



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE LA VARIABILIDAD EN LA LÍNEA INDUSTRIAL DE
UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE PULPAS DE FRUTA.”

Autora

María Camila Monge Viteri

Año
2017



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE LA VARIABILIDAD EN LA LÍNEA INDUSTRIAL DE
UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE PULPAS DE FRUTA.”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniera en Producción Industrial

Profesor Guía

MBA. Edison Rubén Chicaiza Salgado

Autora

María Camila Monge Viteri

Año

2017

DECLARACIÓN DE PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientado sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Edison Rubén Chicaiza Salgado

Master in Business Administration

CI: 171032903-6

DECLARACIÓN DE PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Anibal Andrés Cevallos Jaramillo

Master of Science Industrial Engineering

CI: 1705310280

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

María Camila Monge Viteri

CI: 1721705216

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por permitirme seguir adelante siempre, darme fuerzas mediante todas las personas que ha puesto en mi camino para impulsarme a llegar a mis metas. A mis padres, por llenarme de oportunidades en la vida y siempre apoyarme y ayudarme a seguir mis sueños, gracias a sus esfuerzos y sacrificios nunca me ha faltado nada. A la empresa que me abrió las puertas para realizar el proyecto y a mi compañero y guía que estuvo a mi lado durante todo el proceso.

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación lo dedico a mis padres porque gracias a ellos he podido hacer todo lo que me propongo, y son lo más importante para mí, gracias mamá y papá por siempre confiar en mí. A todas las personas que amo y forman una parte importante en mi vida. A Dios que es mi motor de vida; con El todo, sin El nada.

RESUMEN

El proyecto de titulación presente está basado en reducir la variabilidad de los procesos en la producción de la línea industrial de pulpa de maracuyá mediante la metodología *Seis Sigma* con el uso de la herramienta DMAIC que consiste en 5 etapas que definen sus iniciales: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar. Debido a que es un proyecto de titulación con un tiempo de finalización establecido de máximo 3 meses, solo se llegó hasta la tercera etapa que es el análisis y se propuso acciones de mejora identificadas según los problemas encontrados que causan variabilidad en el proceso en cuestión. En las tres etapas se realizó distintas actividades utilizando ciertas herramientas que facilitaron el estudio del proceso y requerimientos del cliente.

En la primera etapa de definición del problema, se hizo una identificación de los requerimientos del cliente mediante el uso del modelo Kano que ayudo a elaborar una entrevista con el cliente y sus miembros y así cuantificar los resultados de las encuestas realizadas. De esta manera, se pudo plantear los límites del proyecto e identificar en qué características de la pulpa había que enfocarse de manera directa para poder hacer un análisis.

En la segunda etapa de medición del proceso y las características críticas, se realizó un flujograma de procesos para entender la producción de la pulpa en su totalidad. También se usó un plan de muestreo que contiene un análisis organoléptico y un análisis físico- químico de las muestras y por último la validación del sistema de medición.

Finalmente, en la tercera etapa del análisis se escogió dos herramientas para encontrar las causas de la variabilidad en el proceso que fueron el diagrama de pescado de Ishikawa y el uso de histogramas. Gracias a los datos obtenidos tanto en el plan de muestreo como en los registros de producción, se pudo analizar la capacidad del proceso y encontrar donde está la variabilidad y proponer las acciones de mejora.

ABSTRACT

The following degree Project is based on reducing the processes variability in the passion fruit industrial line production by employing the Six Sigma methodology using the DMAIC tool which consists of 5 stages defined by its initials: Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. Due to the fact that the project has a deadline time of 3 months maximum, it is done only until the third part which is the analyze stage and it also has the proposal of certain identified improvement actions that are causing the variability in the studied process.

Each of the three stages has different activities that are led by certain tools that facilitated the study of the process and the client's requirements.

On the first stage, the problem definition, the client's requirements were identified by the use of the Kano Model that helped to elaborate an interview with the client and its crew members, this way the results of the surveys were quantified. The project limits were established and the pulp main characteristics in which the project had to focus directly were identified to proceed to do the proper analysis.

On the second stage, the measurement of the process and the main characteristics, the process flow chart helped to understand how the passion fruit production is entirely. Also, a sampling plan that contains an organoleptic testing and a physical and chemical analysis was used, as well as a validation process of the system applied.

Finally, on the third stage, the analyze part, two statistical tools were chosen to find the reasons that cause the variability on the process. These tools were the fishbone diagram and histograms. According to the data obtained on the sampling plan and the pulp production records, the study was able to analyze the process capability and find where the variability is occurring so the improvement actions can be proposed.

ÍNDICE

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	5
1.3. Alcance.....	7
1.4. Objetivos	7
2. CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL.....	8
2.1. Seis Sigma.....	8
2.1.1. Historia.....	8
2.1.2. Qué es Seis Sigma	9
2.1.3. Principios	11
2.1.4. Estrategias.....	14
2.2. Proceso DMAIC.....	15
2.2.1. Etapa 1: Definir.	17
2.2.2 Etapa 2: Medir.....	21
2.3. Definiciones Relevantes	33
3. CAPÍTULO III. ETAPA I: DEFINIR.....	34
3.1. Situación actual de la empresa.....	34
3.2. Análisis FODA de la situación actual de la empresa	35
3.3. Mapa de necesidades del cliente	36
3.3.1. Voz del cliente (VOC).	36
3.3.2. Mapa de necesidades del cliente.....	38
3.3.3 Modelo Kano.....	40
3.4. Carta de Negocio	48
3.5. Carta Gantt del Proyecto.....	51
4. CAPÍTULO IV. ETAPA II: DESARROLLO MEASURE.....	52

4.1 Descripción del proceso	52
4.1.1. Flujograma del proceso actual.....	54
4.2. Identificación de métricas.....	55
4.3. Plan de muestreo	56
4.3.1. Análisis físico- químico.	58
4.3.2. Análisis Organoléptico.	61
4.4. Desempeño del proceso.	71
4.5. Análisis del sistema medición	79
5. CAPÍTULO V. ETAPA III: ANÁLISIS.....	82
5.1. Diagrama Ishikawa de espina de pescado	83
5.2. Histograma	87
5.3. Capacidad del proceso	89
5.4. Acciones de mejora	94
6. CAPITULO VI. ANALISIS COSTO- BENEFICIO	96
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
7.1 Conclusiones.....	99
7.2 Recomendaciones	101
REFERENCIAS	103

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Las pulpas de fruta son reconocidas por contar con una gran variedad de compuestos nutricionales que hace que llame la atención de los consumidores. Están compuestas de agua en un 70% aproximadamente, pero aportan a la dieta diaria de las personas principalmente en vitaminas, minerales, enzimas y algunos carbohidratos. Las frutas son fuentes de nutrientes esenciales para el desarrollo del cuerpo humano. (Guaba F. Estudio de Mercado Exportación de Productos)

En el Ecuador la industria de producción de pulpas de fruta inició en el año 2000, después del proceso de dolarización que el país enfrentó. Al comienzo, las empresas se dedicaban solamente a la producción agrícola y posterior comercialización de frutas sin ninguna otra característica especial ni un diferenciador de las demás empresas dedicadas a lo mismo. La tendencia del mercado demandaba productos naturales con una buena conservación y perecibilidad; las pulpas de frutas cumplen con estas exigencias, ya que el almacenamiento congelado se dio como una mejor alternativa para aumentar su tiempo de vida útil. (Análisis de la Industria)

Debido a la innovación constante en el mercado y consumo de productos naturales y tendencias basadas en productos saludables, la demanda del consumo de pulpas congeladas, brindaba a los consumidores facilidad de uso y ahorro de tiempo disminuyendo también la cantidad de fruta desperdiciada en los residuos de las mismas.

En la actualidad, la industria nacional se adapta a las nuevas costumbres de los consumidores, la preferencia del consumidor se orienta más al consumo de jugos que al de gaseosas en los últimos 5 años, el 90% de la producción de pulpa ha

aumentado en el mercado local. Como se muestra en la Figura 1, el consumo de jugos de fruta o pulpas es incluso superior al consumo de frutas en estado normal.

Fruta	Fresco (kg/persona/año)	Jugo o pulpa (l/persona/año)
Manzanas	16,43	27,16
Uvas	8,01	6,38
Banano	25,93	n.d
Naranja	10,21	57,03
Toronja	2,84	5,71
Limón	2,81	3,60
Otros Cítricos	4,87	1,54
Durazno	4,47	3,53
Peras	3,09	2,30
Cerezas	1,25	0,13
Fresas	6,44	n.d
Piña	5,02	3,24
Otras frutas	5,85	2,65

Figura 1. Consumo anual de frutas y pulpas de fruta.

Tomado de (Guaba F. 2012)

El proceso de producción de pulpas de fruta empieza con la recepción de materia prima por parte de distintos proveedores aprobados por la empresa. Posteriormente se realiza un control de calidad del producto, luego se procede a verificar el peso de la fruta entrega. De acuerdo a la planificación establecida, se almacena la materia prima o a su vez se ingresa al área de producción directamente. Una vez que arranca el proceso, se realiza una clasificación y selección del producto, posterior a eso, se lava y se desinfecta la fruta. Enseguida del lavado, la fruta pasa al proceso de despulpado donde se saca toda la pulpa de la misma y luego se transporta al área de pasterización donde se eliminara todas las bacterias que pueden existir. Una vez cumplido el proceso de pasteurización, la pulpa se somete a un análisis de calidad para liberar o retener el producto, después de ser liberado, se dosifica en las presentaciones requeridas para que finalmente se almacene en los cuartos fríos.



Figura 2. Pulpa de maracuyá disuelta.



Figura 3. Tanque de 200 kilos de capacidad para la pulpa.

La empresa de pulpas de fruta es una compañía de capital propio, tiene aproximadamente 8 años en el mercado y está situado en el centro-norte de Quito.

La empresa está considerada dentro del grupo de las PYMES, actualmente cuenta con 15 empleados que procesan 13 tipos de frutas:

- Frutilla
- Guanábana
- Guayaba
- Limón
- Mango
- Mora
- Maracuyá
- Naranja
- Naranjilla
- Piña
- Papaya
- Tamarindo
- Tomate de Árbol

La empresa, en sus inicios estuvo dedicada a la producción de pulpa de fruta congelada en presentaciones de 110 gramos, 500 gramos y 1000 gramos, ofreciendo una variedad de sabores de fruta combinado con el empaque más idóneo para la necesidad del cliente. Pero se vio la necesidad de crecer y desde aproximadamente 2 años la empresa abrió un nuevo mercado, produciendo pulpa en línea industrial que sirva como proveedor de materia prima para otras industrias alimenticias como por ejemplo empresas que brindan productos de consumo masivo como mermeladas y jugos. Esto generó un cambio en la producción de la empresa, y a su vez, la creación de una nueva línea de producción.

Al mercado industrial se envía la pulpa en tanques de 55 kg, 115 kg y 200 kg. La forma de almacenaje para todos los productos es en cuarto fríos, es decir la pulpa tiene que estar congelada para garantizar la calidad del mismo.

1.2. Justificación

La empresa genera en su mayoría pulpas de piña, naranja, naranjilla, maracuyá y mango que salen al mercado. La pulpa de fruta se comercializa en diferentes tamaños y sabores, dependiendo al mercado que va dirigido, por lo que tienen dos tipos de presentaciones que son: comercial, que viene empacado en presentaciones de 100 g, 1000 g e industrial en la que es utilizado como materia prima para otros procesos, estas presentaciones tratan de adaptarse de acuerdo a la necesidad del cliente.



Figura 4. Presentación de Línea industrial de pulpas de fruta.

La empresa actualmente tiene la oportunidad de hacer un negocio importante con un cliente, donde se requiere realizar un producto con características diferentes a las actuales, por tal motivo, la empresa tiene la necesidad de estandarizar la pulpa de maracuyá (que es la requerida por este cliente) según los requerimientos que este exige.

Hay indicios de que la empresa tiene fallos al realizar el producto terminado ya que existe una falta de homogeneización y color en los mismos. El problema principal que se presenta actualmente es que la pureza de la pulpa de maracuyá que se está entregando no está al 100%.

El requisito principal de este cliente es que las pulpas de maracuyá sean entregadas con el refinamiento especificado, ellos exigen la disminución total de la variabilidad entre la pulpa especificada por ellos y la pulpa que produce la empresa. Las características que se deben estandarizar son el olor, color y sobretodo sabor. Gracias a un muestreo que el cliente realizo de la pulpa entregada, se pudo evidenciar que principalmente el sabor de la pulpa no era el requerido por lo que fueron devueltos dos lotes de la misma.

Este problema puede darse por muchos motivos que tendrán que ser identificados medidos y analizados durante el proceso de este proyecto. Hay que identificar también los requerimientos críticos de los clientes, es decir donde existe mayor exigencia y que tipo de requerimientos no están siendo cumplidos y pueden afectar tanto al cliente como a la empresa. Para esto, este proyecto propone utilizar la herramienta DMAIC para llegar a la raíz del problema y poder proponer acciones de mejora para el mismo.

Como beneficios principales que se obtendrá mediante la realización de este proyecto es una mejora en los procesos y por ende en los productos. Habrá una disminución en la variabilidad del producto ya que se ha identificado el foco de mejora y se ha identificado cuales son las especificaciones tanto internas como las de los clientes principales que compran la línea industrial de pulpa de maracuyá. Además, se espera lograr un beneficio económico sustancial que permita a la empresa crecer de manera competitiva a nivel local e internacional entrando así a nuevos nichos de mercado y generando nuevas plazas de trabajo.

Por este motivo, la empresa desea tener conocimiento de cuáles son las causas de los errores en la producción que puedan provocar que el producto final no salga como se espera. Aplicar la metodología DMAIC que aportará con herramientas óptimas y eficientes para la identificación, medición y análisis del problema será el objetivo principal de este proyecto.

1.3. Alcance

Debido a cuestiones de tiempo y porque la implementación de la herramienta DMAIC requiere cierto plazo de realización en cada una de sus etapas, este proyecto solamente se enfocará en las tres primeras que son: Definir, Medir, y Analizar el proceso de la línea industrial de pulpa de maracuyá.

El proceso principal que se estudiará será la producción de la línea industrial de pulpa de maracuyá. Se analizará solamente esta línea ya que según la oportunidad de negocio que la empresa tiene con un cliente importante, no se requiere un análisis de otra fruta sino solamente la mencionada.

El proyecto iniciará definiendo el o los CTQ's (requerimientos críticos para la calidad) identificados y que cumplan con las características de un proyecto Seis Sigma. Posterior a esto, se realizará la medición, en esta etapa se describirá el proceso, se definirán las métricas y se obtendrán los datos necesarios para finalizar con el análisis del problema en cuestión.

1.4. Objetivos

Objetivo General:

Generar el análisis y medición de la variación de procesos en la línea industrial de maracuyá de una empresa productora de pulpas de fruta, a través de la aplicación de un proyecto Seis Sigma utilizado la herramienta DMAIC que va a ayudar a encontrar los requerimientos críticos (CTQ's) necesarios para corregir el error identificado y de esta manera reducir la variabilidad en los procesos estudiados.

Objetivos Específicos:

- Definir el problema que se está presentando de manera correcta.
- Realizar las mediciones pertinentes al proceso y producto que está siendo afectado.

- Determinar cuáles son los requerimientos críticos del cliente y enfocar el proyecto en solventarlos.
- Una vez encontrada la causa raíz del problema, proponer acciones correctivas viables para solucionar el problema en cuestión.

2. CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Seis Sigma

2.1.1. Historia

En 1980, la empresa de celulares Motorola creó la metodología Seis Sigma para generar una estrategia de negocio que tenía como objetivo principal la mejora en los procesos. La empresa tenía varias quejas de sus clientes porque se estaban generando productos defectuosos, demoras y atrasos en las entregas, y varios procesos de producto terminado que no cumplía con los requerimientos especificados (Desai, 2010).

Debido a este problema, la empresa Motorola decidió comenzar a realizar un estudio de la variación que tenían los procesos y el origen de la misma para poder atacar y corregir los errores que se estaban generando. Esta variación, llamada también desviación estándar, se representa con la letra sigma (σ) de origen griego. Es decir, se analiza que tan apartado se encuentra el proceso con respecto a la manera de cómo debería actuar en su normalidad. Cuando Motorola introdujo la metodología Seis Sigma en el proceso que estaba fallando, obtuvieron como resultado una disminución de defectos de 4 a 5,5 sigma, lo cual generó un ahorro de alrededor 4,500 millones de dólares **Fuente especificada no válida..**

Seis Sigma propone que donde se aplique esta metodología, se pueda llegar a producir hasta 3,4 defectos por millón de piezas, es decir, mantener un nivel de

calidad del 99,9997 % que significa tener un proceso casi perfecto. (Socconini, 2016).

2.1.2. Qué es Seis Sigma

De acuerdo al libro Lean Seis Sigma de Socconini, es una filosofía de negocios enfocada hacia la satisfacción del cliente que utiliza una metodología, dirigida hacia la disminución del desperdicio mediante la reducción de la variación en los procesos obteniendo como beneficio reducción de costos, mejora de la calidad, aumento en la productividad, optimización de recursos y tiempos, entre otros.

La metodología usada por Seis Sigma es la herramienta DMAIC que se refiere a 5 etapas de su aplicación: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar. Esta herramienta se apoya en métodos estadísticos y administrativos de manera que se obtenga como resultado una mejora notable en los procesos donde se identifica las fallas y por lo tanto en los productos terminados que van hacia el cliente final (Socconini, 2016).

La Tabla 1. Es una representación de los niveles sigma que existen con su porcentaje de rendimiento y los defectos por millón de oportunidades que se puede obtener en cada nivel.

Tabla 1

Interpretación Seis Sigma

NIVEL SIGMA	Defectos por Millón de Oportunidades	Rendimiento
6 σ	3	99.9997%
5 σ	233	99.997%
4 σ	6 210	99.379%
3 σ	66 807	93.32%
2 σ	308 537	69.2%
1 σ	690 000	31%

Tomado de (Socconini, 2016, pág. 10)

Seis Sigma representa:

- Una métrica: es la manera de medir el desempeño del proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificaciones.
- Filosofía de trabajo: significa una mejora continua de procesos y productos apoyada en la aplicación de una metodología propia, se apoya en el uso de herramientas estadísticas y otras herramientas Lean.
- Meta: un producto o proceso con calidad seis sigma significa estadísticamente obtener una categoría internacional al no generar productos o servicios defectuosos.

Características de un proyecto Seis Sigma:

- Ligado a las prioridades del negocio y relacionado con algún parámetro importante para el cliente CTQ (Crítico para la calidad).
- De gran importancia y entendible para la organización.

- De alcance razonable
- Común a todos los miembros del equipo
- Tiene una métrica adecuada
- Cuenta con el apoyo y aprobación de la administración
- El impacto financiero debe ser apoyado por el área de finanzas.
- El programa Seis Sigma está basado en el ciclo de Deming PHVA.
- El proyecto Seis Sigma se sustenta en la aplicación de la herramienta DMAIC, explicada a continuación.

(Socconini, 2016)

2.1.3. Principios

La metodología Seis Sigma se apoya en varios principios que son la base de un proceso de estudio y se deben tener en cuenta para poder llevar a cabo el proyecto. Los principios utilizados se enlistan a continuación:

Ciclo de Deming: es un método en el cual se basa Seis Sigma que consiste en resolver problemas y promover la mejora continua en una organización mediante un seguimiento y control. La Figura 5. muestra la secuencia lógica del ciclo y que se debe hacer en cada etapa.

