hipótesis.

Se realizaron pruebas para determinar si influye el tipo de nopal utilizado influye en el proceso productivo, puede verse en la tabla 6, debido a que el desespinado sale incompleto, se desea saber si con un cambio en el tipo de la materia prima, mejorará el proceso.

H0: El tipo de nopal no influye en la obtención del proceso productivo.

H1: El tipo de nopal determina si el desespinado es bueno.

Tabla 9 Muestras para la prueba de hipótesis (autoría propia).

Proceso	Tipo de Nopal	% Completado
Corte	Criollo	95
Desespinado	Tapón	77
Corte	Criollo	93
Corte	Tapón	80
Desespinado	Criollo	99
Corte	Criollo	97
Corte	Criollo	96
Corte	Criollo	99
Desespinado	Criollo	94
Corte	Criollo	93
Desespinado	Tapón	78
Corte	Criollo	94
Desespinado	Tapón	88
Corte	Criollo	91
Desespinado	Criollo	92
Corte	Tapón	79
Desespinado	Tapón	81
Corte	Criollo	98
Desespinado	Criollo	97
Desespinado	Criollo	91
Desespinado	Criollo	96
Desespinado	Criollo	92

Corte	Tapón	82
Desespinado	Criollo	89
Desespinado	Tapón	84
Corte	Tapón	76
Corte	Tapón	81
Desespinado	Tapón	87
Desespinado	Criollo	98
Desespinado	Tapón	79
Corte	Tapón	78
Corte	Criollo	95
Corte	Tapón	84
Corte	Tapón	81
Corte	Tapón	86
Corte	Tapón	79
Desespinado	Tapón	88
Desespinado	Tapón	81
Desespinado	Tapón	85
Desespinado	Criollo	93

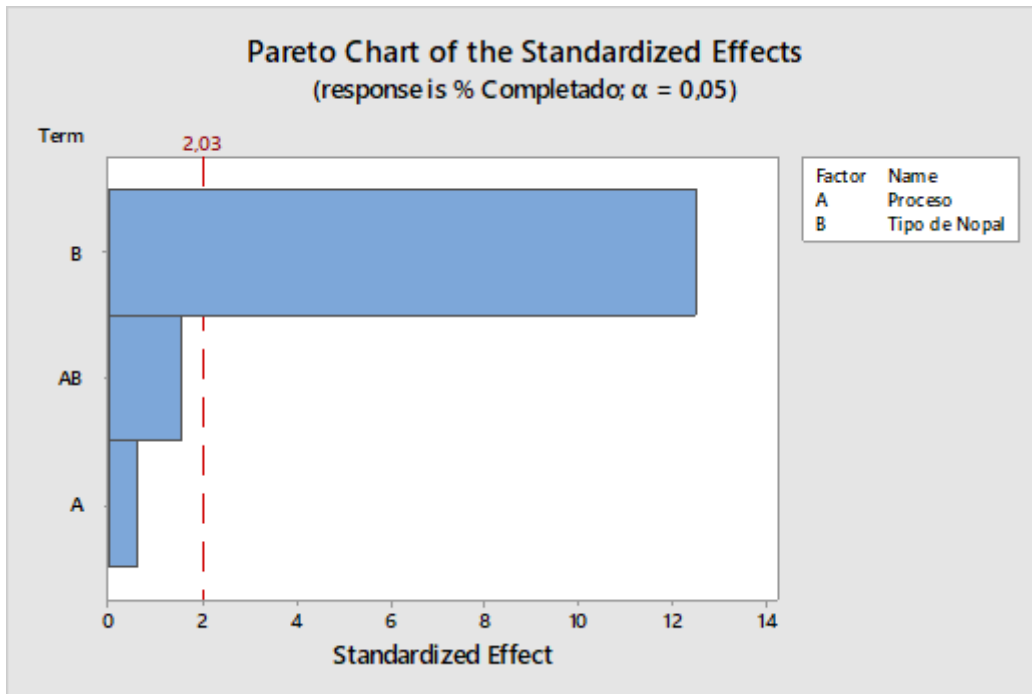
Imagen 13 Análisis de varianza sobre la interacción proceso-tipo de nopal (autoría propia).

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	1693,30	564,43	52,94	0,000
Linear	2	1667,70	833,85	78,21	0,000
Proceso	1	3,60	3,60	0,34	0,565
Tipo de Nopal	1	1664,10	1664,10	156,09	0,000
2-Way Interactions	1	25,60	25,60	2,40	0,130
Proceso*Tipo de Nopal	1	25,60	25,60	2,40	0,130
Error	36	383,80	10,66		
Total	39	2077,10			

Al obtener un valor de P menor a 0.05 en el tipo de nopal como se muestra en la imagen 13, concluimos que la Hipotesis nula se rechaza, lo que no dice que, el tipo de nopal dentro del proceso también es de gran impactó en la obtención del producto final.