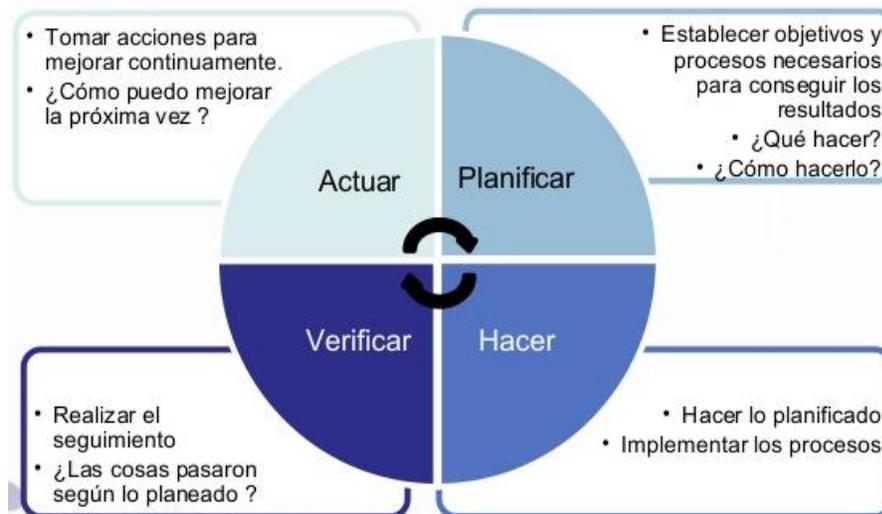


Figura 5. Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).

Tomado de (Salazar, 2015)

Enfoque al cliente: parte de un análisis extenso y fijo de las necesidades y preferencias del cliente. Comienza identificando el grado de valor que un cliente le da a un producto o servicio mediante la experiencia que tiene con el mismo. Recurrir a todas las opciones y soluciones que brinden la satisfacción del cliente, cumpliendo en totalidad con sus exigencias y requerimientos.

Participación del personal: Todos los miembros de la organización en todos sus niveles deben estar comprometidos e involucrados con el proyecto. Cuando se realiza un proyecto de mejora, es importante que el desempeño de los trabajadores sea el mejor para así poder lograr los objetivos que se han propuesto, cumplir con los plazos establecidos y lograr los resultados esperados.

Análisis alineado a la información: la recolección de información es indispensable para llevar a cabo esta metodología. Mediante la información obtenida, se realiza un análisis para poder identificar las variables más importantes que están afectando al proceso. Estas variables son las que serán

atacadas para poder implementar un plan de mejora que reducirá la variabilidad del proceso analizado.

Enfoque basado en procesos: uno de los objetivos principales de la implementación del proyecto Seis Sigma es la maximización del beneficio que se va a obtener. Por este motivo, un enfoque basado en procesos se centra en la obtención de resultados., para ello todas las actividades y recursos deben ser gestionados como un proceso.

Actitud preventiva: Tener una actitud preventiva se refiere a que hay que estar siempre dispuestos a realizar cambios en los procesos adaptándolos a las necesidades del cliente y requerimientos específicos. La tecnología y la demanda es cambiante, por lo tanto hay que actualizar ciertas metodologías y maquinarias con el propósito de mejorar y aumentar la productividad.

Trabajo en equipo: significa que hay que derribar las barreras entre departamentos para así crear conciencia de que hay que lograr un objetivo común que es la satisfacción del cliente. Debe haber un liderazgo que sepa comprometer todos los integrantes de la organización, de manera que aporten con sus conocimientos y habilidades y así encontrar una solución y oportunidad de mejora.

Enfoque Basado en hechos para la toma de Decisiones: Las mediciones realizadas arrojan información relevante del proceso, como entradas, salidas y resultados. En base a esto, la organización debe tomar decisiones, por eso es importante tener un sistema de medición confiable para tomar las decisiones correctas.

Relaciones entre Proveedores Mutuamente Beneficiosas: cada proceso tiene salidas que se convierten en entradas para el siguiente proceso, por lo tanto, un proceso es el proveedor del siguiente y así sucesivamente hasta obtener el producto final. La metodología Seis Sigma permite comprender de mejor manera los procesos y actividades en cada puesto de trabajo por lo que cada uno sabe exactamente las especificaciones requeridas por las otras.

Mejoramiento Continuo: un modelo de mejora continua está siempre enfocado hacia la satisfacción del cliente, para ello involucra a todo el personal desde la alta dirección hasta los operadores. La mejora continua tiene un objetivo permanente que es mejorar los procesos de manera gradual y constante mediante la toma de acciones, seguimiento y control de las mismas. Esto brinda varios beneficios a la organización como ahorros significativos, reducción de tiempos, reducción de defectos y desperdicios, optimización de recursos y aumento de productividad. (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2011).

2.1.4. Estrategias.

Según Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, existen cuatro estrategias que se deben aplicar para lograr realizar un cambio dentro de la organización:

- **Disposición de cambio:** es importante que todo el personal esté involucrado con este cambio, altamente comprometido y dispuesto a dar el mejor esfuerzo. La organización debe difundir y dar a conocer el problema actual, cómo este afecta a todos los empleados y como como se encuentra con respecto a la competencia. De esta manera la empresa puede justificar la aplicación de la metodología Seis Sigma y la importancia y cambio que está brindando.
- **Despliegue de objetivos:** Los objetivos forman una parte fundamental y básica del proyecto ya que mediante ellos, se entiende a dónde se quiere llegar, y cuál es la meta que se debe alcanzar así como los resultados que se deben obtener. Los objetivos establecidos pueden apoyarse de un líder que de constante seguimiento de los mismos, y también por medio de capacitaciones y controles adecuados.
- **Desarrollo del proyecto:** La empresa debe determinar cuáles son los procesos que muestran variabilidad en el producto final para poder atacar e identificar el foco de mejora. La herramienta DMAIC

es la adecuada para desarrollar el proyecto y definir todas las causas y acciones a tomar. Conforme se lleven a cabo cada una de las etapas de esta herramienta, se debe mantener informada a la alta dirección de todas las actividades y cambios que se realicen.

- **Evaluación de los beneficios:** Al finalizar con todas las etapas DMAIC, se evalúa todas las mejoras logradas dentro de la organización. Esta evaluación debe ser realizada por cada grupo de trabajo, posterior a esto se dará un seguimiento y control para comprobar si los cambios se están llevando a cabo correctamente los cambios y mejoras y finalmente evaluar los niveles de rendimiento que se obtuvo y los beneficios que brindó.

(Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2011)

2.2. Proceso DMAIC

Para poder realizar mejoras permanentes y de forma constante en la empresa y en la línea que se va a estudiar, es importante seguir un modelo estandarizado de mejora. DMAIC es una herramienta que sigue este proceso utilizando la metodología Seis Sigma- una estrategia de mejora continua que identifica las causas de los defectos, retrasos y errores que pueden llegar a darse en alguna etapa del proceso de elaboración de un producto, enfocándose en los aspectos críticos para el cliente. DMAIC consiste en mejorar procesos ya existentes que muestran variaciones, consiste de 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar, y se la realiza según la secuencia que se muestra en la Figura 6.

Un proyecto DMAIC tiene un tiempo de duración corto relativamente hablando (3-9 meses). la herramienta usa principalmente una aplicación estadística de control de procesos, herramientas de calidad y análisis de la capacidad de los procesos. Cabe recalcar que no es una metodología de desarrollo de producto sino de mejoras en el mismo, el cual puede ser usado para un rediseño del proceso. Para poder implementar DMAIC se necesitan 4 componentes:

- Un sistema de medición del proceso o producto que está dando problemas.
- Un conjunto de herramientas estándar que sirva como apoyo para las tareas y entregables para cada etapa, estas pueden incluir técnicas y herramientas estadísticas, gráficas y cualitativas.
- Habilidad para corregir los factores que están afectando al producto o proceso que está presentando problemas.
- Un correcto esquema de control para poder mantener las mejoras y correcciones aplicadas mediante la implementación de un plan de control con un sistema que monitoree la respuesta del producto o proceso frente a las mejoras y acciones tomadas.

Generalmente, las etapas de DMAIC son secuenciales, sin embargo, algunas actividades de varias etapas pueden ocurrir al tiempo, o podrían resultar repetitivas. Los entregables de cada etapa deben ser suministradas para la siguiente ya que cada salida de cada fase es la entrada de la siguiente y así sucesivamente. A más de esto, cada resultado o entregable de cada etapa debe ser revisada y aprobada por la persona encargada del proceso que se está analizando y muchas veces también por la Alta Dirección.

2.2.1. Etapa 1: Definir.

En la definición del problema se debe tomar en cuenta algunos aspectos que son clave para llevar a cabo esta etapa:

- Asegurar la aprobación de la Alta Dirección y asignación de recursos económicos antes de comenzar cualquier proyecto.
- Mientras más tiempo se haya dedicado a la planeación del proyecto, la probabilidad de su éxito es mayor
- La voz del cliente (VOC): que es lo que el cliente cree que es crítico para el proceso, la característica crítica se refiere a la característica más importante del producto según el cliente.
- Perspectiva externa: los clientes son los que definen y establecen las expectativas y requerimientos del producto, por lo tanto todo empieza y termina con el cliente.
- CTQ (Crítico para la Calidad): La metodología Seis Sigma se enfoca en analizar las CTQ's (Característica crítica para la calidad) que son características de un producto o servicio que satisface un requerimiento crítico del cliente mediante encuestas y entrevistas al mismo. Las CTQ's son elementos básicos que se utilizan en la medición del proceso de mejora. Es crítico asegurarse de que las CTQ's identificadas y escogidas representan exactamente lo que quiere el cliente y lo que es importante para el (Voz del cliente-VOC).

En esta etapa se debe identificar el proceso que debe ser analizado y mejorado. Para definir el foco de mejora se debe plantear distintas preguntas: ¿por qué es necesario resolver este problema ahora? ¿Cuál es el flujo de procesos de todo el sistema? ¿Qué se busca obtener del proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se busca obtener del proyecto? ¿Qué recursos se necesitan para lograr completar el proyecto de manera exitosa?

Se realizará la definición del problema, cuánto ha afectado este tanto al cliente como a la empresa y por cuánto tiempo se ha dado el mismo. Se identifica cuáles son los clientes afectados por este problema, se plantea los objetivos del proyecto y se programa el cronograma de actividades y plazos para cada etapa hasta su

finalización. Se puede realizar en 4 pasos principales que cuentan con distintas características importantes a tomar en cuenta:

1. Definir el foco de mejora
2. Identificar características críticas:
 - a. Explicitar los principales requisitos del cliente, relevantes para el tema seleccionado.
 - b. “Crítico” se refiere al impacto en la satisfacción al cliente/consumidor final.
 - c. Utilizar y priorizar la VOC (VOZ DEL CLIENTE).
3. Formalizar el proyecto de mejora:
 - a. Herramienta del *Project Charter*. SMART: eSpecífico, Medible, Asignables, Realista, Acotados en el Tiempo.

Herramientas de apoyo para la etapa 1: Definir:

Muchas veces los clientes no están seguros de lo que en realidad quieren del producto, por eso es necesario utilizar métodos que ayuden a entender sus necesidades y traducirlas en requerimientos internos. Para poder traducir las necesidades de los clientes, se utiliza un mapa de necesidades del cliente (CNM). Los pasos para para realizar un CNM son:

- Planificar: Decidir el alcance y los recursos, determinar quiénes son los clientes y cómo comunicarse con ellos, y determinar qué técnica se usará para obtener datos
- Recolección de datos: con cualquier técnica seleccionada
- Realizar una lluvia de ideas de los requerimientos del cliente luego de la entrevista.
- Análisis de datos y conclusiones: agrupar datos por categorías, clasificar los requerimientos según la importancia dada por el cliente:
 - Crítico

- Importante
- Tomar en cuenta
- No muy importante
- No importante
- Resumir resultados y documentarlos.

Otra manera de traducir las necesidades y expectativas de la Voz del cliente es realizar entrevistas, cuestionarios, encuestas, *Focus group*, investigación de mercado, entre otros. Los objetivos de la entrevista con el cliente es determinar lo siguiente:

- Que le gusta del producto o servicio
- Que NO le gusta del producto o servicio
- Que está recibiendo que considera no necesario
- Que necesita y no está recibiendo

Árbol de realidad actual (ARA): Esta herramienta nos ayudará a conocer las interdependencias que existen dentro de un proceso y los problemas que están dentro del mismo. Para conocer cuáles son las consecuencias que el problema está causando dentro del proceso hay que realizar una lista de posibles causas. Posterior a esto, se realiza conexiones entre cada uno de las consecuencias y así se determina si uno de ellos depende del otro y así sucesivamente hasta lograr el ARA.

Project Charter. Para formalizar y concluir la primera etapa, se tiene que definir cuáles van a ser los procesos en los que se va a realizar cambios. Se establece un plazo de ejecución del proyecto, y el motivo por el cual se está realizando el cambio, el impacto económico que se va a tener, que los objetivos que se quiere alcanzar sean claros y específicos, y los responsables del proceso y proyecto. Los objetivos deben seguir el principio (SMART- Inteligente) que está estructurado así:

- (Específico): Objetivos específicos que describen concretamente hacia dónde se quiere llegar.
- (Medible): Objetivos expresados numéricamente.
- (Alcanzable): Objetivos que evidencien metas realistas y alcanzables.
- (Relevante): Que aporten y arrojen beneficios significativos para la organización.
- (Tiempo de cumplimiento): Los objetivos deben tener un plazo de tiempo establecido para ser alcanzados.

Después de haber definido los objetivos mediante *SMART* se realiza el *Project Charter* donde se detalla toda la información del proyecto que incluye: Nombre del Proyecto, problema identificado, objetivo del proyecto, miembros del equipo, beneficios esperados al final del proyecto y plazos.

Al finalizar esta etapa, se deben tener los siguientes resultados y entregables para proceder a la siguiente:

- Visión Clara de la importancia del Proyecto
- Entendimiento Profundo de la VOZ DEL CLIENTE (VOC).
- Definición precisa del Objetivo de Mejora
- Compromiso y soporte de la Alta Dirección
- *SMART Project Charter*: ayuda a definir la visión y el alcance de los objetivos

2.2.2 Etapa 2: Medir.

Después de haber definido el problema al cual debe atacarse, se debe establecer cuáles son los defectos y características principales que están provocando este problema. Esto se lo hace mediante la descripción del problema utilizando datos basados en hechos y métricas de comportamiento para descartar suposiciones y estimaciones empíricas. Para esto se debe realizar una recopilación de toda la

información del proceso, esto nos va a ayudar a saber cómo se encuentra y cómo debería ser su rendimiento óptimo para luego determinar su capacidad.

Es necesario identificar cuáles son los requisitos que se requieren del proceso o producto que el cliente percibe como crítico. Según estas características y variables, se determina la manera en la que será medido el proceso, para esto se establece técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del proceso. Se debe tener bien definido cuáles son los indicadores de calidad del proceso y qué variables del proceso afectan estos indicadores. Los objetivos de la fase de medición son:

- Describir detalladamente el proceso para entenderlo con claridad y saber dónde se debe atacar.
- Definir bien las métricas para determinar la capacidad del proceso y su estabilidad.
- Recolectar todos los datos necesarios del proceso para su análisis.
- Evaluar el sistema de medición

Las herramientas que se deben utilizar para un apoyo en la descripción del proceso se enlistan a continuación:

Mapas de proceso: es una representación visual del proceso que ayuda a identificar todas las entradas, salidas, clientes, proveedores y recursos que posee. Para apoyarse en la realización del mapeo del proceso se utiliza:

- Diagramas de flujo: describe el proceso y la secuencia de actividades del mismo.
- Diagrama SIPOC: ayuda a definir cuáles son los límites del proceso, quiénes interactúan en el proceso (a quiénes hay que satisfacer y a quién necesito para funcionar), cuáles son los elementos que fluyen

desde y hacia el proceso y que se requiere para funcionar. Describe e identifica los proveedores, las entradas, las salidas y los clientes.

- Mapa de la cadena de valor VSM: describe las relaciones de procesos, información, demanda de los clientes, interacción entre información y procesos, y además ayuda a visualizar las actividades que agregan valor y las que no, tanto al cliente final como a la organización.

Las mediciones deben realizarse en tres áreas claves como: insumos (eficacia de los proveedores y la calidad que brindan), proceso (eficiencia de la empresa con respecto a tiempo, costo, valor y mano de obra), producto (eficacia de la empresa según la satisfacción del cliente y el cumplimiento de sus expectativas). Para definir de manera correcta el estado actual del proceso es necesario medir su desempeño utilizando diferentes métricas como:

- Efectividad total de los equipos (OEE)
- Defectos por millón de oportunidades (DPMO)
- Nivel Sigma: cuántas desviaciones del proceso caben dentro de los límites especificados.
- *Yield*: nivel de calidad

La medida de desempeño se utiliza para saber cuántas unidades defectuosas se producen por cada millón producidas. Para el cálculo de la medida de desempeño en un proceso se determina los factores críticos de calidad (FCC), luego multiplica este valor por la muestra de artículos producidos (MAP), el resultado es el total de defectos factibles (TDF) y por último, dentro del proceso se obtiene el número de no conformidades (NC). La fórmula es la siguiente:

$$DPMO = \frac{NC}{TDF} \times 1.000.000 = \frac{NC}{FCC \times MAP} \times 1.000.000$$

Figura 7. Formula DPMO.

Tomado de: (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2011)

Para la recolección de datos se debe tener en cuenta aspectos claves que ayudan a obtener la información de mejor manera:

- Que medir: se establece en la etapa de definición
- Tipo de Medición: medir exactamente lo que se necesita
- Tipo de datos: estadística, magnitudes, datos discretos
- Metas y especificaciones: según los objetivos
- Formularios para recolección de datos
- Muestreo

Finalmente se procede a evaluar el sistema de medición para descartar la existencia de posibles defectos y obtener datos precisos. Para lograr evaluar el sistema de medición, se realiza un análisis de Repetitividad y Reproducibilidad (R&R) que se enfoca en determinar si la forma en la que se están tomando los datos acerca de un proceso son los adecuados. Existen varios factores que alteran los resultados como:

- Instrumentos de medición
- Operadores
- Especificación
- Piezas

La variación que existe cuando una sola persona realiza varias mediciones con un instrumento y el valor de las mismas es distinto cada vez, se llama repetitividad.

La variación que hay cuando varios operadores o instrumentos son utilizados para la medición y los resultados son distintos cada vez es la reproducibilidad. Si la variación proviene del sistema de medición se da por repetitividad, y si la variación proviene por parte del operador es por reproducibilidad.

Existen tres categorías para dividir el análisis de la medición:

- Reproducibilidad
- repetitividad
- Parte por Parte

El mejor sistema de medición es el de Parte por Parte ya que dice que la variación del sistema de medición se da por la variación de las partes y no del operador ni del instrumento utilizado. El valor de reproducibilidad y repetitividad no debe ser mayor a 30% con respecto a la variación total, ya que así se le considera un sistema de medición confiable. La tabla 2. indica el porcentaje y aceptabilidad permitidos.

Tabla 2

Porcentajes de Aceptabilidad R&R

Porcentaje	Aceptabilidad
Menor al 10%	El método de medición es aceptable
Entre el 10% y el 30%	El método de medición podría ser aceptado
Mayor al 30%	El método de medición no es aceptado

Tomado de (Socconini, 2016)

Al concluir esta etapa se obtienen los siguientes resultados y entregables:

- Se puede utilizar diversas herramientas como: diagramas de Pareto, mapa de procesos detallado, árbol de los 5 porqués, diagrama de afinidad, diagrama de causa y efecto, gráficos de control, diagramas de correlación, matriz de priorización, entre otros.
- Selección de la variable(s) de respuesta del proceso, directamente relacionada con el objetivo de mejora del proyecto.
- Definición de la capacidad del proceso.
- Objetivo de mejoramiento confirmado/revisado.
- Mapa de Proceso SIPOC

1.2.3 Etapa 3: Analizar

Esta etapa es determinante para el desarrollo del proyecto ya que es aquí donde se identifican las causas de los problemas, las fuentes de variación y se encamina en que se debe hacer para el proceso de mejora. En esta fase se analiza los datos obtenidos en la etapa anterior y del estado actual del proceso, para determinar y poder encontrar las causas raíces que están generando el problema. La causa raíz se determinará mediante un análisis estadístico y cualitativo. Esta etapa ayudará a determinar si es que el problema es real y constante o si es que es un caso aleatorio que puede ser corregido de otra manera y no necesita de la herramienta DMAIC. Los objetivos de esta etapa son:

- Analizar la cadena de valor, los pasos necesarios que generan valor al cliente
- Analizar la fuente de variación
- Identificar las fuentes de variación principales de las CTQs

Se realiza diferentes hipótesis y pruebas estadísticas de las mismas para poder determinar cuáles son los factores que están afectando al proceso y atacarlos. Esta etapa cuenta con 2 pasos principales:

1. Analizar la capacidad del proceso: se estudia los datos obtenidos en la etapa de medición y se plantea las hipótesis iniciales.
2. Establecer las variables significativas: confirmar o desechar las hipótesis planteadas y afirmar cuales son las variables a las que se debe atacar.

Capacidad del proceso: Nos ayuda a determinar si es que el proceso actual al que se somete el producto sirve para cumplir las especificaciones del mismo. Normalmente, un proceso no rinde en su capacidad total 100%, por eso es importante calcular el desempeño del mismo y saber cuánto es su rendimiento actual. El Cp es el índice de capacidad potencial entre los límites de especificación (tolerancia) y los límites del proceso. El Cpk es el índice de capacidad real entre la media del proceso y los límites de especificación. Es decir, la capacidad del proceso para producir piezas dentro de las especificaciones.

Es importante comparar la variabilidad natural del proceso con los requerimientos de los clientes. La importancia de medir la capacidad del proceso está en ver si el producto no está cumpliendo con las necesidades del cliente, y predecir los niveles de defecto que se escapan en el proceso. El Cp puede definirse así:

$$CP = \frac{LSE-LIE}{6\sigma} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde,

- LSE: Límite de tolerancia superior
- LIE: Límite de tolerancia inferior
- σ : ancho del proceso

Esta fórmula indica el número de veces que el proceso cabe dentro de la especificación. El cálculo de C_p ayuda a evaluar el proceso mientras que el C_{pk} nos ayuda a dar seguimiento al proceso con respecto al tiempo.

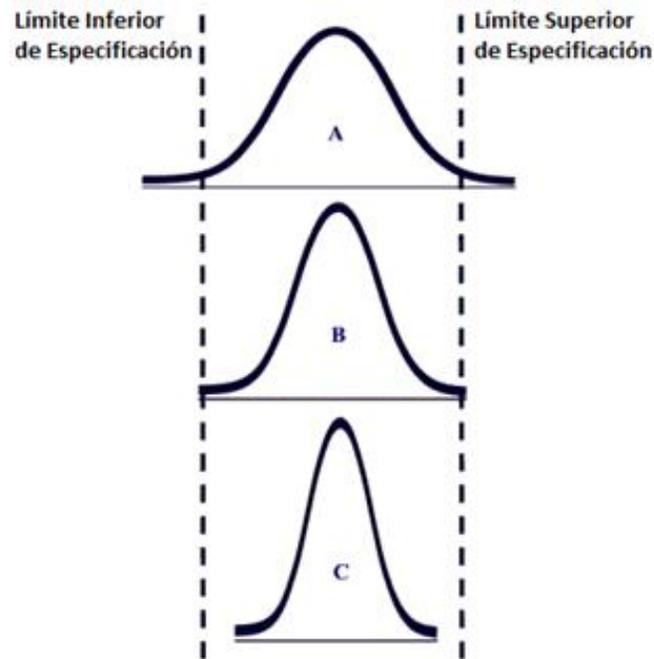


Figura 8. Ejemplos de ubicación de índices C_p por valores.

Tomado de. (Moresteam)

Tabla 3.

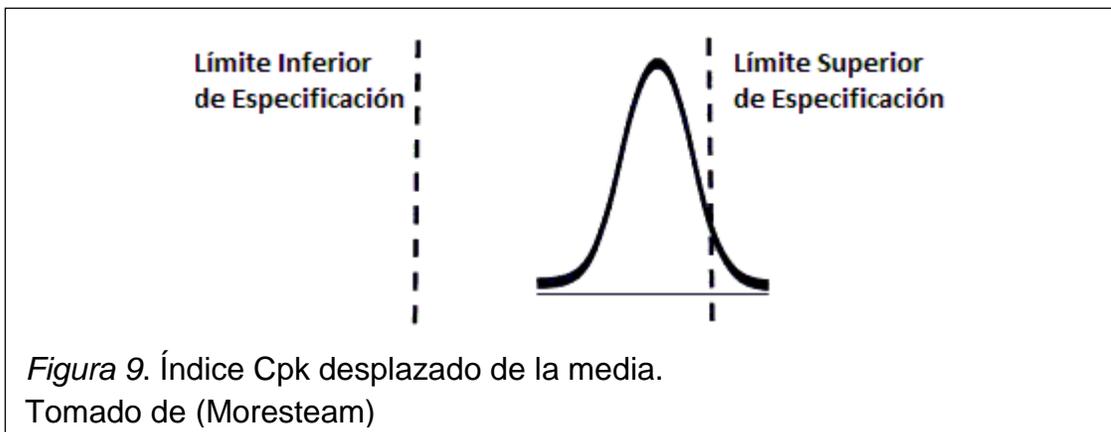
Índice C_p

Valor C_p	Descripción
$C_p \geq 2$	Calidad seis sigma
$C_p > 1.33$	Normal
$C_p > 0.67$	Realizar un análisis y modificarlo no es apto para el trabajo

$C_p < 0.67$	No apto, cambiar inmediatamente
--------------	---------------------------------

Tomado de (Martínez K. , 2014)

Es necesario determinar C_{pk} también, ya que el C_p no toma en cuenta la ubicación o centro del proceso. El C_{pk} nos ayuda a saber de mejor manera cuando un proceso está centrado o descentrado y si es que está dentro de las especificaciones.



- Cuando $C_p > C_{pk}$, el proceso no está centrado en el objetivo. Si son aproximadamente iguales, el proceso si está centrado.
- Si $C_p < 1$ o $C_{pk} < 1$, el proceso es incapaz.
- Si C_p o C_{pk} está entre 1 y 1.33, el proceso es escasamente capaz.
- Si $C_p > 1.33$ o $C_{pk} > 1.33$ el proceso es capaz.
- El índice C_{pk} prevalece sobre C_p para tener una evaluación real del proceso. (Socconini, 2016)

Algunas herramientas recomendadas para llevar a cabo la fase del análisis son:

- **Estadística básica:** se necesita para analizar datos y estudiar el desempeño de los procesos. Se puede realizar un diagrama histórico de frecuencia que muestra la frecuencia con la que se arrojan valores o mediciones en los resultados de los procesos, incluso

también se puede realizar un muestreo de un lote de producción y hacer un análisis del mismo. Hay tres maneras de reducir la variación mediante estadística:

- Estratificar: clasificar y analizar datos de acuerdo con las distintas fuentes de donde se originan.
 - Experimentar: realizar cambios anotando los resultados y se lo hace hasta obtener un nivel óptimo.
 - Disgregar: Dividir el proceso en subprocesos para hacer un análisis más profundo y detallado analizando también la relación entre subprocesos.
- **Análisis Causa- Efecto:** también conocida como espina de pescado o diagrama de Ishikawa, es una herramienta gráfica que se obtiene de una lluvia de ideas de los posibles factores de las causas de un efecto o problema encontrado. Es conveniente usar las 6M (mano de obra, máquinas, métodos, materiales, medición, medio ambiente) para la clasificación para poder determinar de dónde o de qué área proviene la causa principal del problema.

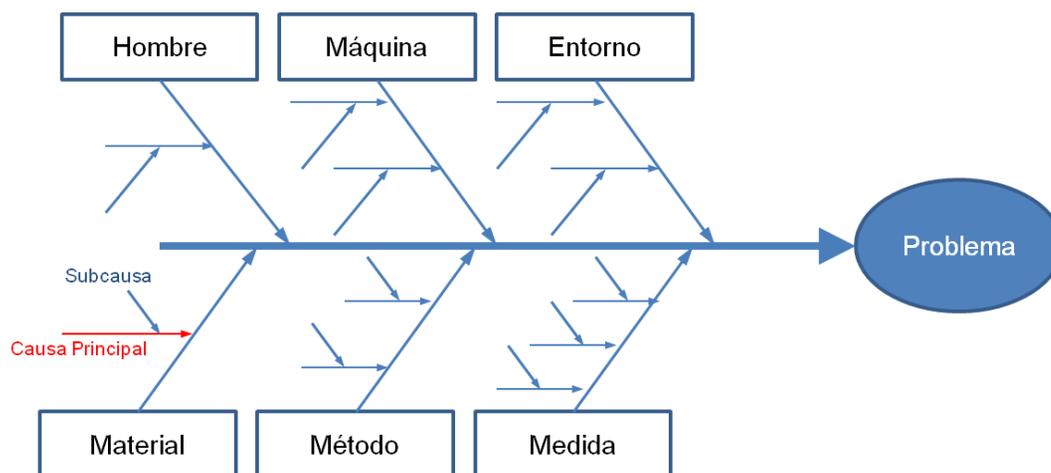


Figura 10. Diagrama Causa- Efecto.

Tomado de (López, 2014)

- **Análisis de Pareto:** Gráfica de barras para datos ordenadas descendentemente con respecto a su frecuencia y unido a una ojiva que mide la frecuencia acumulada. Se utiliza para visualizar que factores o causas de un problema son los más importantes y de esta manera saber cuál es el factor que se debe atacar primero y priorizar. El principio del diagrama de Pareto es que el 20% de los efectos, representa el 80% de las causas.

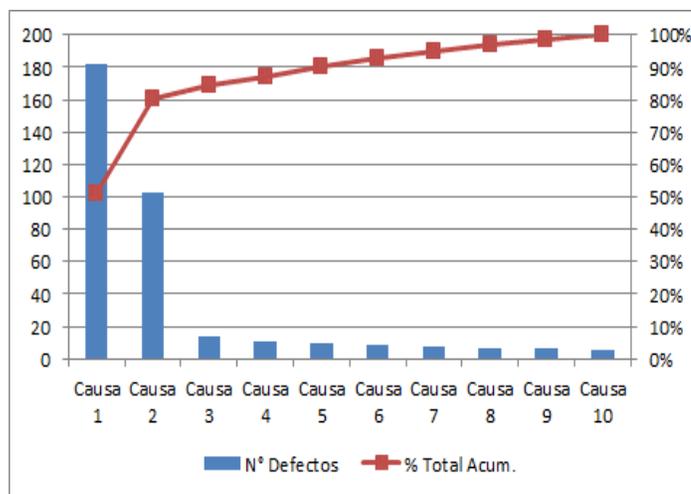


Figura 11. Diagrama de Pareto.

Tomado de (Gestión de operaciones, 2014)

- **Diagrama de Correlación:** Analizar el comportamiento de dos variables y determinar en que están relacionadas, mide que tan fuertemente están relacionadas dos variables.

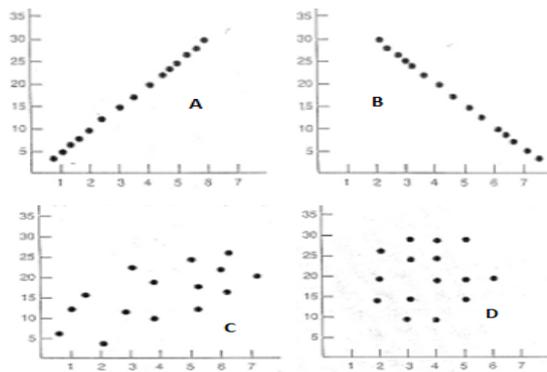


Figura 12. Ejemplo de tendencia en gráficos de dispersión.

Tomado de UPA. (s.f)

Dependiendo de la cercanía entre los puntos podemos determinar si su relación es fuerte, moderada o nula.

Los resultados y entregables que se obtendrá de esta etapa son:

- Entendimiento total sobre el comportamiento del proceso.
 - Fuentes de variación identificadas y priorizadas.
 - Oportunidades de mejora identificadas.
- **Histograma:** el histograma representa gráficamente la distribución de los datos obtenidos en la etapa de medición. Se toma un conjunto de datos iguales y se los agrupa identificando el mayor y el menor para calcular el rango de los mismos. El histograma ayuda a entender el desempeño del proceso según como resulte el grafico se puede interpretar como se está comportando el proceso.
 - **Minitab:** es un software que ayuda a ejecutar y calcular funciones estadísticas. Este software hace representaciones gráficas de las funciones estadísticas deseadas y según sea necesario, por ejemplo, ayuda a obtener los gráficos de capacidad de los procesos, histogramas, correlación, Pareto, causa efecto entre otras herramientas de calidad necesarias para análisis de proyectos como el que se va a realizar.

2.3. Definiciones Relevantes

Es importante definir claramente algunos términos que se utilizarán a lo largo del trabajo de titulación. Según Socconini (2016):

- **CTQ's:** (Crítico para la calidad) requerimientos críticos del cliente que deben ser cumplidos de manera obligatoria para obtener su satisfacción con respecto al producto.
- **Métrica:** atributo del producto que puede ser medido durante el proceso.
- **Variabilidad:** cuando existe un cambio, o modificación de algún atributo o característica.
- **Análisis Físico- Químico:** valoración cuantitativa que mide las propiedades fisicoquímicas de un alimento o bebida para determinar su valor nutricional en diferentes aspectos y verificar si se cumple con los parámetros establecidos.
- **Análisis Organoléptico:** valoración cualitativa de un alimento o bebida basado en los sentidos (olfato, vista, gusto, etc.) donde se mide subjetivamente mediante degustaciones, el olor color y sabor de los mismos.
- **Análisis Microbiológico:** análisis que se realiza para detectar cualquier agente patógeno que puede llegar a afectar al producto. Existen normas establecidas para cumplir con los parámetros establecidos para este análisis.
- **PH:** medida que ayuda a establecer la acidez o alcalinidad de una solución. Cuenta con su propia escala de 0-14 donde 0 indica una acidez máxima y 14 acidez mínima o nula, asimismo, 7 es el nivel neutro de pH.
- **Grados Brix:** una medida que ayuda a especificar el cociente total de azúcares disueltos en un líquido. se mide con un refractómetro e

indica cuantos gramos de azúcar contiene la solución según su gravedad.

- **Acidez:** sabor ácido que tiene un alimento o bebida, es medido mediante el pH de la solución.

3. CAPÍTULO III. ETAPA I: DEFINIR.

El desarrollo de este capítulo se basa principalmente en recopilar todos los datos necesarios para identificar los requerimientos críticos para la calidad (CTQ's) que nos indiquen que es lo que el cliente quiere exactamente. Se definirá el proyecto y las características que se van a analizar directamente. En esta etapa se encontrará el foco de mejora y donde está ocurriendo la variabilidad del proceso para así poder realizar un mejor análisis en las siguientes etapas.

Mediante las herramientas utilizadas, se definirá la voz del cliente (VOC), se presentará la carta de negocio donde se concretará las CTQ's, equipo de trabajo y recursos que se utilizará durante el desarrollo del proyecto, finalmente se presentará la carta Gantt del mismo para así tener definido los plazos para desarrollar cada etapa y concluir el proyecto hasta la fecha dada.

3.1. Situación actual de la empresa

Actualmente, la empresa está haciendo negocios con un cliente importante que requiere la pulpa de maracuyá en presentaciones de la línea industrial que viene en tanques de 200 kilos. Este proyecto es desarrollado ya que este cliente exige unas propiedades específicas en la pulpa, y la que se está entregando presenta una variabilidad en algunas de ellas. Esta situación afecta directamente a la empresa y la pérdida de este cliente por no cumplir sus requerimientos la perjudicaría.

Mediante el uso de la metodología DMAIC, y haciendo uso de las herramientas necesarias, se encontrará el origen del problema y se podrá identificar la variabilidad que la pulpa está presentando.

3.2. Análisis FODA de la situación actual de la empresa

El análisis FODA ayudará a evaluar de manera concreta la situación actual de la empresa y entender el rumbo de las acciones que se deben tomar. Este análisis contribuye al diagnóstico interno y externo de lo que se quiere analizar, en este caso el análisis de la variabilidad de la línea industrial de pulpa de maracuyá.

Las fortalezas y debilidades son aspectos internos de la empresa que se pueden identificar gracias a la experiencia y retroalimentación del cliente con respecto al producto que se le entrega. Las amenazas y oportunidades surgen de aspectos externos, en este caso de la competencia, demanda del mercado aspectos legales, situaciones económicas en el país, etc.

La realización de este análisis, nos ayudara principalmente a saber cuáles son las áreas de oportunidad de la empresa, aprovechar las fortalezas que se tiene, evitar las amenazas y minimizar las debilidades, así como también contribuirá con la toma de decisiones sobre el estudio que se está haciendo.

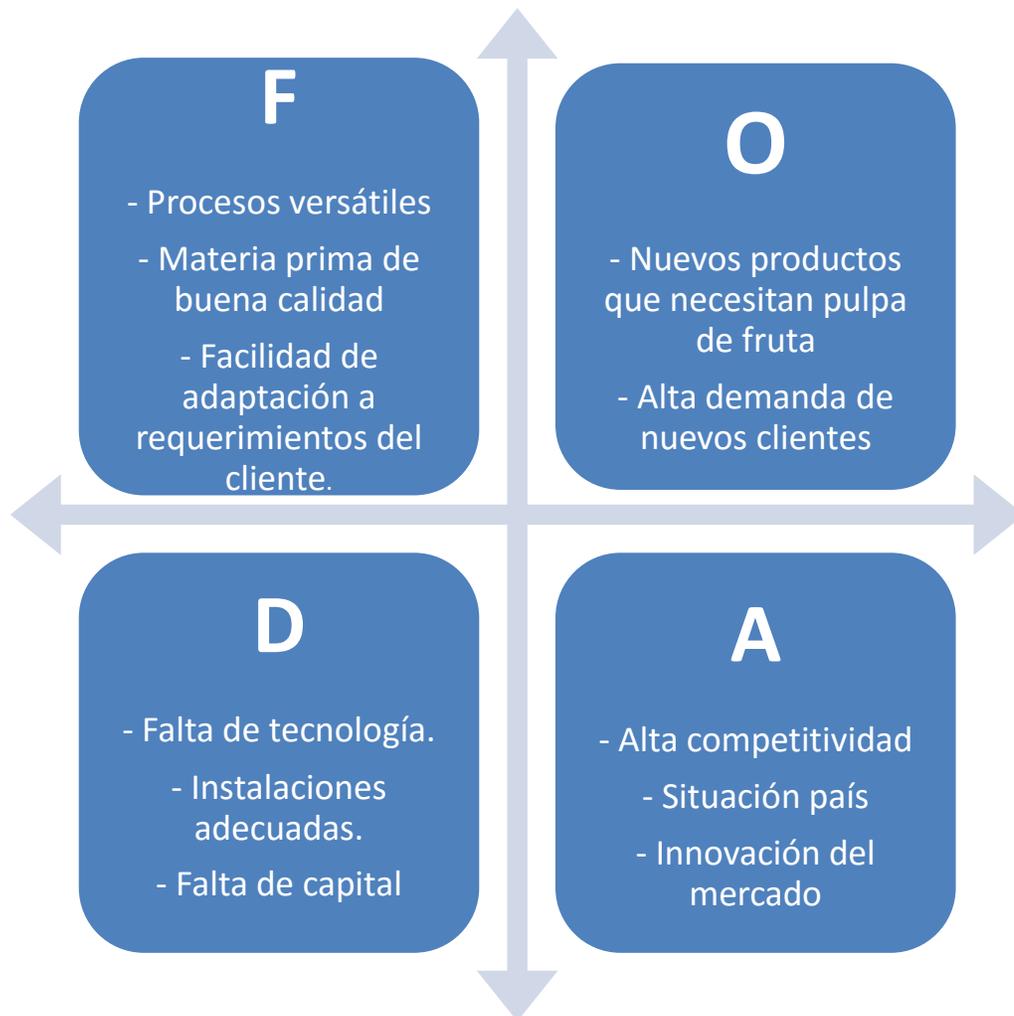


Figura 13. Análisis FODA

3.3. Mapa de necesidades del cliente

3.3.1. Voz del cliente (VOC).

La voz del cliente es indispensable para poder obtener las características críticas necesarias para identificar donde está la variabilidad del proceso y el foco de

mejora que se debe analizar. Se pueden usar distintas herramientas para obtener la VOC, en este caso se realizó una entrevista directa con el cliente donde se le planteó preguntas concretas para poder entender las necesidades y requerimientos exactos que quiere en la pulpa de maracuyá.