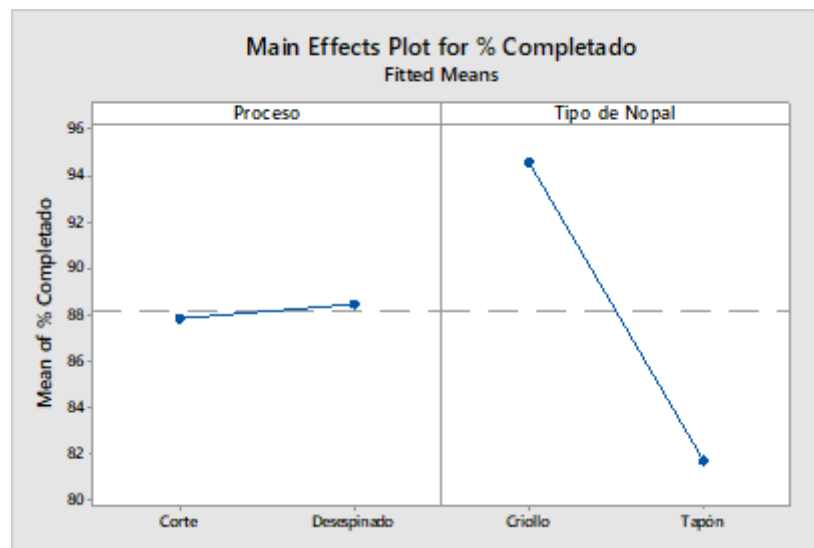
Gráfica 3 Gráfico de Pareto una vez estandarizados los efectos (autoría propia).



En la gráfica 3, pueden verse los efectos y el impacto que tienen de forma individual y en combinación, teniendo como resultado darle prioridad al tipo de nopal y posteriormente al tipo de proceso, para que en conjunto el resultado sea favorable y pueda tenerse un producto con la mejor calidad posible.

Por otro lado, en el gráfico 4, tenemos que el proceso de corte y desespinado han subido exponencialmente después de realizar los cambios y en la gráfica de diferencia de medias podemos ver cuáles son las medias de cada proceso y las medias del producto obtenido de acuerdo con el tipo de nopal que se utilice, se logra aumentar el desespinado a una media mayor al 94%, lo cual es sumamente importante recalcar, ya que aumento más de 20% la calidad del producto terminado.

Gráfica 4 Gráfica de efectos posterior a la implementación de la metodología (autoría propia).

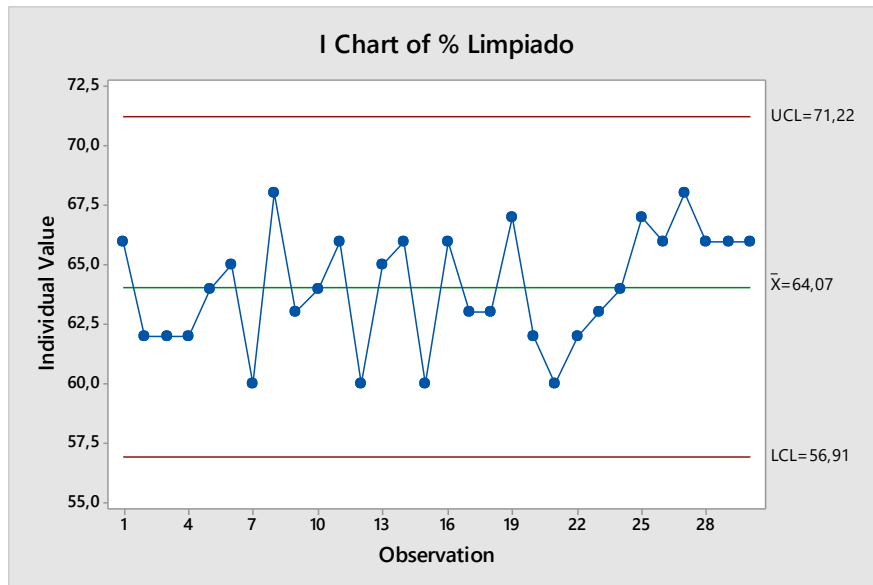


4.4 CONTROLAR

4.4.1 Gráfico de Control

Para el gráfico de control, se tomaron los primeros resultados de 30 muestras, los cuales van dentro de los límites establecidos, no obstante, el hecho de que estén dentro de esos límites nos da a entender que la capacidad del proceso es muy baja, ya que, como se muestra en la gráfica 5, en ningún momento se puede rebasar el 70% en el desespinado del nopal.