La entrevista con el cliente en cuestión se planteó las siguientes preguntas clave:

- ¿Qué considera que es lo más importante para que el producto sea de buena calidad?
- ¿Cómo desea que la pulpa sea entregada, refrigerada o congelada?
- ¿Cuál debe ser la presentación del producto entregado?
- ¿Cuál debe ser el tiempo de vida útil del producto?
- ¿Qué parámetros físico- químico se desea de la pulpa de maracuyá?
- ¿Qué parámetros microbiológicos se desea de la pulpa de maracuyá?

Según estas preguntas sobre las características importantes, se identificó los siguientes puntos:

- Pulpa semejante al patrón en los siguientes aspectos:
 - o Sabor: siendo este punto el mandatorio
 - o Aroma
 - o Color
 - o Consistencia: sin presencia de materiales extraños.
- Pulpa refrigerada, no congelada.
- Pulpa envasada en tarros retornables y en presentaciones entre 17 a 22 kg.
- Pulpa con una vida útil no menor a 6 meses.
- De acuerdo a la ficha técnica, los parámetros físico-químicos deben estar entre 10 y 14 grados brix.

- De acuerdo a la norma NTE INEN 2337:2008

3.3.2. Mapa de necesidades del cliente.

El mapa de necesidades del cliente tiene como base la VOC, se despliega en pasos para llegar a las CTQ's que deben ser analizadas primordialmente.

Lo primero que se debe realizar es una lluvia de ideas según todo lo que dijo el cliente en la entrevista acerca de las características que desea que la pulpa tenga. Luego se agrupa los requerimientos para poder concretar y filtrar de mejor manera los más y menos importantes. Mediante una ponderación del 1 al 5, siendo 1- no importa y 5- crítico, se califica cada grupo de características para priorizarlas y definir las como las CTQ's encontradas las cuales se deben priorizar como las que se va a analizar a lo largo del proyecto.

1. Lluvia de ideas:

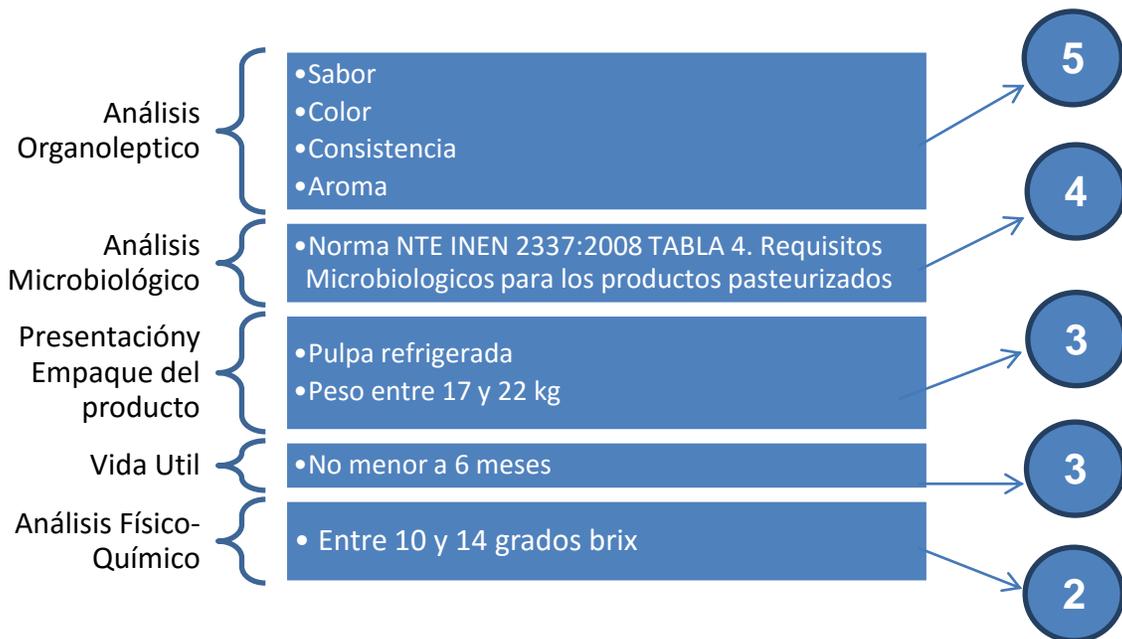
- Sabor de la pulpa
- Olor de la pulpa
- Aroma de la pulpa
- Consistencia de la pulpa
- Condiciones del producto entregado
- Empaque y presentación del producto
- Vida útil del producto
- Pruebas físico- químicas
- Pruebas microbiológicas

2. Agrupar requerimientos:

Análisis Organoléptico	<ul style="list-style-type: none">• Sabor• Color• Consistencia• Aroma
Análisis Microbiológico	<ul style="list-style-type: none">• Norma NTE INEN 2337:2008 TABLA 4. Requisitos Microbiológicos para los productos pasteurizados
Presentación y Empaque del producto	<ul style="list-style-type: none">• Pulpa refrigerada• Peso entre 17 y 22 kg
Vida útil	<ul style="list-style-type: none">• No menor a 6 meses
Análisis Físico-Químico	<ul style="list-style-type: none">• Entre 10 y 14 grados brix

3. Clasificación mediante ponderación:

- **5: CRITICO**
- **4: IMPORTANTE**
- **3: BUENO**
- **2: NO MUY IMPORTANTE**
- **1: NO IMPORTA**



3.3.3 Modelo Kano.

El modelo Kano es una interpretación de la voz del cliente donde se prioriza las necesidades del mismo y se identifica que características son indispensables en la pulpa. Las expectativas implícitas del cliente serán demostradas en esta herramienta ya que, mediante datos de las encuestas, muestra que es lo que el cliente considera lo más importante en la pulpa.

Se puede considerar 5 factores importantes donde se califica las características de la pulpa mediante la entrevista que se realizó al cliente. Estos factores son:

- Atractivo: lo que al cliente le llama la atención y causaría mayor satisfacción si la pulpa lo contiene; pero si no lo tiene, no causa insatisfacción.
- Obligatorio: lo que la pulpa debe tener como requisito básico (lo mínimo que la pulpa debe tener de manera obligatoria sino causaría alta insatisfacción).

- Opuesto: cuando un hay un atributo que algunos clientes lo prefieren, pero otros no.
- Unidimensional: genera en el cliente satisfacción cuando se cumple e insatisfacción si no se cumple.
- Indiferente: lo que le da igual al cliente sobre la pulpa, puede tener como no tener y no afectaría en su nivel de satisfacción.

Según los factores mencionados, se evalúa como el cliente se encuentra con respecto a las preguntas que se le hicieron y mediante la ponderación, se realiza el gráfico que arrojará los porcentajes y valores necesarios para identificar y concluir sobre las CTQ's que deben ser analizadas y mejoradas.

Para proceder en el Modelo Kano, se realizó una encuesta a 4 personas encargadas de definir los proveedores del cliente:

Tabla 4

Preguntas Modelo Kano

PREGUNTAS	
Funcionales (Positivas)	Disfuncionales (Negativas)
1a. Le gustaría que la pulpa tenga un sabor bastante concentrado?	1b. Le gustaría que la pulpa tenga un sabor no muy concentrado?
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Me gusta	1. Me gusta
<input type="checkbox"/> 2. Es algo básico	2. Es algo básico
<input type="checkbox"/> 3. Me da igual	3. Me da igual
<input type="checkbox"/> 4. No me gusta, pero lo tolero	<input checked="" type="checkbox"/> 4. No me gusta, pero lo tolero
<input type="checkbox"/> 5. No me gusta, y no lo tolero	5. No me gusta, y no lo tolero
2a. Le gustaría que la pulpa tenga un olor bastante concentrado?	2b. Le gustaría que la pulpa tenga un olor no tan concentrado?
<input type="checkbox"/> 1. Me gusta	1. Me gusta
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Es algo básico	2. Es algo básico
<input type="checkbox"/> 3. Me da igual	3. Me da igual
<input type="checkbox"/> 4. No me gusta, pero lo tolero	<input checked="" type="checkbox"/> 4. No me gusta, pero lo tolero
<input type="checkbox"/> 5. No me gusta, y no lo tolero	5. No me gusta, y no lo tolero
3a. Le gustaría que la pulpa tenga un color bastante concentrado?	3b. Le gustaría que la pulpa tenga un color no tan concentrado?
<input type="checkbox"/> 1. Me gusta	1. Me gusta
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Es algo básico	2. Es algo básico
<input type="checkbox"/> 3. Me da igual	3. Me da igual
<input type="checkbox"/> 4. No me gusta, pero lo tolero	4. No me gusta, pero lo tolero
<input type="checkbox"/> 5. No me gusta, y no lo tolero	<input checked="" type="checkbox"/> 5. No me gusta, y no lo tolero
4a. Le gustaría que la pulpa contenga algún grumo o material	4b. Le gustaría que la pulpa no contenga ningún grumo o material

extraño?		extraño?	
<input type="checkbox"/>	1. Me gusta	<input type="checkbox"/>	1. Me gusta
<input type="checkbox"/>	2. Es algo básico	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Es algo básico
<input type="checkbox"/>	3. Me da igual	<input type="checkbox"/>	3. Me da igual
<input type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero	<input type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero
<input checked="" type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero	<input type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero
5a. Le gustaría que la pulpa este refrigerada?		5b. Le gustaría que la pulpa no este refrigerada?	
<input checked="" type="checkbox"/>	1. Me gusta	<input type="checkbox"/>	1. Me gusta
<input type="checkbox"/>	2. Es algo básico	<input type="checkbox"/>	2. Es algo básico
<input type="checkbox"/>	3. Me da igual	<input type="checkbox"/>	3. Me da igual
<input type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero	<input checked="" type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero
<input type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero	<input type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero
6a. Le gustaría que la pulpa este congelada?		6b. Le gustaría que la pulpa no este congelada?	
<input type="checkbox"/>	1. Me gusta	<input checked="" type="checkbox"/>	1. Me gusta
<input type="checkbox"/>	2. Es algo básico	<input type="checkbox"/>	2. Es algo básico
<input type="checkbox"/>	3. Me da igual	<input type="checkbox"/>	3. Me da igual
<input checked="" type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero	<input type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero
<input type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero	<input type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero
7a. Le gustaría que la pulpa dure más de 6 meses?		7b. Le gustaría que la pulpa dure menos de 6 meses?	
<input type="checkbox"/>	1. Me gusta	<input type="checkbox"/>	1. Me gusta
<input checked="" type="checkbox"/>	2. Es algo básico	<input type="checkbox"/>	2. Es algo básico
<input type="checkbox"/>	3. Me da igual	<input type="checkbox"/>	3. Me da igual
<input type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero	<input type="checkbox"/>	4. No me gusta, pero lo tolero
<input type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero	<input checked="" type="checkbox"/>	5. No me gusta, y no lo tolero

Después de obtener los resultados de las encuestas, se realiza una tabulación de las mismas identificando pregunta por pregunta cuál fue la respuesta correspondiente.

Tabla 5

Cuantificación preguntas

		ENCUESTADOS			
		1	2	3	4
Preguntas funcionales (positivas)	1	1	2	1	1
	2	2	2	1	2
	3	2	2	2	2
	4	5	5	4	5
	5	1	1	2	1
	6	4	4	4	4
	7	2	1	1	2
Preguntas disfuncionales (negativas)	1	4	5	5	4
	2	4	4	4	4
	3	5	4	5	5
	4	2	2	2	2
	5	4	5	5	4
	6	1	1	1	1
	7	5	5	5	5

Tabla 6

Significado de las respuestas

RESPUESTAS	
1=	Me gusta
2=	Es algo basico
3=	Me da igual
4=	No me gusta, pero lo tolero
5=	No me gusta, y no lo tolero

Según las respuestas de los clientes, y en base a una tabla de evaluación con los criterios correspondientes, se relaciona cada respuesta con cada letra para identificar la calificación de cada atributo.

Tabla 7

Evaluación de resultados

Tabla de Evaluacion Kano							
ATRIBUTOS		Requerimientos disfuncionales (negstivas)					
		Me gusta	Es algo basico	Me da igual	No me gusta, pero lo tolero	No me gusta, y no lo tolero	
		1	2	3	4	5	
Respuesta a pregunta funcional (positivas)	Me gusta	1	Q	A	A	A	O
	Es algo basico	2	R	I	I	I	M
	Me da igual	3	R	I	I	I	M
	No me gusta, pero lo tolero	4	R	I	I	I	M
	No me gusta, y no lo tolero	5	R	R	R	R	Q

Tabla 8

Significado de atributos

EL ATRIBUTO ES:	
A	Atractivo
M	Obligatorio
R	Opuesto
O	Unidimensional
Q	Cuestionable
I	Indiferente

Tabla 9

Cuantificación por atributo

		ENCUESTADOS			
		1	2	3	4
Atributos Evaluados	1	A	M	O	A
	2	I	I	A	I
	3	M	I	M	M
	4	R	R	I	R
	5	A	O	M	A
	6	R	R	R	R
	7	M	O	O	M

Una vez identificada cada letra en cada pregunta realizada, se hace un resumen de la característica que tiene cada atributo y se tabula en la tabla cuantas calificaciones de cada letra tiene cada pregunta, luego se tabula de la siguiente manera en una tabla de conteo y posteriormente se la traslada a porcentajes para darles un mayor peso y poder obtener conclusiones.

Tabla 10

Sumatoria Resultados

SUMATORIA								
	A	O	M	R	Q	I	TOTAL	CALIFICACION
Sabor concentrado de la pulpa	2	1	1	0	0	0	4	A
Olor concentrado de la pulpa	1	0	0	0	0	3	4	I
Color concentrado de la pulpa	0	0	3	0	0	1	4	M
Consistencia pura de la pulpa	0	0	0	3	0	1	4	R
Pulpa refrigerada	2	1	1	0	0	0	4	A
Pulpa congelada	0	0	0	4	0	0	4	M
Vida util de la pulpa mas de 6 meses	0	2	2	0	0	0	4	M

Tabla 11

Sumatoria de porcentajes

SUMATORIA EN PORCENTAJE								
	A	O	M	R	Q	I	TOTAL	CALIFICACION
Sabor concentrado de la pulpa	50%	25%	25%	0%	0%	0%	100%	A
Olor concentrado de la pulpa	25%	0%	0%	0%	0%	75%	100%	I
Color concentrado de la pulpa	0%	0%	75%	0%	0%	25%	100%	M
Consistencia pura de la pulpa	0%	0%	0%	75%	0%	25%	100%	R
Pulpa refrigerada	50%	25%	25%	0%	0%	0%	100%	A
Pulpa congelada	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	M
Vida util de la pulpa mas de 6 meses	0%	50%	50%	0%	0%	0%	100%	M

Al finalizar la cuantificación de resultados de la tabla, se concluye que:

- El sabor concentrado de la pulpa es un atributo atractivo para el cliente por lo tanto generara un valor agregado al producto.
- El olor concentrado de la pulpa es un atributo indiferente el cual puede o no estar y no es tan importante como los demás.

- El color concentrado de la pulpa es un atributo obligatorio el cual no puede faltar sino generará insatisfacción.
- Que la pulpa este refrigerada es un atributo atractivo ya que el cliente la prefiere así.
- Que la pulpa este congelada es obligatorio.
- Que la pulpa dure más de 6 meses es un atributo obligatorio igualmente ya que la perecibilidad también es un factor indispensable para el cliente.

3.4. Carta de Negocio

Una vez identificadas y definidas las CTQ's, se procede a realizar la carta de negocio, donde se planteará de manera concreta el problema y en base a eso, se despliega las características críticas del mismo, la línea base que es lo que el cliente proporciona para poder cumplir con los requerimientos que pide y según eso poder generar la pulpa que pide. El objetivo que tiene cada CTQ y el ahorro que representa corregir la variabilidad.

El enfoque en cada una de las CTQ's encontradas, representará un ahorro significativo de \$144.000 anuales ya que el cliente comprará la pulpa si es que se cumple con los requerimientos especificados y se cumple con la muestra que entregaron para poder tener una base de lo que se desea mediante un análisis de la misma.

Tabla 12

Carta de Negocio

1. Caso de Negocio	2. CTQ's	3. Línea Base	4. Objetivo	5. Ahorro
Como compañía, el desempeño del aroma y sabor de la pulpa industrial de maracuyá en el área de operaciones, no está cumpliendo los requerimientos dispuestos por el cliente. Esto está causando quejas y devoluciones del producto, lo cual representa alrededor de \$144.000 anuales.	Sabor de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Sabor igual a la muestra	\$144.000 anual.
	Aroma de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Aroma igual a la muestra	\$144.000 anual.
	Color de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Color igual a la muestra	\$144.000 anual.
	Consistencia de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Consistencia igual a la muestra	\$144.000 anual.

Adaptado de Lean Six Sigma Institute, 2016

CARTA DE DEFINICIÓN DE PROYECTOS LEAN SIX SIGMA		PROYECTO #	1		
Nombre del iniciador		Fecha inicio	21/2/2017		
Fecha	21/2/2017	Fecha esperada fin	may-17		
Documento #	1	Fecha real fin	jun-17		
1. CASO DE NEGOCIO					
Como compañía, el desempeño del aroma y sabor de la pulpa industrial de maracuyá en el área de operaciones, no está cumpliendo los requerimientos supuestos por el cliente. Esto está causando quejas y devoluciones del producto, lo cual representa alrededor de \$240.000 anuales.					
2. PROPÓSITO (CTQ's a mejorar)					
CTQ'S	Línea base				
Sabor de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente				
Aroma de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente				
Color de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente				
Consistencia de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente				
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO					
CTQ'S	Línea base	Objetivo	Ahorro		
Sabor de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Sabor igual a la muestra	\$240.000 anuales		
Aroma de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Aroma igual a la muestra	\$240.000 anuales		
Color de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Color igual a la muestra	\$240.000 anuales		
Consistencia de la pulpa	Muestra base entregada por el cliente	Consistencia igual a la muestra	\$240.000 anuales		
4. ALCANCE					
Establecimiento de estándares para las propiedades organolépticas de la pulpa industrial de maracuyá.					
5. ROLES Y RESPONSABILIDADES					
	Nombre	e-mail	Teléfono/Móvil		
Gerente General:	Mauricio Pérez	mauricio.perez@crisni.com	986289992		
Campeón:	Christian Chimbo	christian_chimbo@udla.edu.ec	984619362		
Patrocinadores:	Empresa Productora de pulpas de fruta				
Líder:	Esteban Pérez	esteban.perezpaez@gmail.com	987596825		
Miembros del equipo:	Camila Monge	cmonge93@gmail.com	995978253		
6. RECURSOS					
Muestra Entregada por el cliente					
Acceso a los equipos de medición y pruebas de pulpas					
Maquinaria para realización de pruebas.					
Materia prima					
7. METRICOS					
No	Métrico	Actual	Objetivo	Comentario	
1	Sabor de la pulpa	Sabor estándar	Sabor igual a la muestra	Realizar la solución de la pulpa de maracuyá.	
2	Aroma de la pulpa	Aroma estándar	Aroma igual a la muestra	Realizar la solución de la pulpa de maracuyá.	
3	Color de la pulpa	Color estándar	Color igual a la muestra	Realizar la solución de la pulpa de maracuyá.	
4	Consistencia de la pulpa	Consistencia estándar	Consistencia igual a la muestra	Realizar la solución de la pulpa de maracuyá.	
5	Cumplimiento de requerimiento	Pulpa rechazada	Aceptación de la pulpa		
Elaborado por:	Camila Monge	Fecha:	20/3/2017	Firma:	Camila Monge
Aprobado por:	Christian Chimbo	Fecha:		Firma:	Christian Chimbo

Figura 13. Carta de Negocio
Tomado de Lean Six Sigma Institute, 2016

3.5. Carta Gantt del Proyecto

Es importante tener una carta Gantt del proyecto para poder tener un seguimiento del proceso de su realización, cumplir con los plazos establecidos, y terminar a tiempo cada etapa para poder concluir e identificar que se debe hacer para corregir la variabilidad del proceso de producción de pulpa de maracuyá.