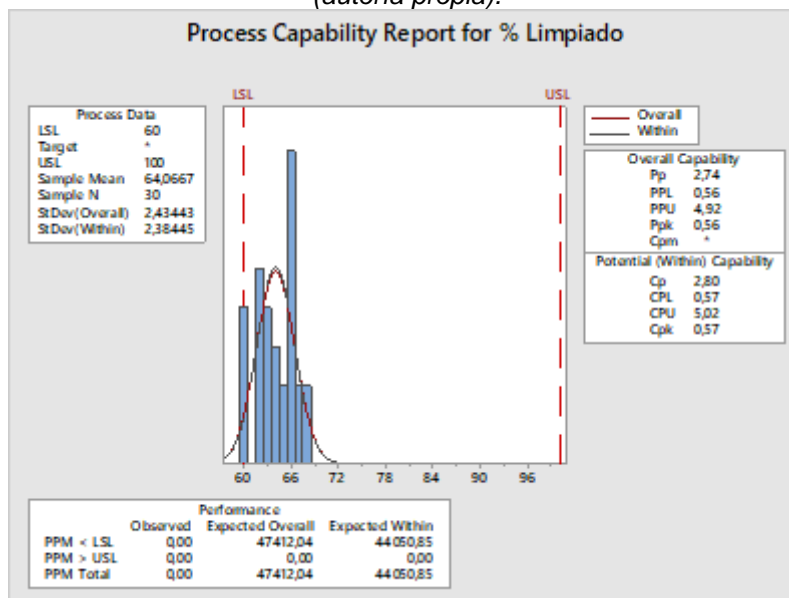
Gráfica 5 Gráfico de control antes de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).



4.4.2 Análisis de Capacidad del Proceso

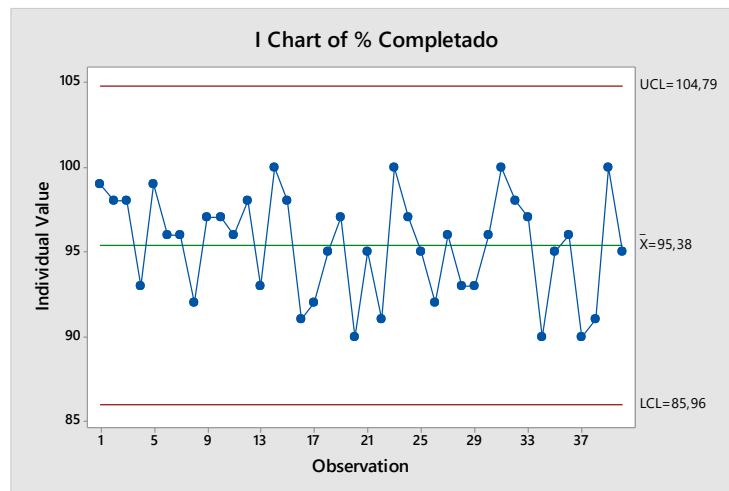
En la gráfica 6, se puede observar un CPK de 0.57, eso quiere decir que apenas rebasa 1 sigma y nos dice que el proceso es inadecuado y debe revisarse para su mejora.

Gráfica 6 Gráfico de Capacidad del proceso antes de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).



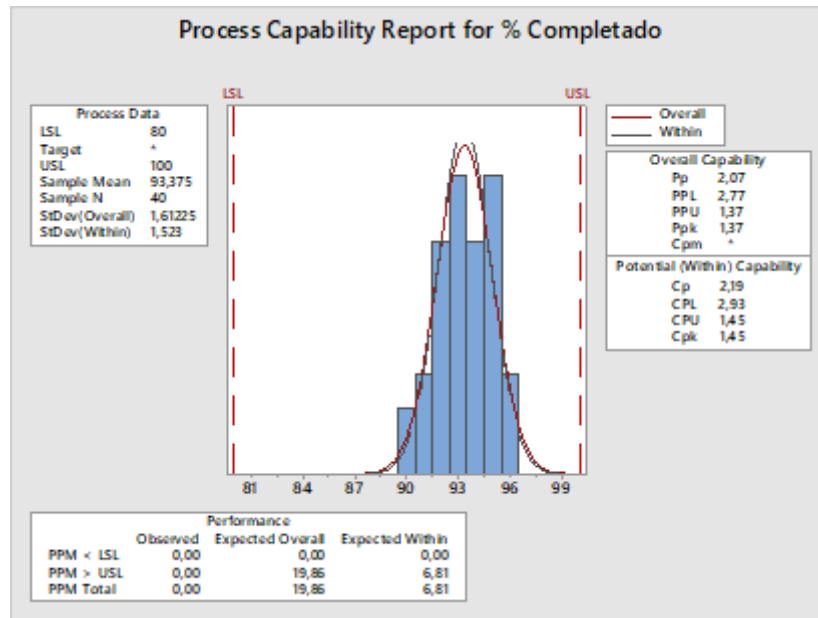
En el gráfico 7, gráfica de control, se puede ver que el proceso está bajo control, ya que, en ningún momento se supera el límite inferior establecido y a través de la media podemos verificar que aumento exponencialmente la calidad del producto terminado.

Gráfica 7 Gráfico de control después de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).



Por otro lado, en el gráfico 8 se observa que la capacidad de proceso mejoro en gran parte, ya que, de solo tener 1 sigma, subió al tener un CPK de 1.44 ahora su nivel de sigma es 4 esto quiere decir que nuestro proceso está dentro de los parámetros y no solo eso, si no que: nuestra tasa de rechazo es de 64 piezas o partes por millón, aun así, se debe mejorar para lograr una excelencia y gran calidad.

Gráfica 8 Gráfico de Capacidad de del proceso después de la implementación de la metodología DMAIC (autoría propia).



4.5 Reducción de tiempos

Tabla 10 Tabla comparativa de producción del nopal

Corrida	Nopales por hora Antes	Nopales por hora Después	Diferencia en Porcentaje
1	350	1120	320%
2	345	1094	317%
3	357	1048	294%
4	306	1160	379%
5	331	1086	328%
Total	1689	5508	326%
Promedio	337.8	1102	328%

Se realizó un muestreo en diferentes días, en los cuales se dispuso de la máquina durante una hora, debido a que según los comerciantes es el tiempo que le dedican a desespinar y cortar los nopales para su venta teniendo como referencia que una persona puede pelar y cortar como máximo 80 nopales por hora, con la implementación de la máquina estamos aumentando en un 421% la producción, no obstante el rendimiento de

la maquina estaba siendo muy inferior al deseado, una vez implementadas las modificaciones y con el análisis adecuado, se volvió a disponer de la máquina, teniendo como resultado una mejora del 328% a lo ya mejorado, quiere decir que después de la implementación de la maquina hay una mejora equivalente al 1375% en comparación a los nopales pelados a mano por hora.

4.6 Manual De Calidad

Este manual puede verse como una fuente de información, que contiene las instrucciones sobre como ejecutar los procedimientos y actividades para lograr que el SGC funcione de manera correcta, nos da pauta al seguimiento de objetivos, políticas y funciones, no se debe dejar nada a la interpretación, esto con el fin de evitar malos entendidos, se debe asegurar que el manual este redactado con coherencia para especificar cada paso a realizarse, del mismo modo, se deberá delegar la responsabilidad a un encargado, el cual tendrá como función coordinar y asegurar que el SGC sea efectivo, ya que, al existir instrucciones por escrito, el seguimiento se debe tener un seguimiento riguroso y controlado.

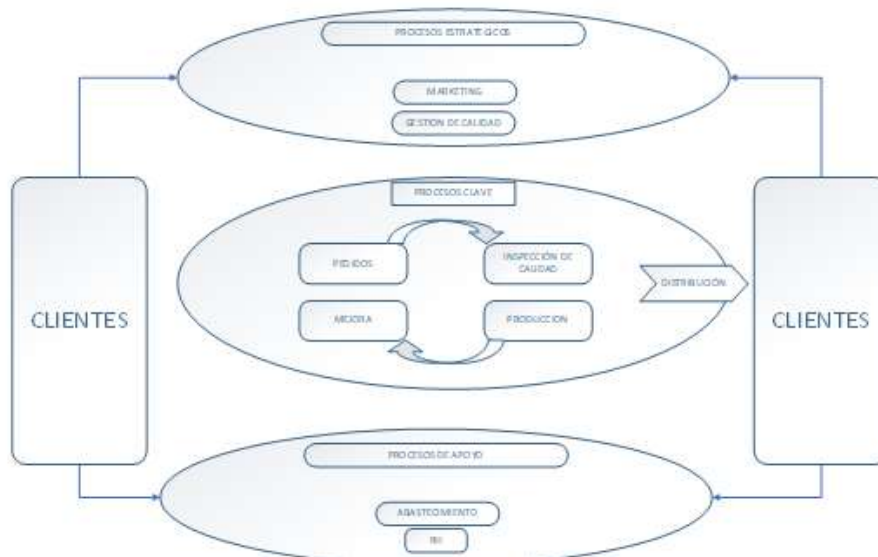
El manual de calidad consta de diversos puntos aplicables de la norma ISO 9001:2015, cabe destacar que solo los más adecuados han sido utilizados.