Tabla 13

Carta Gantt del Proyecto

GANTT DE PROYECTO LEAN SIX SIGMA												
PROYECTO # LSSI – 001												
	Tiempo	Inicio	Fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DEFINIR	30	7/3/2017	6/4/2017									
Definir el proyecto, desarrollo de la carta de proyecto	15	7/3/2017	22/3/2017									
Definir el proceso y métricos del problema	7	22/3/2017	29/3/2017									
Formación del equipo	2	29/3/2017	31/3/2017									
Aprobación del proyecto	6	31/3/2017	6/4/2017									
MEDIR	30	31/3/2017	30/4/2017									
Mapear el proceso	5	31/3/2017	5/4/2017									
Analizar los sistemas de medición	5	5/4/2017	10/4/2017									
Medir el desempeño del proceso	15	10/4/2017	25/4/2017									
Definir la línea base	4	25/4/2017	29/4/2017									
Revisar y actualizar estatus del proyecto	1	29/4/2017	30/4/2017									
ANALIZAR	30	29/4/2017	29/5/2017									
Analizar las limitantes de la productividad	10	29/4/2017	9/5/2017									
Determinar las variables críticas del proceso	8	9/5/2017	17/5/2017									
Determinar los modos y efectos de falla	10	17/5/2017	27/5/2017									
Revisar y actualizar estatus del proyecto	2	27/5/2017	29/5/2017									

Adaptado de Lean Six Sigma Institute, 2016

4. CAPÍTULO IV. ETAPA II: DESARROLLO MEASURE

Esta etapa consta con tres actividades importantes que son: realizar el diagrama del proceso de la producción de pulpa de maracuyá, definir las métricas que se tienen que evaluar y analizar, y recolectar los datos necesarios mediante el uso de un sistema de medición confiable y validado. Estas actividades contribuirán a la etapa siguiente para poder analizar y concretar que se debe hacer con respecto a la variabilidad encontrada.

4.1 Descripción del proceso

- El proceso inicia con la inspección de la fruta entregada por un proveedor externo contratado el cual proporciona el maracuyá cada cierto tiempo. La pulpa es inspeccionada para constatar que se encuentre en buen estado y fresca, sin ningún agente biológico ni colores y olores extraños.
- Una vez inspeccionada la fruta, se hace la selección y recepción de la misma y se la coloca en gavetas. Si la fruta no fue seleccionada se la devuelve o desecha.
- Cuando la fruta ya es seleccionada, se la pesa y se la clasifica de nuevo mediante un análisis organoléptico que tiene que ser aprobado para su uso posterior.
- La fruta que fue seleccionada pasa al área de lavado y desinfectado de forma manual por un lapso de 3-5 minutos.
- Nuevamente de manera manual, se corta al maracuyá por la mitad después de que ha sido lavado y desinfectado.
- El maracuyá ingresa a la máquina despulpadora donde se extraerá todo el jugo de la misma y será depositada en tanques.
- Una vez que se obtiene todo el jugo del maracuyá, se realiza el formulado de la misma con las especificaciones requeridas.
- Después se pasteuriza la pulpa durante 10 minutos a una temperatura máxima de 65 grados centígrados y mínima de 3 grados centígrados.

- Una vez que esta la pulpa se pasteurizó, se hace un análisis organoléptico de la misma donde se medirá el PH y los grados brix que tiene y debe cumplir.
- Si la pulpa cumple con estos requisitos, pasa a ser envasada y sellada en tanques de 200 kilos.
- Después, se almacena y refrigera inmediatamente en cuartos fríos que constan con temperaturas de 12-16 grados centígrados.
- La pulpa permanece refrigerada hasta ser despachada y entregada al cliente.

4.1.1. Flujoograma del proceso actual.

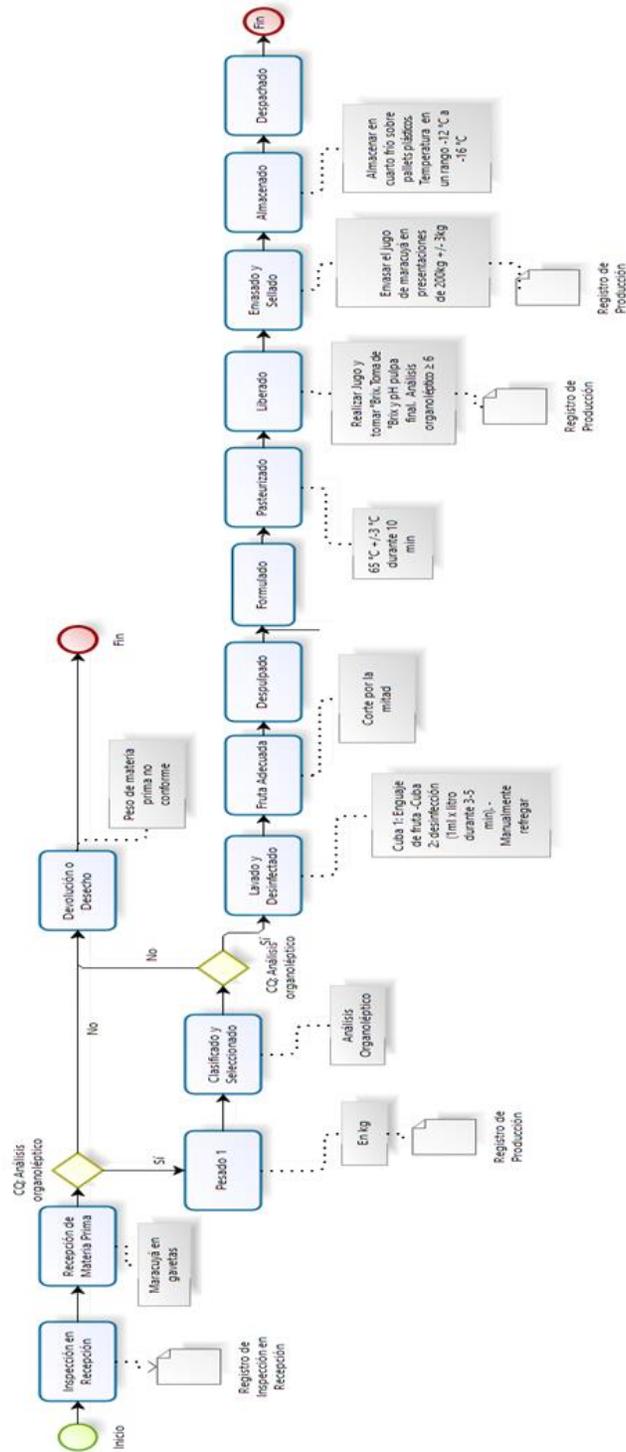


Figura 14. Flujoograma del proceso de producción de pulpa de maracujá.

4.2. Identificación de métricas

Para poder definir las métricas y los parámetros para llegar a la pulpa deseada según la muestra dada por el cliente, se elaborará una tabla de ponderación de semejanza a la misma. En esta tabla el sabor tendrá el mayor porcentaje de importancia ya que es donde se está enfocando el estudio, siendo representado por un 60%, mientras que el olor y color tendrán una ponderación de 20% cada uno.

Cada factor tiene parámetros que deben ser tomados en cuenta ya que se procederá a hacer 3 pruebas que se asemejen lo más posible a la muestra dada. Con respecto al sabor, la pulpa tiene que llegar a asemejarse a la acidez y sabor natural de la fruta por lo cual será desplegado en estas dos características. De igual manera, el olor y color, deben llegar a aproximarse lo más posible a la muestra.

Un dato continuo que se tiene es el PH y los grados Brix de la pulpa, estos factores están dentro de las especificaciones del cliente y se deben cumplir obligatoriamente. Esto será medido mediante un análisis físico- químico de las muestras.

Una vez realizada las pruebas y muestreo de pulpas, se debe estandarizar el procedimiento realizado y la metodología utilizada. Es importante hacer esto ya que, siguiendo el mismo proceso, se reducirá la variabilidad que se está presentando.

Para realizar las muestras, se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Cantidad de insumos en cada mezcla.
- Metodología y procedimiento
- Personal
- Equipos
- Maquinaria

Los 5 factores serán evaluados para poder identificar donde se encuentra el error que está provocando la variabilidad.

- Cantidad de insumos en cada mezcla: se evaluará por medio de la realización de pruebas que logren asemejarse a la muestra dada.
- Metodología y procedimiento: se establecerá un instructivo estandarizado para la realización de las pruebas.
- Personal: se lo capacitará para que solamente una persona realice el procedimiento de las pruebas de tal manera que no haya diferencias entre la forma de hacer las mismas entre un operador y otro.
- Equipos: se verificará que los equipos de medición de las pruebas estén calibrados y siempre en buen estado.
- Maquinaria: se tomará en cuenta que la maquinaria este con los registros de mantenimiento respectivos, en buen estado y funcionando de manera igual y constante.

4.3. Plan de muestreo

Para la obtención de datos reales y confiables, se debe realizar un plan de muestreo donde se define qué es lo que se va a medir clasificando los datos en dos tipos:

- Datos continuos: serán datos que arrojen valores que se encuentran dentro de un rango específico dado y no son números enteros. En este caso las medidas de los grados Brix y el PH de la pulpa.
- Datos discretos: serán datos que arrojen valores exactos y numero enteros. En este caso las medidas del sabor, color y olor tendrán valores exactos ya que serán representados por una calificación.

El objetivo del plan es tomar muestras representativas de una población (lote) para no tener que medir todo. Esta muestra será medida y analizada y arrojará los datos que se quiere obtener de cada tipo de pulpa que se analizará.

Existen algunos métodos para realizar el plan de muestreo:

- Sistemático: selecciona una muestra por cada cierta cantidad de producción para controlar la variación.
- Estratificado: se divide la producción en estratos iguales y se selecciona aleatoriamente una muestra de cada estrato.
- Conglomerado: divide la producción en subgrupos y se mide la variabilidad dentro de ellos.
- Aleatorio: el muestreo aleatorio tiene la característica de tener una variación constante en las pruebas realizadas, es imparcial e independiente unas de otras.

En este caso, se elegirá un plan de muestreo aleatorio el cual se utiliza cuando la variación es igual durante la medición de todas las muestras realizadas. Este método garantiza que las muestras tomadas son representaciones de la población.

El motivo de elegir este método es porque el proyecto se enfoca principalmente en reducir la variabilidad y es importante al menos encontrar una variabilidad constante en cada muestra para encontrar el foco de mejora y saber dónde corregir.

Las muestras tomadas son independientes y cada una tiene un factor distinto para poder encontrar una que se asemeje más a la muestra patrón. Al ser un producto líquido, tiende a separarse por varios factores como viscosidad, y acidez de la fruta, es por esto que hay que tener un procedimiento básico antes de realizar cualquier medición:

- Se descongelan las muestras en su totalidad para que no exista variaciones de temperatura entre cada una
- Se coloca cantidades iguales de cada muestra en vasos de precipitación
- Se bate cada muestra a una velocidad constante durante 1 minuto para homogenizarlas.

- Se pone nombre a cada una de las muestras para que no haya equivocaciones ya que son parecidas en el color.
- Se realiza los dos análisis: físico-químico y organoléptico que son necesarios para poder tomar los datos arrojados.
- Se registra los datos en tablas comparativas para poder interpretarlos.

Los datos continuos se miden en el análisis físico-químico y los datos discretos son obtenidos en el análisis organoléptico.

4.3.1. Análisis físico- químico.

El análisis físico-químico toma en cuenta los factores: grados Brix y PH de la pulpa. Entre los requerimientos del cliente se pide que los rangos permitidos que la pulpa debe obtener son:

- Grados Brix de 11 a 14,5
- PH de 2,7 a 4

Por lo tanto, las muestras que serán analizadas deben cumplir con estos rangos para ser aceptadas por el cliente. El primer paso será realizar el análisis físico-químico en el cual se medirá el PH y los grados Brix dos veces para verificar su validez.

Se necesitaron los siguientes insumos y materiales para el análisis:

- Muestra base/ patrón (P)
- Muestra #1 (N)
- Muestra #2 (C)
- Ácido cítrico
- Agua destilada
- Balanza
- Vasos de precipitación
- Refractómetro

- PH metro
- Cuchara



Figura 15. Medición con PH metro



Figura 16. Medidor grados Brix y Agua destilada para calibración



Figura 17. Balanza digital.

Tabla 14

Mediciones Ph y Grados Brix de las muestras y patrón

MEDCIÓN PH Y GRADOS BRUX				
		P	1(N)	2 (C)
1	PH	3,13	3,33	3,22
	°BRUX	13,3	12,7	12,1
2	PH	3,14	3,35	3,24
	°BRUX	13,4	12,7	12,1

Conclusión de los datos obtenidos:

Después de verificar los datos obtenidos del análisis físico-químico realizado, se puede demostrar que se está cumpliendo con el requerimiento del cliente ya que las dos muestras se encuentran dentro de los rangos establecidos.

La pulpa debe constar con un PH entre 2,7 a 4, las muestras dadas tienen un PH de 3,35 y 3,24 respectivamente. Por lo tanto, se está cumpliendo con este requerimiento.

Los grados Brix de la pulpa deben estar entre un rango de 11 a 14,5 y las muestras arrojan resultados de 12,7 y 12,1 respectivamente. Por lo tanto, este requerimiento también se cumple.

Si los requerimientos del cliente solo dependieran de los grados Brix y del PH, cualquiera de las dos muestras puede ser utilizadas ya que ambas cumplen con los parámetros establecidos.

Ya que la muestra arroja un PH de 3,14 y grados Brix de 13,3, se debe escoger la prueba que más se aproxime a estos valores. La muestra 1 (N) tiene 3,35 de PH y 12,7 grados Brix, mientras que la muestra 2 (C) tiene 3,24 de PH y 12,1 Brix.

Ya que la muestra 1 (N) se acerca más al patrón en grados Brix y la muestra 2 (C) se acerca más al patrón en PH, pasarán al área de desarrollo donde se realizarán varias pruebas hasta obtener los valores más acercados a la muestra base.

4.3.2. Análisis Organoléptico.

Para el análisis organoléptico se toma en cuenta el sabor (sabor natural a maracuyá y acidez), color, y olor de la pulpa. Se procede a hacer el análisis donde se realizará una mezcla base que el cliente ha dado para que se logre obtener la que ellos utilizan para hacer los análisis de calidad.

Las mezclas iniciales se hacen previamente al análisis para poder establecer una base y un patrón al cual se quiere llegar. Ya que este análisis es subjetivo, se debe tratar de estandarizar las características que se quiere lograr de la pulpa

para de esta manera obtener un resultado óptimo y lograr la pulpa que el cliente pide.

Los datos que se obtendrán previamente, son para saber cómo se encuentra cada muestra con respecto a lo que se quiere lograr y luego se procede a alterar cada una aplicando ácido cítrico que cambiará sus propiedades, después de esto se volverán a tomar nuevas mediciones.

Para el análisis inicial se siguen los siguientes pasos:

- Se coloca en un vaso de 270.5 gr, 10 gr de azúcar, 10gr de pulpa y 80 gr de agua (esta mezcla con las cantidades especificadas son las que el cliente utiliza como base para su producto). Esto se mide en una balanza digital que nos ayudará a marcar los valores exactos.
- Se realiza la mezcla establecida por cada muestra de pulpa que se tiene: P, 1 (N), 2 (C).
- Para el análisis del color de la pulpa se toma como base un pantone de colores de pulpas donde se identifica el código del color más aproximado al de la mezcla y muestras dadas. El pantone cuenta con varios códigos y se definió que el código más aproximado tanto a la mezcla como al patrón son 7406XGC Y 144XGC respectivamente. Este va a ser el color base al cual las muestras 1(N) Y 2(C) tienen que asemejarse.
- En el análisis del sabor, se despliega en dos factores: sabor puro del maracuyá y acidez, tomando en cuenta un rango de calificación del 1-5 siendo 1 lo menos parecido a la muestra base (P), y 5 el sabor de (P).
- Se realizará las mediciones iniciales probando cada mezcla sin ningún aditivo adicional más que la base de agua y azúcar con sus cantidades respectivas y comparando con el patrón tomando en cuenta el criterio de dos miembros del equipo.

- La siguiente tabla es del análisis organoléptico solamente de la muestra patrón (P) para establecer la base de los factores a analizar y los valores a los que se quiere llegar.

Tabla 15

Análisis Organoléptico del patrón

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO (P)		
	Mezcla	Pulpa
Sabor Natural Maracuyá	5	5
Acidez	5	5
Color	7406XGC	144XGC
Olor	5	5

*Figura 18.* Color estándar de la mezcla*Figura 19.* Color estándar de la pulpa

- Después de que se estableció los valores estándar a los cuales las demás muestras deben llegar, se hace el análisis del sabor de cada una sin haber alterado la mezcla establecida. Los valores son una calificación de proximidad al patrón en un rango del 1 al 5 siendo 5 lo más parecido al patrón y 1 lo menos parecido al mismo.

Tabla 16

Ponderaciones según acercamiento a la pulpa

CM	1 (N)	2 (C)
SABOR MARACUYÁ	3	4
ACIDEZ	3	4
COLOR	4	5
OLOR	4	5

EP	1 (N)	2 (C)
SABOR MARACUYÁ	3	4
ACIDEZ	2	3
COLOR	4	5
OLOR	4	5



Figura 20. Muestras con mezclas respectivas

Después de haber realizado el análisis inicial del patrón y las muestras 1 (N) y 2 (C), se procede a realizar el análisis organoléptico de las mismas agregando el ácido cítrico a cada una en distintas cantidades siguiendo los siguientes pasos:

- Se realiza otra mezcla base que dio el cliente, de 10 gr de azúcar, 10 gr de pulpa, y 80 gr de agua. Esta mezcla será utilizada para comparar la muestra con el ácido cítrico agregado.
- Se toma la muestra 1 (N) y se coloca en 3 vasos distintas cantidades correspondientes al porcentaje de ácido que se agregará.
- La relación base que se hará en cada vaso es que por cada 10 gr de pulpa se agrega 0.5 gr de ácido cítrico. Estos valores serán exactos ya que se utiliza la balanza digital para medir las cantidades.
- La siguiente tabla mostrara las cantidades que se agrega a cada mezcla con su respectivo porcentaje de ácido cítrico.

Tabla 17

Cantidades de Insumos colocadas en cada mezcla

CANTIDADES DE INSUMOS PARA CADA MEZCLA				
Ácido Cítrico (%)	Ácido Cítrico (g)	Pulpa (g)	Azúcar (g)	Agua (g)
5%	0,5	10	10	80
3%	0,5	16,5	16,5	132
8%	0,5	6,5	6,5	52
2%	0,5	25	25	200
1%	0,5	50	50	400

Las cantidades de agua, pulpa y azúcar requeridos para cada mezcla son determinadas mediante una regla de tres simple, con respecto a la base dada por el cliente de 10 gr de azúcar, 10gr de pulpa y 80gr de agua.

- Se procede a probar las mezclas con las cantidades agregadas en cada una y se compara con (P) el sabor a maracuyá y la acidez después de haber mezclado bien y homogenizado cada una.
- Dos miembros del equipo son los que probaran cada mezcla y determinaran el rango de semejanza de cada una con respecto al patrón.