Objetivo del Manual

Dar a conocer las directrices a seguir, para consolidar un Sistema de Gestión de Calidad que sea eficaz y cumpla con los requisitos que solicita la norma ISO 9001:2015, se pretende alcanzar un ciclo de mejora continua el cual comienza donde inicia, esto con el fin de que la maquina ofrezca productos de manera óptima para poder cubrir la

necesidad de los clientes y se mantenga la calidad del producto e incluso supere las expectativas.

Imagen 14 Secuencia de ciclo de mejora continua (Diacein, 2018).



El ciclo de mejora mostrado en la imagen 14, está descrito en todo el proceso, teniendo siempre en cuenta que la satisfacción del cliente es lo primero, al ser un ciclo, empieza en donde termina, de esta forma se determina si se están cubriendo todas las necesidades del cliente, de manera que se pueda seguir mejorando.

Imagen 15 Control de documentos (autoría propia).

Control de Documentos

Para el control de la documentación, se deben contemplar los siguientes datos:

- o Identificación.
- o Actualización.
- o Distribución
- o Revisión y aprobación de documentos.
- o Registro y archivo.
- o Documentos obsoletos.

Como se muestra en la imagen 15, el control de documentos se hace con el fin de tener la disponibilidad de estos mismos, al mismo tiempo resguardarlos, preservarlos y en su caso desechar los que ya no estén vigentes o no sean aplicables.

Imagen 16 Responsabilidad de la Dirección (autoría propia).

Compromiso de la Dirección

El compromiso de la dirección debe ser protagonista, debido a que, es fundamental establecer la política de calidad, buscando, aprobando y delimitando los objetivos de acuerdo a la planificación de la empresa, objetivos, misión, visión, etc. Con el fin de mejorar y cubrir los requisitos del cliente.

Esto solo se puede lograr si se tiene como propósito la mejora continua, esto se da a través de un análisis constante de todas las partes interesadas, ya que, se debe revisar que la política de calidad sea cumplida con todo lo que conlleva esta misma:

- Asignación de los recursos necesarios (Humanos y Económicos).
- Auditorias.
- Seguimiento.

Se realiza un seguimiento para determinar el compromiso en todos los niveles de la producción, en este caso va desde el operario, hasta el dueño o propietario, de manera que se cumpla lo estipulado en el manual vease en la imagen 16, para que se cumpla con la calidad deseada.

Imagen 17 Revisión de la documentación (autoría propia).

Información para la revisión

Para tener un control sobre lo sucedido a lo largo del tiempo, el representante de la dirección debe realizar un informe mensual que especifique lo siguiente:

- o Resultados de auditorías internas de calidad.
- o Retroalimentación del cliente en donde se prestan los servicios de alimentación.
- o Estado de las acciones correctivas y preventivas.
- o Acciones de seguimiento de revisiones anteriores.
- o Recomendaciones de mejora.

A través de la revisión de documentos descrita en la imagen 17, se busca que estos, estén vigentes, sean coherentes y al mismo tiempo, puedan detectarse las oportunidades de mejora, para continuar estandarizando el proceso, hasta lograr una satisfacción global.

Imagen 18 Resultados de la revisión (autoría propia).

Resultados de la revisión

Dependiendo de los resultados obtenidos en las revisiones, se deben determinar las acciones de mejora en cuanto al SGC, contemplando la gestión de recursos y la calidad del producto, esto servirá para establecer un plan de acción documentado, que será revisado mensualmente.

Una vez obtenidos los resultados, se deberán considerar los hallazgos que se encuentren con el fin de corregir y actualizar el manual periódicamente se debe seguir el procedimiento tal y como está planteado en la imagen 18.

Imagen 19 Planificación de la realización del producto (autoría propia).

Para que el producto sea desarrollado, se debe realizar en base a los conceptos definidos en la "Planificación del Sistema de Gestión de Calidad" del presente Manual de Calidad, y debe facilitar la determinación de:

- Los objetivos de calidad y los requisitos del producto.
- Las actividades de verificación, validación, seguimiento y medición, específicas para los proyectos y productos, y los criterios para su aceptación.
- Los registros necesarios que evidencien que tanto los procesos como los productos o la distribución cumplen con los requisitos establecidos.

Para que se pueda planificar correctamente el desarrollo del producto como se muestra en la imagen 19, se deben tomar en cuenta los objetivos y que las actividades realizadas sean las necesarias para que se cumpla con la calidad necesaria y los requerimientos del cliente.

Imagen 20 *Procesos relacionados con el cliente (autoría propia).*

Determinación de los requisitos relacionados con el producto

Se pretende establecer la sistemática a seguir, esta debe permitir, determinar de una manera clara y sin ambigüedades:

- Los requisitos especificados por el cliente.
- Los requisitos no especificados por el cliente.
- Los requisitos reglamentarios del producto.
- Cualquier otro requisito que se considere adecuado.
- Cuando los requisitos del producto cambien, se comunicar los cambios al personal indicado, para que estos se encarguen de corregir los documentos correspondientes.

En la imagen 20 dice que se deben considerar todos los factores que sean determinantes en la calidad del producto, debido a que se trata de una máquina de giro alimenticio, se debe tener un control riguroso en cuanto a las especificaciones requeridas.

Imagen 21 *Preservación del producto (autoría propia).*

Preservación del producto

Las actividades relacionadas con el tratamiento de materiales y productos durante el proceso, deberán incluir una descripción sobre:

- Utilización de los métodos adecuados de manipulación durante el proceso.
- Mantenimiento de los requisitos de Calidad de los materiales.
- Asegurar la integridad de los materiales durante el proceso, para garantizar la inocuidad del producto hasta su entrega al cliente.

Se debe asegurar la integridad del producto hasta su entrega con el cliente, para ello se deben implementar métodos y actividades para la manipulación y mantenimiento de este, tal y como se describe en la imagen 21.

Imagen 22 Seguimiento y medición (autoría propia).

Satisfacción del cliente

Se deberán utilizar cuestionarios y encuestas enfocados al cliente, en el cual se pueda percibir su opinión sobre el producto, a la par se contemplarán las sugerencias y quejas, con el objetivo de detectar oportunidades de mejora, estos datos serán resguardados y utilizados para la revisión del SGC

Se debe tener en cuenta la voz del cliente (VOC), considerarla como el estándar principal para la fabricación del producto y darle seguimiento, antes durante y después de la entrega tal y como se muestra en la imagen 22, para garantizar que se cumplan los requisitos demandados.

Imagen 23 Auditorías internas (autoría propia).

Auditoría interna

Los objetivos de las auditorías internas, deben contemplar lo siguiente:

- Selección y calificación de los auditores.
- Asegurar la independencia de los auditores de las áreas a auditar.
- Comunicación con los auditados.
- Planificación de la auditoría.
- Ejecución de la auditoría.
- Informe de la auditoría.
- Seguimiento de acciones correctoras derivadas.

Estas auditorías tienen como objetivo: Verificar que el SGC y las actividades planeadas se sigan como queda estipulado en la ISO 9001:2015.

Las auditorías se realizan con el fin de verificar que las actividades y procedimientos descritos en el SGC, se estén cumpliendo como están descritas en la

imagen 23, en caso de que no, se deberán clasificar como no conformidades, pueden ser mayores o menores o en su caso encontrar oportunidades de mejora.

Una vez realizada la auditoria se debe dar seguimiento a las no conformidades y realizar acciones correctivas para su eliminación, posteriormente se documenta para evitar que vuelva a suceder y continuar teniendo un SGC conforme y funcional.

Imagen 24 Acciones preventivas (autoría propia).

Control de producto no conforme

- Control de las no conformidades.
- Tratamiento de las no conformidades: Rechazos al proveedor, internos y del cliente.
- Recepción de la reclamación.
- Análisis de la reclamación.
- Adopción de medidas correctoras y/o preventivas.
- Contestación al Cliente.

El producto no conforme debe ser separado y segregado de acuerdo con el defecto que se haya detectado, debe cumplirse como se describe en la imagen 24, la prioridad deberá ser que el producto no conforme no llegue a las manos del cliente, no obstante, en caso de suceder deberá hacerse un seguimiento y resolver el problema de forma inmediata.

Imagen 25 Mejora continúa enfocada en la satisfacción del cliente (autoría propia).