Tabla 18

Calificaciones de las muestras según ácido agregado

MUESTRA 1 (N)

CM	8%	3%	5%	2%	1%
SABOR MARACUYÁ	2	5	2	4	4
ACIDEZ	3	4	2	3	5
COLOR	4	4	4	4	4
OLOR	4	4	4	4	4

EP	8%	3%	5%	2%	1%
SABOR MARACUYÁ	2	5	3	3	4
ACIDEZ	2	4	2	4	4
COLOR	4	4	4	4	4
OLOR	4	4	4	4	4

MUESTRA 2 (C)

CM	8%	3%	5%	2%	1%
SABOR MARACUYÁ	1	4	1	4	5
ACIDEZ	2	4	2	4	5
COLOR	5	5	5	5	5
OLOR	5	5	5	5	5

EP	8%	3%	5%	2%	1%
SABOR MARACUYÁ	1	3	2	4	5
ACIDEZ	1	3	2	5	4
COLOR	5	5	5	5	5
OLOR	5	5	5	5	5

Según las tablas, las calificaciones más altas en cada factor son cuando la mezcla contiene 1% de ácido cítrico, por lo tanto, se procede a realizar una tabla de ponderación para poder seleccionar cuál de las dos muestras es la que más se aproxima al patrón y la que debe ser utilizada para el análisis.

Ya que el sabor (donde se despliega el sabor a maracuyá y la acidez) es el requerimiento donde el cliente pone más énfasis, se pone una ponderación más alta y equivale al 60%, mientras que el olor y el color son importantes, pero no principales, equivalen al 20% cada uno.

Tabla 19

Tabla de calificaciones ponderada según peso especificado

Miembro CM:

FACTORES	Peso (%)	MUESTRA 1 (N)	MUESTRA 2 (C)
SABOR MARACUYÁ	30%	1,2	1,50
ACIDEZ	30%	1,5	1,50
COLOR	20%	0,8	1,00
OLOR	20%	0,8	1,00
Total	100%	4,30	5,00

Miembro EP:

FACTORES	Peso (%)	MUESTRA1 (N)	MUESTRA2 (C)
SABOR MARACUYÁ	0,30	1,20	1,50
ACIDEZ	0,30	1,20	1,20
COLOR	0,20	0,80	1,00
OLOR	0,20	0,80	1,00
Total	1,00	4,00	4,70

Conclusiones de los datos obtenidos:

Después de establecer que el patrón siempre será a lo que se debe llegar, y ponderándolo con 5 siendo el máximo puntaje, se analizó las muestras con el porcentaje de ácido cítrico colocado.

Los miembros del equipo que más conocen acerca de los requerimientos del cliente son los que hacen las mezclas y las prueban para identificar cuál de ellas es la que más se asemeja al patrón.

Se llega a la conclusión que la muestra 1 (N) es la que menos acerca al patrón teniendo como calificación total en la tabla ponderada 4.3 por el miembro CM y 4 por el miembro EP.

También se observa según las tablas, que la muestra 2(C) con un aditivo de ácido cítrico del 1%, llega a asemejarse al patrón lo más posible ya que el total de calificaciones en las tablas ponderadas son de 5 por el miembro CM y 4.7 por el miembro EP.

Por lo tanto, la muestra 2(C) con un aditivo de ácido cítrico del 1% es la que debe ser utilizada para su análisis completo posterior.



Figura 22. Mezclas con Ácido Cítrico

4.4. Desempeño del proceso.

Los procesos deben ser medidos y controlados para poder entender la capacidad de cada uno, y en caso de que sea necesario, mejorarlos de manera continua para alcanzar las metas de producción y de la empresa y por lo tanto efectividad. Para esto es importante entender el comportamiento del proceso, controlar su funcionamiento y prevenir cualquier factor que lo pueda afectar.

Medir el desempeño del proceso es hacer una medición de los indicadores que permiten conocer como está actualmente el mismo. Cada proceso cuenta con indicadores de productividad medibles que dependen de los objetivos de producción que tiene la empresa, es decir que se encuentran alineados a la misma. Los indicadores son la relación entre un recurso o insumo y un resultado y pueden incluir:

- Costo por producto
- Cantidad de producción por hora o jornada
- Calidad del producto por lote
- Innovación del producto por año
- Cumplimiento de entrega por lote

Existen dos tipos de indicadores:

- Indicadores de efectividad: son los que miden el grado de cumplimiento y satisfacción del cliente, así como también si es que el proceso está cumpliendo con los objetivos estratégicos de la empresa.
- Indicadores de eficiencia: Se enfoca en la óptima utilización de los recursos durante el proceso. Estos indicadores miden el correcto funcionamiento del proceso (errores, re trabajos, paras, desperdicios,

etc.), los recursos utilizados, como la energía, tiempos de ciclo, productividad.

Existen distintas maneras de medir el desempeño del proceso mediante ciertas herramientas y cálculos para poder llegar a conclusiones:

- Rendimiento tradicional: es la relación entre las piezas que salen bien dividido para las piezas que entran al inicio del proceso. Mide el total de piezas que salen bien al final de todo el proceso.
- Rendimiento de primera vez: es la relación entre las piezas que salen bien dividido para las piezas que entran en cada fase del proceso. Mide el total de piezas que salen bien en cada etapa del proceso.
- Rendimiento en cadena: se mide el resultado de rendimiento en cada fase del proceso.
- La fábrica oculta: se mide el re trabajo o desperdicio en el proceso y se debe utilizar recursos adicionales para realizar el trabajo.
- DPMO (Defectos por Millón de Oportunidades): se mide el número de defectos que se producen por millón de oportunidades, es decir, se cuentan los defectos, utiliza estadística y ayuda a observar el impacto de los errores y las mejoras de los mismos.
- OEE (Eficacia Global de Equipos Productivos): mide la eficacia de las máquinas para poder cuantificar la productividad y eficiencia de los procesos. Indica mediante porcentajes la eficacia de cualquier proceso.

Debido a que la empresa es una industria alimenticia, la calidad, la eficiencia y la disponibilidad juegan un gran papel, son tres aspectos importantes que cuentan con distintos enfoques que cuando se juntan se llega a medir de mejor manera el desempeño del proceso. Es por este motivo que se ha elegido la herramienta OEE.

Se debe controlar la calidad ya que no puede haber productos con defectos porque la pulpa que se vende afectaría directamente al cliente final que consume el producto provocando cualquier tipo de problemas.

Es importante medir la disponibilidad ya que se trabaja con productos perecibles y por este motivo no se puede tener la materia prima almacenada por mucho tiempo, existen tiempos máximos y mínimos en que la materia prima y los insumos deben estar almacenados tanto en las canastas como en los cuartos fríos. Mediante la medición de la eficiencia se permitirá también controlar los rendimientos por fruta y por proveedor.

El OEE será analizado por jornada de trabajo y no por lote, debido a que el promedio de producción de la empresa es de 2 a 3 tipos de pulpas de diferentes frutas por día y es ahí donde se dan los tiempos de cambio entre un proceso y otro, así como también tiempos de preparación, limpieza de las máquinas para cambios de fruta, re trabajos, identificación de frutas en mal estado, etc. De esta manera se hará una medición real de cuál es la eficiencia de producción de la pulpa de maracuyá que será la única fruta analizada y así se podrá identificar cuáles son los indicadores que están siendo cumplidos y en cuales se necesita mayor enfoque para su mejora respectiva.

Para obtener los datos para la realización del OEE, se hará una plantilla de toma de tiempos en cada parte del proceso de la producción de maracuyá y de esta manera analizar cuál es la disponibilidad, eficiencia y calidad y determinar el OEE de la producción de la pulpa

Tabla 20

Hoja de medición de tiempos Producción de Maracuyá

PROCESO	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO (min)	KG MT	KG PT	Velocidad kg/min
Recepción Materia Prima	7:00	8:00	60	1500	600	10
Inspección	7:40	8:00	20	1500	600	30
Pesado	8:00	8:20	20	1500	600	30
Selección y Clasificación	8:20	8:30	10	1500	600	60
Lavado y Desinfectado	8:30	8:45	15	1500	600	40
Corte	8:45	13:45	300	1500	600	2
Despulpado	13:45	17:25	280	1500	600	2,14
Formulado	17:25	17:30	5	1500	600	120
Pasteurizado	8:00	12:00	240	1500	600	2,5
Liberado	12:00	12:05	5	1500	600	120
Envasado y Sellado	12:05	12:45	40	1500	600	15
Almacenado	12:45	12:50	10	1500	600	60
Tiempo Total de producción (min)	1005					
Tiempo Total (horas)	16,75					

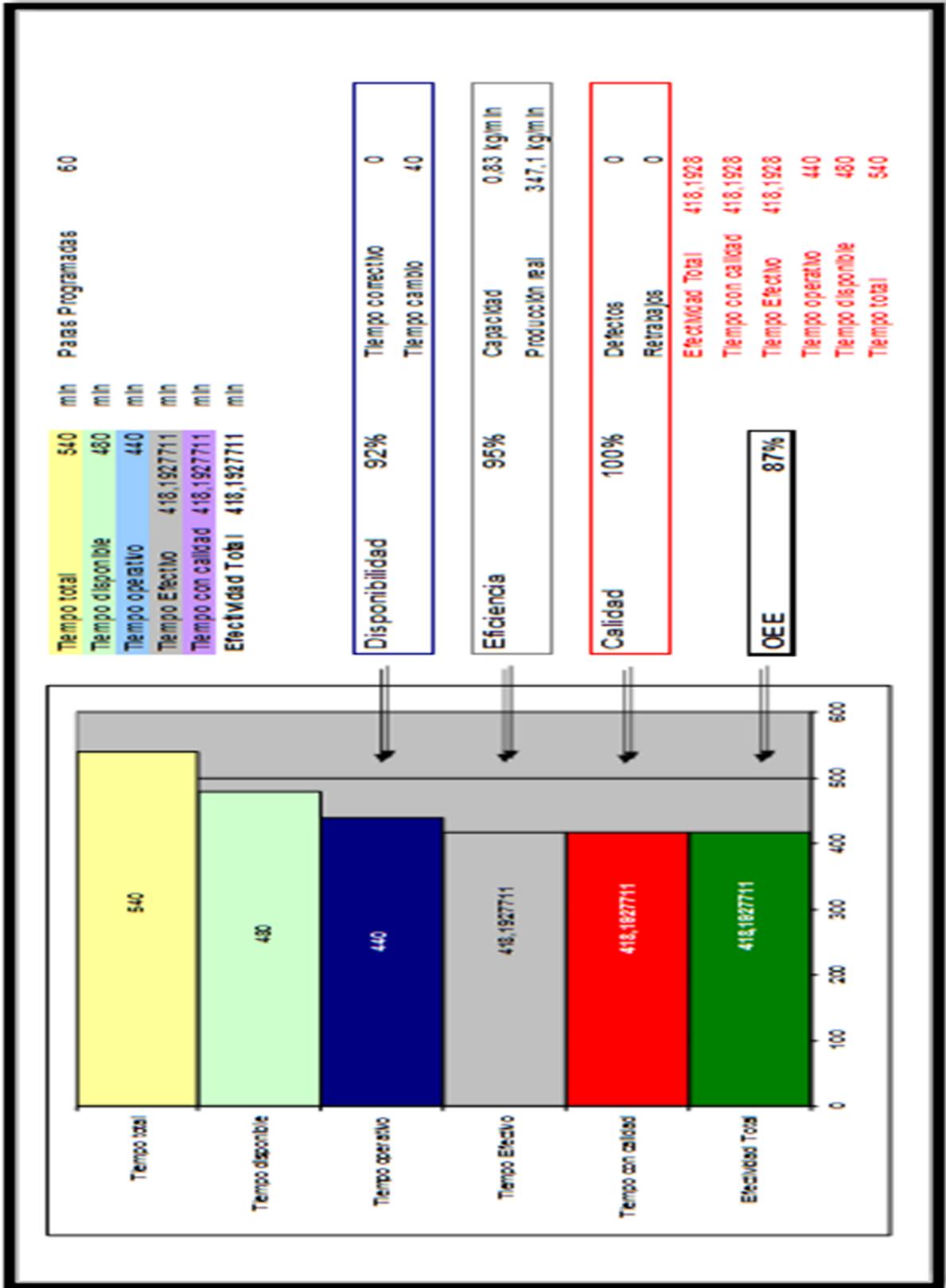


Figura 23. Analisis OEE de la producción de pulpa de maracuyá

Mediante el OEE calculado, se determinará que tan bien o mal está funcionando la planta, también se puede utilizar este valor para comparar como se está con respecto a otras plantas similares o incluso con la competencia.

Al obtener un OEE de 87% se compara con una tabla mundialmente aceptada pero que no está establecida como una norma o un estándar sino solo como ayuda para tener una idea de que tan bueno o malo es el OEE que se calculó.

Tabla 21

Interpretación mundial resultados OEE

Valor de OEE	NIVEL	Situación	Significado	Competitividad
Menor a 65%	Malo	Inaceptable	Grandes Pérdidas Existe Riesgo Operativo	Muy Baja
Entre 65% y 75%	Regular	Aceptable solo con Mejora	Grandes Pérdidas Puede no ser negocio.	Baja
Entre 75% y 85%	Buena	Aceptable	Ligeras Pérdidas Oportunidad de Mejora	Ligeramente Baja o Media
Entre 85% y 95%	Muy Buena	Aceptable	Se acerca a Clase Mundial Liderazgo en el Mercado	Buena
Mayor a 95%	<i>World Class</i>	Excelencia	Objetivo general de todas las empresas manufactureras	Excelente

Tomado de (OEE)

Conclusiones obtenidas del OEE:

Los datos que arroja el OEE son basados en la plantilla de toma de tiempos que se realizó, de acorde a esto se determina que:

- La disponibilidad es de 92% ya que existe un tiempo de cambio de 40 minutos porque la empresa produce más de una pulpa de distinta fruta al día, entonces hay que lavar bien todas las máquinas y los materiales que se utilizan para que no influya en la producción de la siguiente pulpa. No existe tiempo correctivo.
- La eficiencia es de 95% ya que la capacidad de producción es 0,83 kg/min, es decir, 398,4 kg/día y la producción real es de 347,1 kg/día tomando en cuenta los tiempos muertos.
- La calidad es de 100% debido a que no existen re trabajos ni reprocesos y tampoco defectos en la pulpa final ya que se hace el procedimiento de manera cuidadosa y justa al principio. Se produce por tanques de 200kg y si es que sale mal un tanque, se pierde tiempo y producción de ese día.

Dados estos 3 datos se los multiplica y da un resultado OEE de 87%, según la tabla que se usa para identificar cual es el nivel que tiene la empresa, significa que:

- Nivel: muy bueno
- Situación: Aceptable
- Significado: Liderazgo en el mercado
- Competitividad: Buena

Por lo tanto, el desempeño de la empresa con respecto al proceso de producción de la pulpa de maracuyá es óptimo, y se puede realizar la pulpa según como el cliente lo requiere y obtener los resultados esperados.

4.5. Análisis del sistema medición

El objetivo principal de analizar el sistema de medición es verificar la exactitud, precisión, discriminación, estabilidad, repetitividad y reproducibilidad de los datos que se obtiene después de medir.

Existen dos tipos de análisis:

- De datos cuantitativos: se mide la reproducibilidad y la repetitividad de los datos en números y unidades
- De datos cualitativos: donde se miden los atributos mediante inspección visual, tacto, gusto u olfato. Es un análisis subjetivo donde se determina concretamente cuál de los operarios que realiza la medición es el más acercado a la realidad.

Debido a que el análisis de las muestras se lo realizo probando cada una y determinando con calificaciones del 1 al 5 cuál de ellas era la más acercada al patrón, se utilizara el análisis de datos cualitativos.

Para llevar a cabo el R&R, se utiliza una tabla tomada del curso *Green Belt* de *Lean Six Sigma Institute*, esta tabla ayuda a determinar los datos arrojados por las pruebas y cuál es el porcentaje de concordancia según los operadores que hacen las mediciones.

Tabla 22

Análisis del sistema de medición mediante herramienta R&R

Efectividad de un R&R por Atributos

HOJA DE DATOS

Fecha:	25/05/2017
Nombre:	Camila Monge
Producto:	Maracuyá
Línea:	Industrial

Leyendas para los Atributos

1	Aprobado
2	Rechazado

Los Operadores concuerdan con los Operadores consigo mismo y con los demás con el estándar

Población Conocida	Operador 1		Operador 2		Operador 3		SI/NO concuerdan	SI/NO concuerdan
	Prueba # 1	Prueba # 2	Prueba # 1	Prueba # 2	Prueba # 1	Prueba # 2		
Muestra 1	Aprobado	Aprobado	Rechazado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	SI	SI
2	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	SI	SI
3	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	SI	SI
4	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	SI	SI
5	Rechazado	Rechazado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Rechazado	NO	NO
6	Rechazado	Rechazado	Aprobado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	NO	NO
7	Aprobado	Aprobado	Rechazado	Rechazado	Aprobado	Aprobado	NO	NO
% CONCORDANCIA CONSIGO MISMO		71,43%		85,71%		85,71%		
% CONCORDANCIA CONTRA ATRIBUTO		71,43%		57,14%		85,71%		

CALIFICACION GLOBAL CONTRA SI MISMOS 57,14%

CALIFICACION GLOBAL CONTRA EL ESTÁNDAR 57,14%

Tabla 23

Reporte análisis R&R

REPORTE: Efectividad de un R&R por Atributos

Fecha: 25/05/2017

Nombre: Camila Monge

Producto: Maracuyá

Línea: Industrial

Fuente	% Contra sí mismos			% Contra el Estándar		
	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 1	Operador 2	Operador 3
Muestras Inspeccionadas	7	7	7	7	7	7
Correctas	5	6	6	5	4	6
Falsos Negativos (el operador tiende a rechazar las buenas)				0	1	0
Falsos Positivos (el operador tiende a aprobar las malas)				0	1	0
Mezclados (el operador no concuerda consigo mismo)				2	1	1
95% Límite Superior	96,3%	99,6%	99,6%	96,3%	90,1%	99,6%
Calificación	71,4%	85,7%	85,7%	71,4%	57,1%	85,7%
95% Límite Inferior	29,0%	42,1%	42,1%	29,0%	18,4%	42,1%

Conclusiones análisis R&R:

La tabla toma en cuenta 3 operadores que hacen el análisis de cada muestra realizada, se hicieron 7. La primera columna indica el estándar de cada prueba es decir las que después del análisis realizado previamente, salen aprobadas o rechazadas, de esta manera se puede ver que operador aprueba o rechaza correctamente.

Cada operador hace dos pruebas de cada muestra y así se ve si se contradicen o están de acuerdo consigo mismos y también si contradicen o están de acuerdo con el estándar. Los resultados son los siguientes:

- El operador 1 tiene una concordancia consigo mismo de 71.43% y 71.43% contra el atributo.
- El operador 2 tiene una concordancia consigo mismo de 85.71% y 57.14% contra el atributo.
- El operador 3 tiene una concordancia consigo mismo de 85.71% y 85.71% contra el atributo.

Según la tabla y el reporte de resultados se puede concluir que entre los 3 operadores que hicieron el análisis, el operador 3 es el que tiene mejores aciertos y pudo rechazar y aprobar las muestras de manera correcta.

Esto quiere decir que la variabilidad del sistema de medición tiene un porcentaje de 14.28% y debido a que las mediciones son cualitativas y se hacen según los sentidos de la persona, es aceptable esta variabilidad.

El sistema de medición está aprobado y validado ya que el operador 3 tuvo la mejor calificación y es el mejor capacitado para realizar este tipo de análisis cualitativos.

5. CAPÍTULO V. ETAPA III: ANÁLISIS

En esta etapa, se determinará cuáles son las principales fuentes de variación utilizando los datos obtenidos en el R&R. también se reconocerán cuáles son las causas de los problemas que se presentan con respecto a las CTQ's y se determina que se debe hacer para proponer acciones de mejora.

Las actividades principales en esta etapa son determinar la causa raíz del problema para poder establecer cuáles son las variables que deben ser atacadas, y analizar la capacidad del proceso.

Las causas de la variación se clasifican en dos grupos importantes:

- Causas comunes: afectan a todos y se dan por el mal diseño de ciertas cosas dentro de la planta que utilizan los operadores o les puede afectar para hacer su trabajo como material inadecuado, cuchillos desafilados, mesas se tambalean, etc.
- Causas especiales: no afectan a todos y se dan por situaciones en particular como maquinas que se desajustaron, ambiente laboral o problemas esporádicos, métodos alterados por algún motivo, etc.