Acciones correctivas

Se propone un modo operativo, el cual busca realizar actividades dirigidas a prevenir las causas de fallo y eliminarlas.

La acción tomada para la eliminación de la causa de fallo detectada, se deberá tomar para que no vuelva a producirse.

Se deben tomar acciones correctivas, tal y como se describe en la imagen 25, para garantizar la no ocurrencia de fallos, deberá detectarse la causa y posteriormente determinar cuál es la acción más eficaz y coherente para resolver el problema, dicha acción debe ser reportada, evaluada y documentada, para poder estandarizarla dentro del SGC.

CAPITULO V

5.1 Conclusiones.

En la implementación de un Manual de Calidad, se ve descrito un Sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO:9001 2015, el cual busca estandarizar los procesos dentro de una organización, en este caso se adaptó al proceso de una máquina, la cual a través de la metodología DMAIC, se vio afectada de manera positiva, ya que, mejoro exponencialmente la calidad del producto, teniendo como base los principios de un SGC, aunque para ello se deben seguir los pasos al pie de la letra, tanto de la metodología como del SGC, sin importar si es a gran escala o no el proyecto, como consecuencia de ello, se obtuvieron los resultados deseados o incluso algunos mejores.

No obstante, la metodología DMAIC fue de suma importancia, debido a que, se obtuvo una media de reducción en tiempo del 33%, teniendo en cuenta que anteriormente se sacaba una producción promedio de 20 nopales cada 3 minutos, teniendo como promedio de 300 a 400 nopales por hora, contando ya los reprocesos, después de las modificaciones se obtuvo que, en un minuto salen en promedio esos mismos 20 nopales, teniendo como resultado una producción de 1000 a 1200 nopales por hora. Por otro lado, podemos ver el impacto que tuvo en otros rubros como el área de investigación, dando apertura a la generación de un documento con información más específica sobre como implementar un manual a partir de DMAIC, dentro de la misma ingeniería, dando hincapié a las materias utilizadas y sobre las cuales se debería dar un mayor enfoque como lo es Six Sigma, Manufactura esbelta, Estadística, investigación de operaciones, taller de investigación, administración de las operaciones, entre otras.

Se pueden obtener los resultados esperados, si se aplica la metodología correcta e implementan las herramientas adecuadas, a través de lo ya visto a lo largo de este proyecto, podemos decir que, Six Sigma es fundamental en cuanto a la mejorara de la calidad de los productos y procesos, al mismo tiempo que busca la satisfacción del cliente, las ventajas de utilizarla en sus diferentes fases, fue la obtención de resultados mucho mejor de los esperados y se llegó a la conclusión que, se puede obtener un ciclo de mejora continua, para seguir mejorando lo que ya se ha hecho, la mejora está en todos lados y aplicando los conocimientos adecuados, podemos llegar a ella e ir más allá.

5.2 Referencias

- Caballero, M. C., Santos, L. S., Hernández, I. L., José, A. J., Bernabé, J. L. M., Martínez, C. I. C., & Méndez. (2008), R. F. G. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE MOLINO PARA NOPAL.
- Cantero Medina, M. (2015). Diseño de mecanismo para una máquina cortadora de nopal.
- Carrasco Carrasco, J. G. (2022). *Diseño y construcción de prototipo de una máquina cortadora de papaya, melón y sandía para la elaboración de ensalada de frutas* (Bachelor's thesis).
- Castaño Morales, S. (2018). *Propuesta de implementación de la metodología DMAIC en el sistema de producción de la cerveza artesanal Porter* (Doctoral dissertation, Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas. Región Xalapa.).
- Espinoza Martillo, C. A., & Torres Montufar, W. D. (2021). *Aplicación de la Ley de Pareto como estrategia de mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un pavimento flexible* (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2021.).
- Garza Ríos, R. C., González Sánchez, C. N., Rodríguez González, E. L., & Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 19-35.
- Gómez, J. I. (2007). *Ley de Pareto: 80/20*. Madrid: Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas.
- Hernández Giraldo, M. (2018). *Práctica Empresarial en. Elaboración de Mapa de Procesos*.
- Hernández, C. (2018). *Manual. Planificación del Marketing de servicios. Especialidades formativas*. Editorial CEP SL Madrid, España.
- Hoyer, R. W., & Hoyer, B. (2001). ¿ Qué es calidad. *Revista Quality Progress*, 34(2).
- López Jibaja, L. F., & Vintimilla Espinosa, B. S. (2019). *Diseño y construcción de una máquina cortadora de manzanas, plátanos, piña y papaya con dimensiones de 40 cm. x 40 cm. x 150 cm. para la empresa el Salinerito* (Bachelor's thesis).
- López, G. (2001). Metodología six-sigma: calidad industrial. *Artículo consultado en EBSCO, Baja California, México, Investigador del instituto de Ingeniería, UABC*.
- LUNA MANCINAS, G. U. A. D. A. L. U. P. E. (2014). *Aplicación de la metodología seis sigma para mejorar el proceso de acondicionamiento del grano de trigo* (Master's thesis, LUNA MANCINAS, GUADALUPE).

Nina Flores, L. A. (2018). *Diseño y construcción de un prototipo de máquina rebanadora automatizada para plátanos* (Doctoral dissertation).

Rafael, U., & FITZ-RODRÍGUEZ, E. (2017). Diseño y construcción de una desespinaadora mecánica de nopal. *Modelos matemáticos*, 47.

Rojas, A. R. F. (2006). Control estadístico de procesos. *Universidad Pontificia, Madrid*.

Rojas, A. R. F. (2009). Herramientas de calidad. *Universidad Pontificia Comillas, Madrid*.

SAUL, G. M. J. (2016) ANÁLISIS DE EFECTO Y MODO DE FALLA DEL DISEÑO (DFMEA).

Vega Soto, S. C. (2021). Metodología DMAIC y optimización de la gestión de calidad en la línea de cítricos de la empresa procesadora Torre Blanca SA, Huaral, 2018.

Vila Lazo, Y. F. (2013). Pruebas de flotación a nivel experimental con reactivos colectores para sustituir al aerophine 3406 en la empresa minera Doe Run Perú-Cobriza.

ANEXOS

Anexo 1 Consideración de la actualización más reciente de la Norma ISO 9001:2015.



Anexo 2 Requisitos del SGC



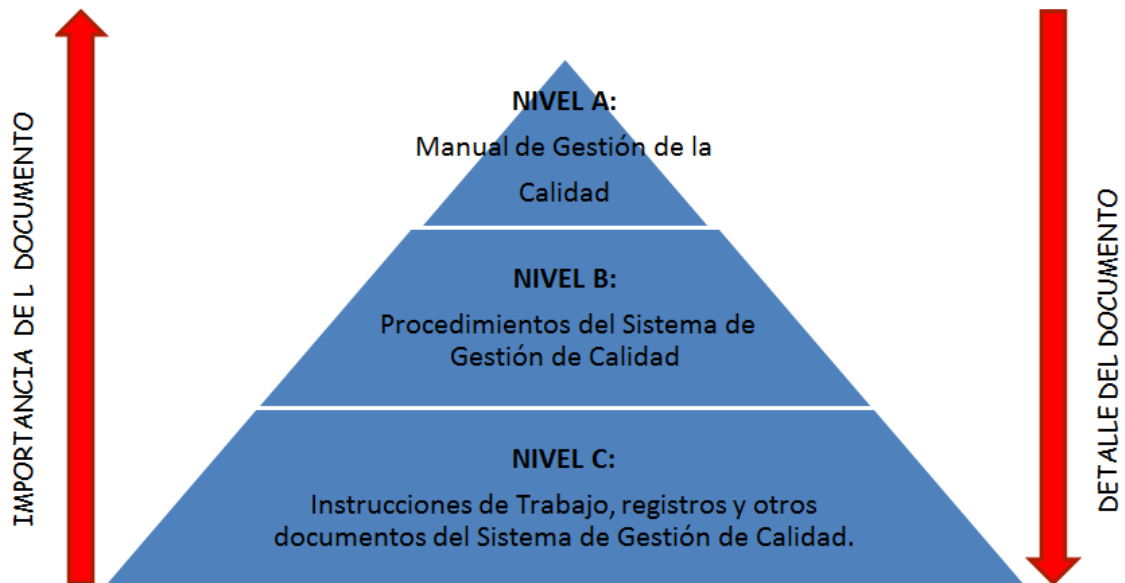
Anexo 3 Revista sobre procesos industriales e implementación de un SGC.



Anexo 4 Directrices para auditar la norma ISO 9001:2015.



Anexo 5 Niveles en el SGC.



Anexo 6 Actualización para auditar el SGC, a través de la ISO 19011.



Actualización
de la Norma
ISO 19011 -
Auditoría
Interna



Auditorías de
Sistemas de Gestión

TEST
MANUAL DE CALIDAD
DOCUMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
CALIDAD PARA UNA MAQUINA DESESPINADORA DE
TIANGUISTENCO
NOPAL