Se utilizarán herramientas para poder identificar tanto las causas comunes como las especiales y de esta manera llegar a la fuente de variación del proceso según los datos que este arroja.

Las herramientas que se utilizará para encontrar las causas de la variabilidad son: el diagrama de espina de pescado y el diagrama de correlación.

5.1. Diagrama Ishikawa de espina de pescado

Esta herramienta se arma mediante una lluvia de ideas donde se las organiza como las causas de un efecto, en este caso el problema. De esta manera se visualiza cuáles son los problemas que se tiene y se puede identificar donde se puede mejorar.

Para elaborar el diagrama se debe seguir los siguientes pasos:

1. Elaborar una lluvia de ideas de cuáles pueden ser las causas posibles que generan la variación del proceso y de esta manera obtener el resultado que es el problema principal.
2. Se clasifica las posibles causas según las 6M (maquinas, mano de obra, materiales, medio ambiente, medición).
3. Se categoriza cada causa y se agrega subcausas dentro de cada categoría para poder entender el porqué de cada efecto.
4. Se comprueba cada causa y cada efecto del problema.
5. Se señala de manera llamativa las causas principales encontradas para poder tener un enfoque claro de acciones de mejora.

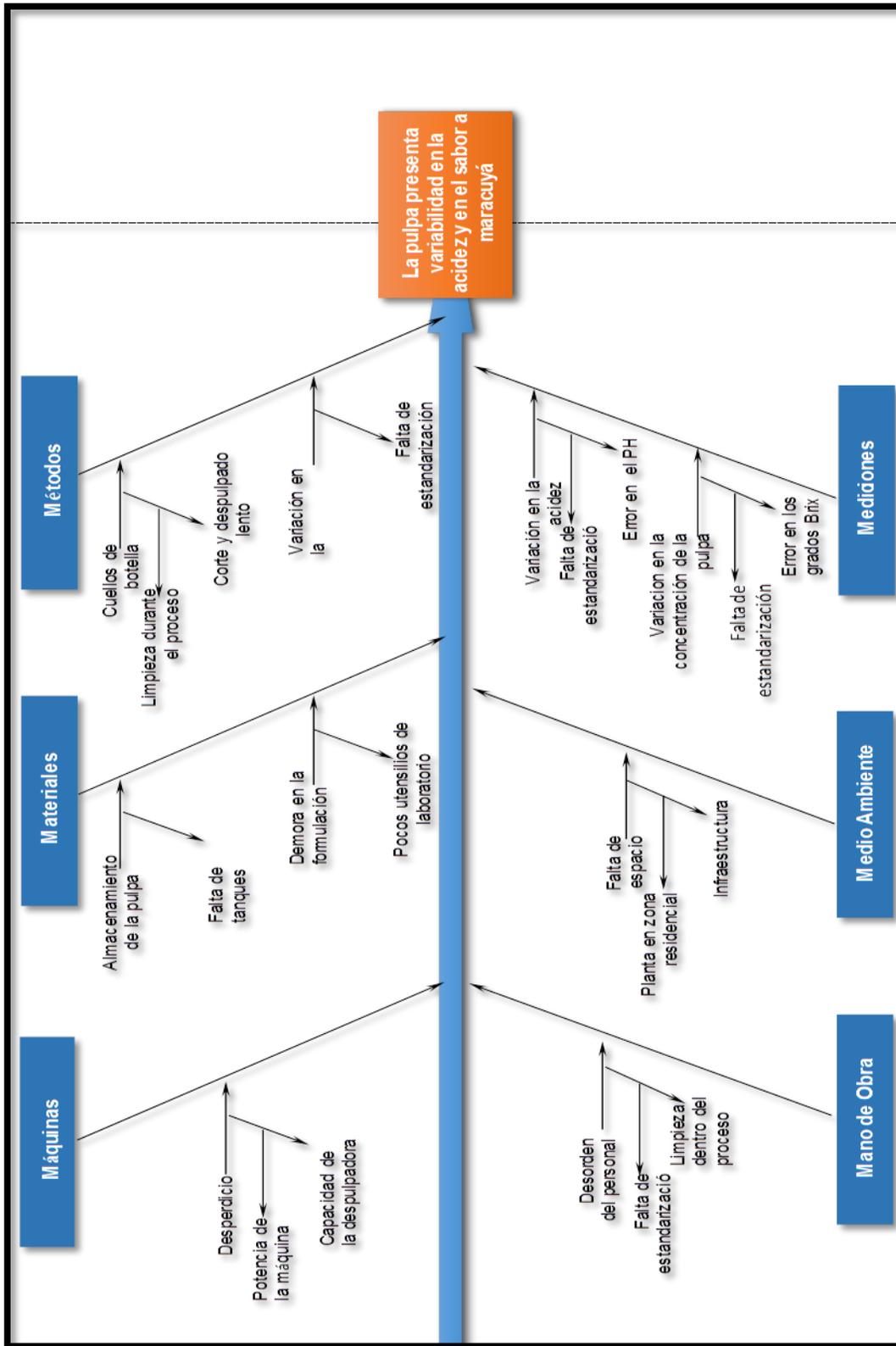


Figura 24. Diagrama de espina de Pescado

Conclusiones Diagrama de espina de pescado:

Según el diagrama podemos ver que el problema principal es el que se está tratando a lo largo del proyecto, la variabilidad en el sabor de la pulpa específicamente en la acidez y en la concentración del maracuyá en el producto terminado. Como se puede ver en cada M, hay distintos factores que pueden afectar. Principalmente, lo que más afecta al proceso es la falta de estandarización de los procedimientos tanto en el corte, despulpado y formulación.

La falta de estandarización en los procesos es muy común en empresas pequeñas por lo que en las acciones de mejora se puede proponer un manual o algún tipo de homogenización en los tres procesos para que de esta manera la variación pueda ser reducida. A continuación, la tabla muestra en resumen cada problema en cada área y sus causas principales. Algunas causas se repiten y es así como se concluye cuál de ellas es la que está afectando directamente al problema principal.

Tabla 24

Resumen Diagrama de Ishikawa

PROBLEMA		CAUSA
MÁQUINAS	Desperdicio de la pulpa	Potencia de la maquina insuficiente
		Capacidad de la despulpadora insuficiente
MATERIALES	Poco espacio para almacenamiento de la pulpa	Falta de tanques para colocación de la pulpa
	Demora en la formulación	Pocos utensilios para manejo de laboratorio
MÉTODOS	Cuellos de botella	Proceso de corte y despulpado lento
		Limpieza de la planta durante el proceso
	Variación en la formulación	Falta de estandarización
MANO DE OBRA	Desorden del personal	Limpieza de la planta durante el proceso
		Falta de estandarización
MEDIO AMBIENTE	Falta de espacio	Infraestructura
		Planta en zona residencial
MEDICIONES	Variación en la acidez del PT	Error en el PH
		Falta de estandarización
	Variación en la concentración de la fruta en la pulpa	Error en los grados Brix
		Falta de estandarización

5.2 Histograma

Se utilizará el histograma para hacer una representación gráfica de la frecuencia de los datos obtenidos de los registros de la pulpa de maracuyá tanto del PH como de los grados Brix. Gracias a este gráfico se podrá observar la tendencia de los datos y determinar dónde está la variabilidad de los mismos según como se distribuyan las barras. Para poder elaborar el cuadro, se utilizará el programa Minitab para ingresar los datos y crear la distribución de los mismos en el gráfico. Se realizará dos gráficos distintos, uno con los datos del PH y otro con los datos de los grados Brix.

Histograma Ph:

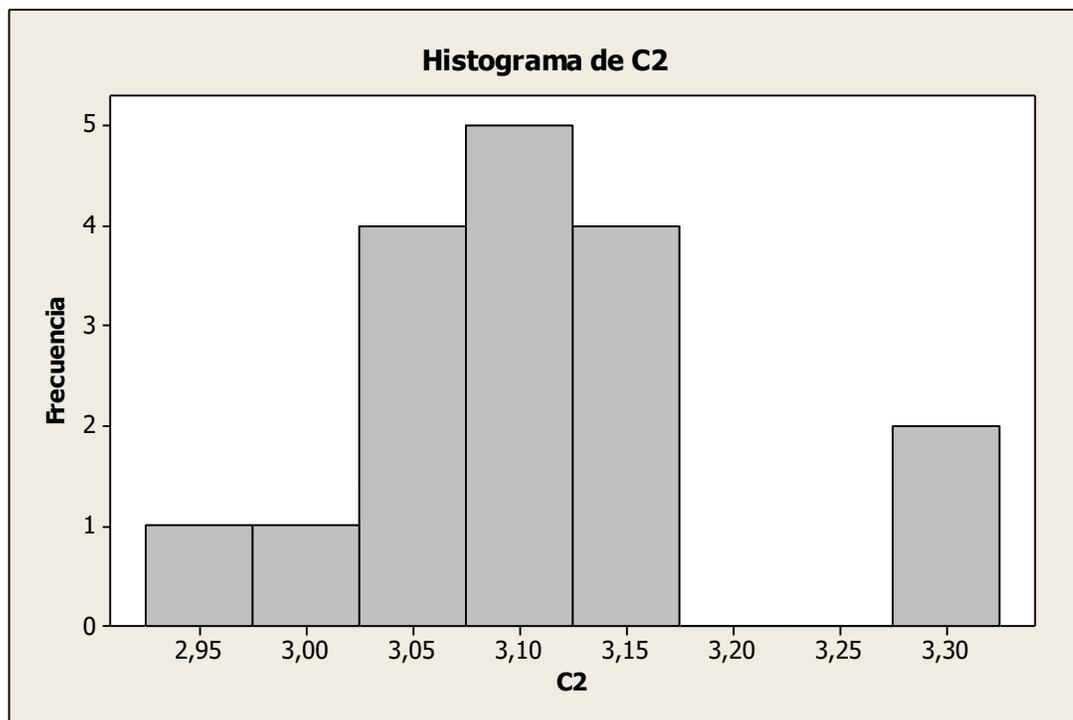


Figura 25. Histograma PH

La frecuencia del grafico indica la cantidad de datos que hay en cada barra o clase, y C2 indica los valores del Ph de la pulpa. Se puede observar que:

- Existe 1 valor en 2.95
- Existe 1 valor en 3
- 4 valores en 3.05
- 5 valores en 3.10
- 4 valores en 3.15
- 2 valores en 3.30

Debido a que las especificaciones del cliente determinan que el Ph de la pulpa debe estar entre 2.7 y 4, la variación máxima que se tiene esta entre 2.95 y 3 que es aceptable. Según la interpretación del grafico el proceso está centrado y presenta poca variación ya que todos los demás datos están entre 3.05 y 3.3.

Histograma grados Brix:

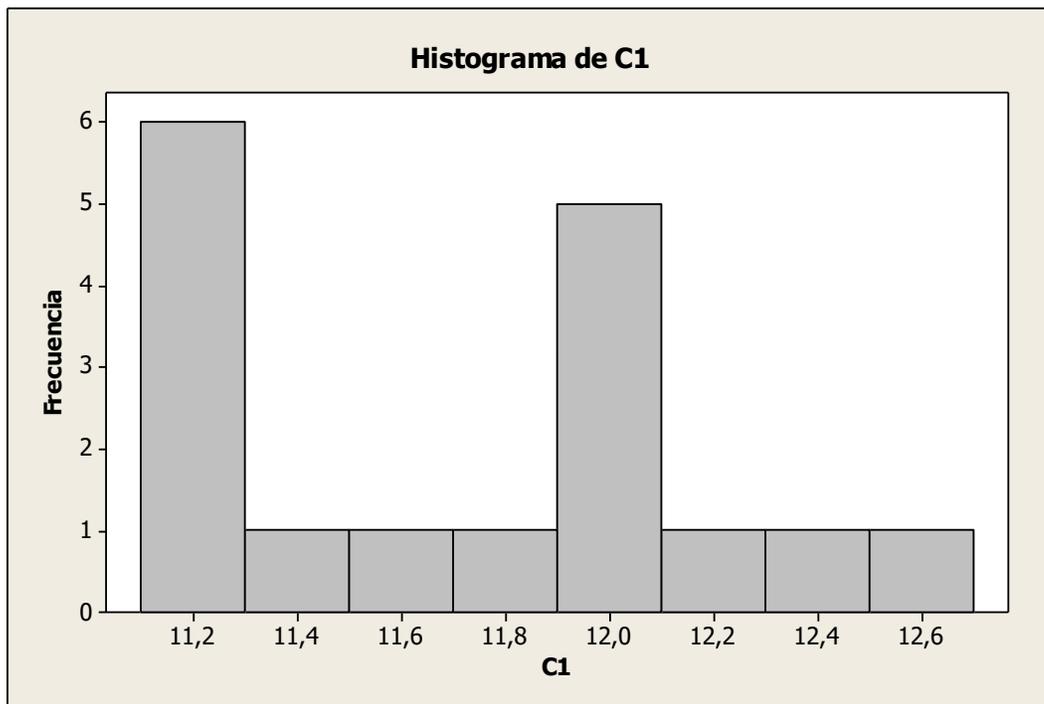


Figura 26. Histograma Grados Brix

En el histograma de los grados Brix de la pulpa se puede observar que:

- Existen 6 valores en 11.2
- 1 valor en 11.4
- 1 valor en 11.6
- 1 valor en 11.8
- 5 valores en 12
- 1 valor en 12.2
- 1 valor en 12.4
- 1 valor en 12.6

Las especificaciones del cliente están entre 11 y 14.5, la variación en este grafico se encuentra en las clases donde solo está un valor, esto quiere decir que según el grafico, el histograma tiene dos picos donde se encuentran concentradas dos tipos de poblaciones dentro del proceso y los demás están dispersos y desordenados. Por lo tanto, el proceso no tiene una distribución normal ni es constante y tampoco se encuentra centrado.

5.3. Capacidad del proceso

La capacidad del proceso se concreta en la comparación que existe entre la variabilidad normal que tiene un proceso y los parámetros establecidos por el cliente (VOC). Determinar la capacidad del proceso ayudará a determinar el nivel de variación. Permitirá identificar si las especificaciones son correctas para la salida de las variables establecidas. Si es que las variables se encuentran dentro de las especificaciones establecidas, y si la variación sobrepasa los parámetros permitidos. Permite también saber si los defectos que se producen pueden ser controlados o se debe corregir el proceso para poder cumplir con los requerimientos del cliente.

Se debe calcular la capacidad potencial (Cp) y real (Cpk) del proceso para poder realizar el análisis. La primera compara los límites de tolerancia de las especificaciones dadas y los límites que tiene el proceso para aprobar un defecto. Y la segunda mide la capacidad de un proceso para producir dentro de las especificaciones dadas. El Cp se utiliza para la evaluación del proceso mientras que el Cpk da un seguimiento al proceso con respecto al tiempo.

El procedimiento que se realiza para medir la capacidad el proceso es:

1. Obtención de datos
2. Calculo de Cp
3. Calculo de Cpk
4. Interpretación de datos según tabla
5. Toma de decisiones

Se aplicará los cálculos tanto a los datos del sabor de maracuyá y a la acidez que es donde se está haciendo el enfoque principal del Proyecto. Los datos han sido tomados de los registros de producción de pulpa y sus mediciones de PH y grados Brix que corresponden a la acidez y concentración de la fruta en la pulpa.

Formulas:

$$CP = \frac{LSE-LIE}{6\sigma} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

$$Cpk = \frac{x-LIE}{3\sigma} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

$$Cpk = \frac{LSE-x}{3\sigma} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

LSE= Límite superior especificado (se lo obtiene del rango máximo especificado por el cliente)

LIE= Límite inferior especificado (se lo obtiene del rango mínimo especificado por el cliente)

σ desviación estándar de los datos de los registros de producción.

\bar{x} = promedio de los datos de los registros de producción

Grados Brix- Sabor de maracuyá:

$$LSE = 14.5$$

$$LIE = 11$$

$$\sigma = 1.52$$

$$\bar{x} = 11.7$$

$$CP = \frac{14.5 - 11}{6(1.52)} = \frac{3.5}{9.12} = 0.38$$

$$Cp = 0.38$$

$$Cpk = \frac{11.7 - 11}{3(1.52)} = \frac{0.7}{4.56} = 0.15 \text{ (menor)}$$

$$Cpk = \frac{14.5 - 11.7}{3(1.52)} = \frac{2.8}{4.56} = 0.61$$

$$Cpk = 0.15$$

*Se escoge siempre el valor más pequeño de Cpk para el análisis.

- Debido a que $Cp > Cpk$, el proceso no está centrado
- Debido a que $Cp < 1.33$ y $Cpk < 1.33$, el proceso es incapaz

La interpretación de los datos se muestra en el siguiente gráfico:

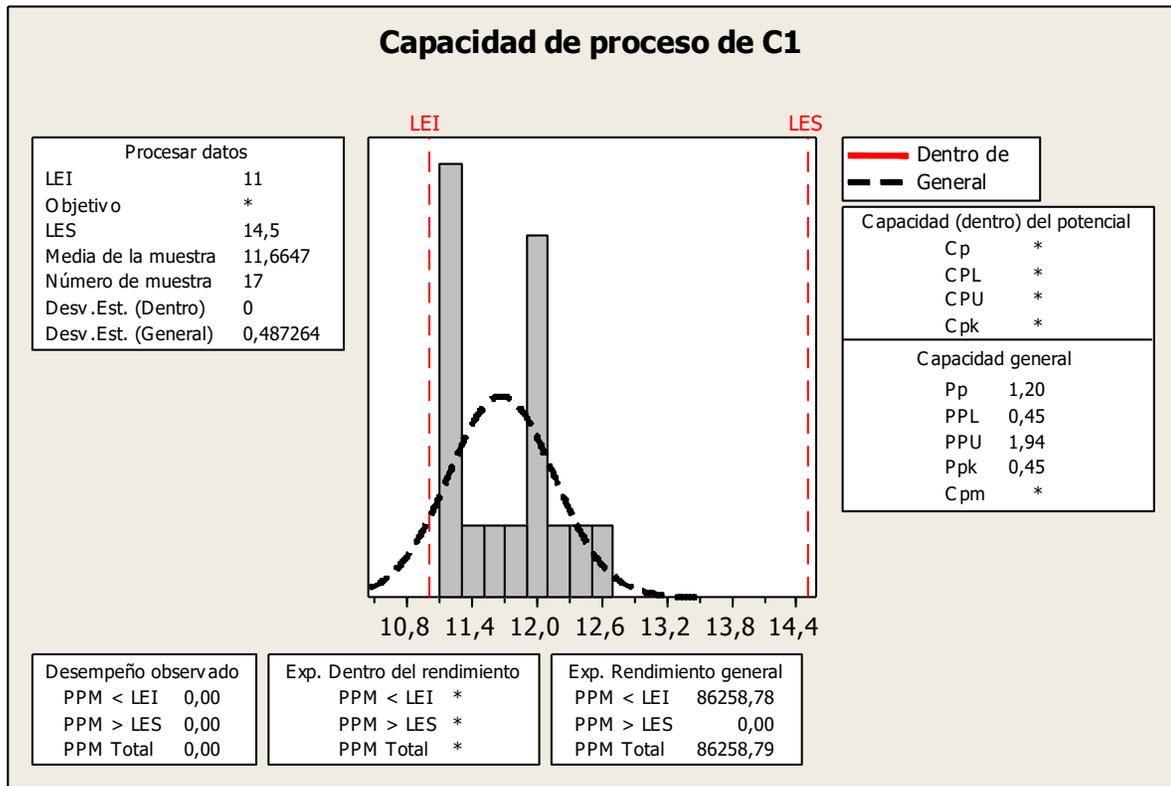


Figura 27. Análisis Capacidad de del proceso según grados Brix

PH- Acidez de la pulpa:

LSE= 4

LIE=2.7

$\sigma=0.09$

$\square = 3.11$

$$CP = \frac{4 - 2.7}{6(0.09)} = \frac{1.3}{0.54} = 2.4$$

$C_p = 2.4$

$$C_{pk} = \frac{3.11 - 2.7}{3(0.09)} = \frac{0.41}{0.27} = 1.52 \text{ (menor)}$$

$$C_{pk} = \frac{4 - 3.11}{3(0.09)} = \frac{0.89}{0.27} = 3.29$$

$C_{pk} = 1.52$

- Debido a que $C_p > C_{pk}$, el proceso no está centrado
- Debido a que $C_p > 1.33$ y $C_{pk} > 1.33$, el proceso es capaz

La interpretación de los datos se muestra en el siguiente gráfico:

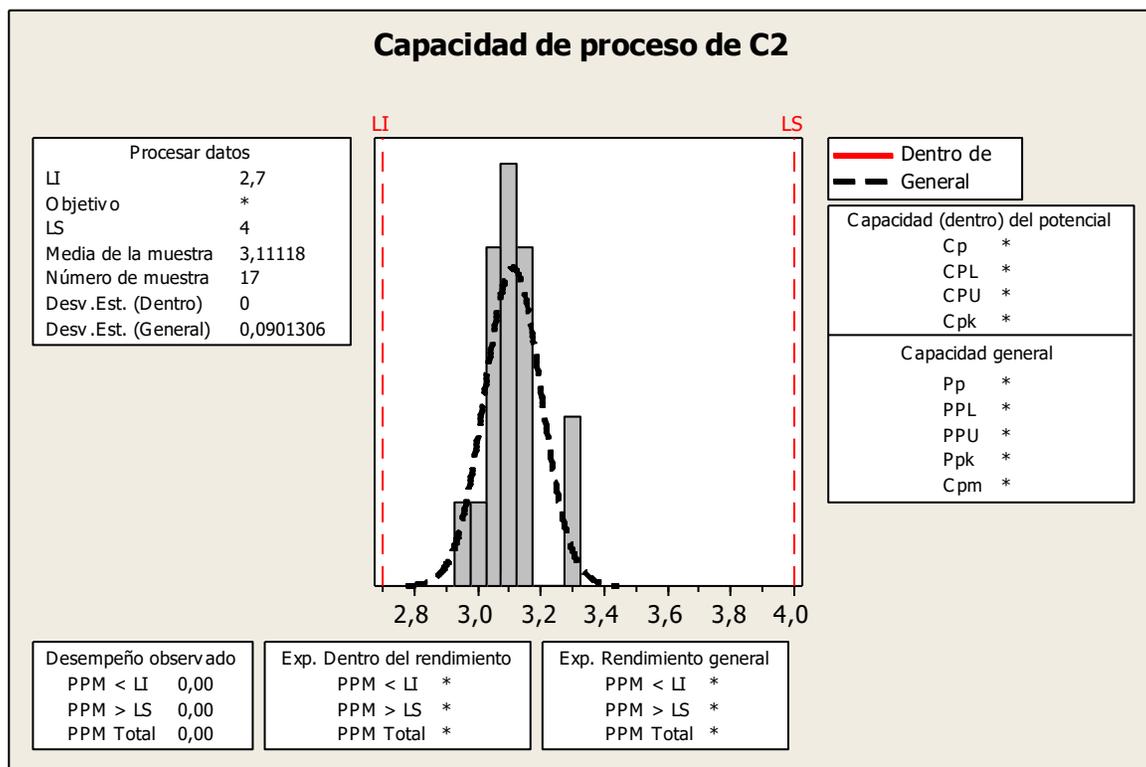


Figura 28. Análisis Capacidad de del proceso según el PH

Conclusiones del análisis de la capacidad del proceso:

Después de observar los resultados arrojados por el análisis de la capacidad de, proceso, se obtuvo que:

- En el análisis del sabor del maracuyá (grados Brix) se obtuvo un $C_p=0.38$ y un $C_{pk}= 0.15$, esto quiere decir que el proceso no está centrado y es incapaz.
- Según el grafico mostrado, la campana de Gauss está recorrida hacia la izquierda es decir el límite inferior especificado.
- El resultado del primer análisis significa que el sabor del maracuyá es menos concentrado a lo requerido por el cliente. También se observa que el proceso es incapaz de producir dentro de las especificaciones requeridas.
- Se propondrá acciones de mejora para este problema y lograr centrar el proceso y hacerlo capaz.
- En el análisis de la acidez de la pulpa (PH) se obtuvo un $C_p= 2.4$ y un $C_{pk}= 1.52$, lo cual quiere decir que el proceso no está centrado, pero si es capaz.
- Según el grafico, la campana de Gauss esta recorrida hacia la izquierda, hacia el límite inferior especificado.
- Los resultados indican que la acidez de la pulpa no es suficiente como requiere el cliente.
- Se observa que el proceso es capaz de producir dentro de las especificaciones requeridas por el cliente.
- Se debe proponer acciones de mejora para lograr centrar el proceso.

5.4. Acciones de mejora

Después de haber medido y analizado correctamente el factor más crítico de la calidad de la pulpa, el sabor, se pudo observar que la concentración y la acidez

(que corresponde a los grados Brix y la acidez) están inclinadas a que son menos concentradas de lo requerido por el cliente.

Es por esto que se propone realizar ciertas acciones que pueden aportar a la corrección de este problema y de esta manera cumplir con lo requerido. Las mejoras que pueden reducir o eliminar el problema son las siguientes:

- Bajar la desviación estándar de los datos de los grados Brix de cada de cada producción, para lograr esto se debe alterar el proceso de liberado, es decir cuando la pulpa marque el grado Brix requerido, realizar el liberado y hacer esto de manera constante en cada producción de pulpa de maracuyá.
- Una de las soluciones también es cambiar las especificaciones aumentando el rango permitido y de esta manera hacer que el proceso se centre, pero esta no es una opción ya que las especificaciones del cliente no pueden ser alteradas y deben ser cumplidas para que compren el producto.
- Otra acción de mejora es cambiar el proceso y realizar un manual de estandarización del mismo donde se homogenice la pulpa de una manera que arroje los datos especificados en la medición del mismo.
- Debido a que, en el análisis de tiempos, el proceso de corte y despulpado toma demasiado tiempo y ocupa la mayoría del proceso, se debe automatizar de manera parcial el proceso de corte ya que es manual y los operadores aparte de que se demoran, tiene accidentes con los utensilios utilizados. La automatización de este proceso facilitaría a que tome menos tiempo la producción de la pulpa y más atención al formulado y liberado que es donde existe la variación.

- A pesar de que el proceso de despulpado es automatizado, la capacidad de la maquina no coincide con la demanda y por eso se generan cuellos de botella entre el corte y despulpado de la pulpa. Es por esto que la despulpadora puede tener un plan de mantenimiento más continuo para poder eliminar o reducir el desperdicio que está generando y también determinar si es factible cambiar el motor y generar más potencia en la máquina para de esta manera agilizar el proceso.

6. CAPITULO VI. ANALISIS COSTO- BENEFICIO

El proyecto se despliega en ciertos costos y gastos, pero principalmente el enfoque económico está en las ganancias que se obtendría si se aplica el mismo y se logra ganar el cliente para la empresa mediante el cumplimiento de las especificaciones que dio.

Los ingresos totales de las ventas si es que el proyecto llega a dar son de \$144.000 anualmente, de este monto se debe restar todos los factores que generan gastos y costos y de esta manera obtener las ganancias.

A continuación, las siguientes tablas mostraran todos los elementos que se utilizarían para la realización del proyecto en caso de implementarlo.

Tabla 25

Despliegue de Costos Directos e Indirectos del Proyecto

DETALLE DE COSTOS DE PRODUCCION			
	Cantidad al mes	Mensual	Anual
Materia Prima:	8500 kg	\$ 4.000,00	\$ 48.000,00
Mano de Obra directa:	1 operador	\$ 400,00	\$ 4.800,00
Costos indirectos de manufactura:	Agua, gas, elementos de limpieza	\$ 175,00	\$ 2.100,00
TOTAL:		\$ 4.575,00	\$ 54.900,00

Tabla 26

Despliegue de Gastos generados por el proyecto

DETALLES DE GASTOS DEL PROYECTO		Mensual	Anual
Laboratorio:	Calibración de equipos	\$ 190,00	\$ 2.280,00
Materiales:	Muestras, azúcar, agua, acido	\$ 17,00	\$ 204,00
Capacitación:	Tiempo, recursos, personas	\$ 350,00	\$ 4.200,00
TOTAL:		\$ 557,00	\$ 6.684,00

Tabla 27

Calculo de la ganancia

FLUJO DE DINERO ANUALMENTE EN LA PRODUCCION DE PULPA DE MARACUYA			
		Mensual	Anual
INGRESOS:	Ventas	\$12.000,00	\$ 144.000,00
COSTOS PRODUCCION:	Materia Prima (MP)	\$ 4.000,00	\$ 48.000,00
	Mano de Obra directa (MOD)	\$ 400,00	\$ 4.800,00
	Costos Indirectos de Fab.	\$ 175,00	\$ 2.100,00
GASTOS:	Recursos de laboratorio	\$ 15,83	\$ 190,00
	Recursos de materiales	\$ 1,42	\$ 17,00
	Consultor	\$ 416,67	\$ 5.000,00
	Recursos de personal	\$ 29,17	\$ 350,00
GANANCIA:	I-G-C=	\$ 6.961,92	\$ 83.543,00

Costo MP Unitario kg	kg	\$ 0,47
Precio de Venta unitario kg	kg	\$ 4,00
Precio por tanque 200kg	200 kg	\$ 800,00
Tanques 200 kg venta/mes	15 tanques = 3000 kg	\$12.000,00
Venta anual	15*12 tanques = 36000 kg	\$ 144.000,00

Conclusiones análisis financiero costo- beneficio:

Según el cálculo de la ganancia que se obtendría si es que el proyecto se aplica, anualmente la empresa generaría \$83.543 netos y mensualmente \$6.961,92. Esto indica que el proyecto es factible y rentable ya que genera ganancia si se llega a cumplir con los requerimientos del cliente.

Los gastos y costos no son muy significativos ya que según la capacidad de la planta para producir 22000 kg de pulpa se necesitan 4 operarios, esto es la cantidad que se produce mensualmente en toda la empresa con todas las pulpas, por lo tanto, para producir solamente maracuyá se necesita 1 solo operario ya que se hace 8500 kg de pulpa de maracuyá mensualmente.

Se realizó un análisis de costos de producción y desarrollo del producto que proviene de la línea industrial de pulpa de maracuyá, el mismo que será vendido al cliente. De los 8500 kg de materia prima que se compra para la realización del producto, se aprovechan solamente 3000 kg debido a los desperdicios generados a lo largo del proceso de producción aprovechando solamente 35%; por lo tanto, la producción anual de pulpa de maracuyá es de 36000 kg.

Debido a que el gasto total anual es de \$60.457,00, el costo unitario por kilo de pulpa es de \$1.68 y el precio de venta que pone la empresa es de \$4 por kilo, de esta manera la ganancia por kilo es de \$2,32. Esto da a la empresa un margen de utilidad del 58% el cual genera flexibilidad económica.

La implementación del proyecto generara oportunidad en nuevas inversiones, le brinda competitividad y mayor estabilidad. La empresa puede llegar a ser más eficiente y abrir más oportunidades en el mercado.

No se ha calculado ni el TIR ni VAN ya que es un proyecto que no tiene antecedentes ni datos previos, los únicos datos que se obtuvieron son los costos y gastos que generaría y la ganancia según las ventas que se pudieran realizar.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Al aplicar la herramienta DMAIC mediante la metodología Seis Sigma, se encontró los requerimientos críticos del cliente con respecto a la calidad de la pulpa.

La aplicación de la herramienta DMAIC aportó con la identificación de la variabilidad en el proceso y de esta manera se pudo proponer acciones de mejora para reducir las causas, corregirlas y eliminarlas.

En la etapa de definición del problema, gracias al modelo Kano donde se realizó la entrevista al cliente y se cuantificó los resultados de las encuestas, se pudo determinar que los CTQ's principales que el cliente exige y enfoca sus exigencias es en el sabor de la pulpa.

El sabor de la pulpa se desplegó en dos características, la acidez y concentración del sabor de la fruta. La etapa de definición del problema concluyó con que estas características son críticas para el cliente y serian el enfoque principal de análisis y medición durante todo el proyecto.

En la etapa de medición, se realizó un plan de muestreo donde se estableció primero los valores a los que se debía llegar para cumplir con los requisitos del cliente. Para esto, se hizo el análisis de la muestra patrón entregado para el cliente y así se estableció los parámetros requeridos.

En el laboratorio se hizo distintas muestras aplicando distintos porcentajes de azúcar, agua y ácido cítrico para que sean aprobadas por los operadores que conocían más a fondo los requisitos del cliente.

Mediante análisis organoléptico y físico- químico dentro del plan de muestreo, se determinó que la muestra más acercada al patrón era la que contenía 1% de ácido cítrico. Se sustentó esta conclusión mediante un análisis del sistema de medición

R&R donde se validó la opinión de los operadores y se comprobó que la muestra de 1% de ácido cítrico era la aprobada.

En la etapa de análisis, se identificó mediante un diagrama de Ishikawa y un histograma las causas raíces de la variabilidad en el sabor de la pulpa. Estas herramientas ayudan a encontrar distintos problemas en diferentes áreas de la planta y para ir descartando las causas y de esta manera encontrar la principal que es la que está ocasionando el problema en cuestión.

La causa raíz del problema es que existe una falta de estandarización en los procesos, sobretodo en el de corte, despulpado, liberado y formulado. Los dos primeros causan cuellos de botella dentro de la producción y hacen que el proceso sea lento, y en los dos últimos es donde se da la variabilidad y no hay una estandarización que haga que la pulpa tenga los rangos de grados Brix y PH especificados por el cliente.

Se propuso distintas acciones de mejora en el proceso, en las especificaciones y en el producto. Se concluye que la mejor acción que se puede realizar para reducir la variabilidad es cambiar el proceso de liberado y estandarizarlo para homogenizar la pulpa y obtener datos con una desviación estándar de grados Brix y PH mayores a los obtenidos previamente.

Con las acciones de mejora propuestas se busca estandarizar el proceso de manera que alterándolo se marquen grados Brix y PH constantes en la pulpa y de esta manera obtener el producto final que el cliente desea.

Si se lleva a cabo el proyecto tendría un gasto único de \$557 y un costo anual de \$60.457. comparado con el ingreso que generarían las ventas realizadas, es factible llevarlo a cabo.

Reducir la variabilidad del proceso de producción de la línea industrial de pulpa de maracuyá hace que la empresa tenga un ingreso de \$144.000 y esto genera una ganancia de \$83.543.

Llevar a cabo este proyecto aporta a la empresa y le da una mejora en la competitividad brindándole nuevas oportunidades en el mercado, estabilidad, flexibilidad económica y mayor eficiencia en sus procesos productivos ya que con esta mejora, el proceso se ha optimizado.

7.2 Recomendaciones

Debido a que el proyecto *Seis Sigma* con el uso de la herramienta DMAIC solo llega hasta la tercera etapa, se debería tomar en cuenta las acciones de mejora mediante un seguimiento del desempeño de las actividades mencionadas y a la vez una constante mejora continua para lograr el objetivo principal que es cumplir con los requerimientos del cliente.

Para lograr cumplir con la exigencia más importante del cliente, que es el sabor de la pulpa, se debe mejorar el proceso de liberado y formulado cambiando la desviación estándar de los datos para poder centrar el proceso y obtener la concentración requerida

En cuanto a la acidez de la pulpa que tiene que ver con el PH de la misma, el proceso debe ser mejorado mas no cambiado ya que no es aquí donde está la variación principal sino en los grados Brix.

Dentro del proceso de corte se recomienda automatizar parcialmente las actividades ya que es ahí donde existe una demora grande y provoca un cuello de botella para el proceso de despulpado. Al automatizar este proceso se logrará optimizar el tiempo y agilizar la producción no solo de la pulpa de maracuyá sino de las demás frutas también, esto también aportara a evitar accidentes laborales con los trabajadores para que no se corten con los utensilios que utilizan.

Se recomienda realizar un manual de estandarización para el proceso de formulado y liberado para de esta manera reducir la variabilidad existente en estos dos procesos que producen la alteración del sabor de la pulpa con respecto a la concentración de la pulpa.

Se sugiere realizar un mantenimiento correctivo de la despulpadora ya que es la máquina que más genera desperdicio y está provocando demoras y cuellos de botella también. Realizando el mantenimiento apropiado y analizando si es que se puede aumentar la capacidad de la maquina se puede lograr agilizar este proceso de igual manera.

Se podría realizar una capacitación de los operadores para que se estandarice de manera definitiva el proceso de liberado y formulado para que de esta manera los datos puedan ser más constantes y homogéneos y de esta manera reducir la variabilidad encontrada.

Se sugiere terminar el proyecto realizando las dos últimas etapas de la herramienta DMAIC: Mejorar y Controlar. De esta manera se podrá evidenciar los resultados de la implementación del proyecto y también identificar más acciones de mejora posibles,

Según lo observado en la empresa y dentro de la planta, analizando los requerimientos de los clientes, se pudo identificar que otra de las líneas industriales donde se puede aplicar el proyecto es en la de la naranjilla ya que de igual manera presenta cierta variabilidad en el proceso que está causando quejas del cliente.

REFERENCIAS

- Sánchez, T. *Análisis de la Industria* . (s.f.). Recuperado el 12 de diciembre 2016 de <https://es.scribd.com/document/138053333/Pulpa-Frutas-Congeladas-Top-5>
- Castillo, Y. (2014). *Calidad basada en el sistema de 6 Sigma*. Santiago de los caballeros.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de Calidad*. Barcelona: Profit.
- Desai, D. (2010). *Six Sigma* . Mumbai, India: Himalaya Publishing House.
- Eckes, G. (2006). *Six Sigma para todos*. Bogotá: Norma S.A.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2015). *Administración y control de calidad*. México D.F.: Cenegage Learning Editores.
- Geo, T. *Gestión de operaciones*. (2014). Recuperado el 12 de diciembre 2016 de <http://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/como-hacer-un-diagrama-de-pareto-con-excel-2010/>
- Guaba F. (2012) *Estudio de Mercado Exportación de Productos*. (s.f.). Recuperado el 14 de diciembre,2016 de <https://freddyaguaba.wikispaces.com/PRODUCTO+A+EXPORTAR-+ESTUDIO+DE+MERCADO>
- Herrera Acosta, R., & Fontalvo Herrera, T. (2011). *Seis Sigma: un enfoque práctico*. Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000.
- Jared R. Ocampo, A. E. (Julio de 2012). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de eventos discretos en Flexim*. Panamá .
- López, J. (2014). *ConIngenio*. Recuperado el 14 de diciembre, 2016 de <http://www.fcojesuslopez.es/coningenio/autor>
- Maldonado, A. (2011). *Gestión de procesos* . B-EUMED.

- Martínez, J. (2013). *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora*. Madrid: Ediciones Díaz Santos.
- Martínez, K. (2014). *Gestión de la producción industrial*. Recuperado el 9 de diciembre, 2016 de <http://gestiondelaproduccionindustrial.blogspot.com/2014/04/capacidad-del-procesos-cp-cpk.html>
- Montgomery, D. (2013). *Diseño y análisis de experimentos*. México : Limusa S.A.
- Moresteam. (s.f.). *Lean Six Sigma Project Simulation*. Recuperado el 9 de diciembre, 2016 de <https://www.moresteam.com/simulations/sigmabrew-dmaic.cfm>
- Pantone. (s.f.). *Color finder*. Recuperado el 8 de mayo, 2016 de <https://www.pantone.com/color-finder/7406-XGC>
- Salazar, M. (2015). *Ciclo PHVA*. Recuperado el 26 de noviembre, 2016 de <https://es.slideshare.net/MiguelSalazar14/2015-ciclo-phva>
- Socconini, L. (2016). *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. México D.F: Alfaomega Grupo Editor. socconini. (2016). *Green belt* . Mexico .
- Visión Industrial. (s.f.). *OEE, Factor de Éxito*. Recuperado el 16 de mayo, 2016 de <http://www.visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/oeefactor-de-exito>

