

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Optimización del Proceso de Producción en Vitafarma: Aplicación de Lean  
Six Sigma para reducción de defectos y desperdicios.**

**Emily Anayani Alta Guaján y Diego Fernando Mena**

**Maldonado**

**Ingeniería Industrial**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
**Ingeniero Industrial**

Quito, 8 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
Colegio de Ciencias e Ingenierías

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Optimización del Proceso de Producción en Vitafarma:  
Aplicación de Lean Six Sigma para reducción de defectos y  
desperdicios.**

**Emily Anayani Alta Guaján y Diego Fernando Mena  
Maldonado**

Nombre del profesor, Título académico:                   Pablo Dávila, Ph.D.

Quito, 8 de mayo de 2025

**© Derechos de Autor**

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Así mismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y Apellidos:                   Emily Anayani Alta Guaján

Código de estudiante :                 00324764

Cédula de Identidad :                 1004906796

Lugar y fecha:                         Quito, 8 de mayo de 2025

**© Derechos de Autor**

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Así mismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y Apellidos:                   Diego Fernando Mena Maldonado

Código de estudiante :                 00321001

Cédula de Identidad :                 1723061675

Lugar y fecha:                         Quito, 8 de mayo de 2025

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbmyet al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbmyet al(2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo que mi familia me ha brindado a lo largo de este recorrido, estoy satisfecha con todo lo que he logrado y me llena de felicidad poder cumplir nuevos objetivos y seguir adelante.

También estoy agradecida por las siete personas maravillosas que me han acompañado en las buenas y malas en mi carrera universitaria mediante su música.

Gracias a todas las personas que conocí a lo largo de la carrera, fueron personas que influyeron positivamente, les tengo un gran aprecio.

(Emily Anayani Alta Guaján)

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones y a mi familia por siempre estar ahí para mi durante toda mi carrera estudiantil.

(Diego Fernando Mena Maldonado)

## RESUMEN

El consumo excesivo de azúcar ha provocado un aumento de enfermedades no transmisibles a nivel mundial, motivando la búsqueda de alternativas como los edulcorantes no calóricos. En este contexto, la empresa Vitafarma Ecuador Cía. Ltda., cuyo producto principal es el edulcorante VitaSweet, enfrenta problemas de alta tasa de devoluciones y desperdicio de materia prima en su proceso de producción. El presente estudio aplicó la metodología Lean Six Sigma, bajo el enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), para identificar las principales causas de defectos en los sachets y desperdicios en el área de sacheteado y empaquetado. Se implementaron soluciones como ventanas de inspección visual, checklist de control, procedimientos operativos estandarizados y optimización de layout de planta. Los resultados preliminares muestran una disminución en la variabilidad del peso de los sachets, una mejora en la identificación temprana de fallos en el proceso y un leve incremento en el rendimiento de materia prima, sentando las bases para una mejora continua y sostenible en la productividad y calidad del producto final.

*Palabras clave: Lean Six Sigma, DMAIC, edulcorantes, control de calidad, reducción de desperdicios, mejora de procesos, optimización de producción.*

## ABSTRACT

Excessive sugar consumption has led to an increase in non-communicable diseases worldwide, motivating the search for alternatives such as non-caloric sweeteners. In this context, the company Vitafarma Ecuador Cía. Ltda., whose main product is the sweetener VitaSweet, faces problems of high rate of returns and waste of raw material in its production process. This study applied the Lean Six Sigma methodology, under the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) approach, to identify the main causes of sachet defects and waste in the sachetting and packaging area. Solutions such as visual inspection windows, control checklists, standard operating procedures and plant layout optimization were implemented. Preliminary results show a decrease in sachet weight variability, an improvement in the early identification of process faults and a slight increase in raw material yield, laying the foundation for continuous and sustainable improvement in productivity and quality of the final product.

*Keywords:* *Lean Six Sigma, DMAIC, sugar sweeteners, quality control, waste reduction, process improvement, production optimization.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Introducción</b>	<b>14</b>
<b>Revisión literaria</b>	<b>16</b>
<b>Metodología</b>	<b>18</b>
<b>Fase Definir</b>	<b>19</b>
Entrevista con el Gerente General, Comercial, Producción y Calidad . . . . .	19
Voz del Cliente . . . . .	20
Diagrama de Pareto . . . . .	21
Flujo de Proceso de Fabricación de Edulcorantes . . . . .	22
Project Charter . . . . .	23
<b>Fase Medir</b>	<b>23</b>
Tamaño de Muestra . . . . .	24
Capacidad del Proceso . . . . .	24
Tasa de Devoluciones . . . . .	26
Rendimiento de Sachets . . . . .	27
Agenda del Proceso de Producción de Edulcorantes . . . . .	28
Mapa del Flujo de Valor (VSM) . . . . .	28
Diseño del área del proceso de sacheteado y empaquetado . . . . .	29
<b>Fase Analizar</b>	<b>29</b>
Análisis de Causa Raíz mediante Diagrama de Ishikawa . . . . .	30
Análisis de la Causa Raíz del desperdicio de material: Técnica de los 5 Porqué . . . . .	31
Análisis del Valor Agregado . . . . .	32
<b>Fase Implementar</b>	<b>33</b>

<b>Fase Controlar</b>	<b>35</b>
<b>Resultados</b>	<b>37</b>
<b>Limitaciones</b>	<b>37</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>38</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>39</b>
<b>Referencias</b>	<b>40</b>
<b>Anexos</b>	<b>43</b>
1.Diagrama de Pareto de Ventas Totales productos. . . . .	43
2.Project Charter (Disminución de desperdicios). . . . .	43
3.Project Charter (Disminución de defectos). . . . .	44
4.Tiempos del proceso. . . . .	44
5.Mapa de flujo de valor. . . . .	46
6.Diseño del área de sacheteado y empaquetado. . . . .	46
7.Tolva de la máquina sacheteadora. . . . .	46
8.Manivela de la máquina sacheteadora. . . . .	47
9.Análisis de valor agregado. . . . .	47
10.Implementación de la ventana de inspección visual. . . . .	49
11.Implementación de marcadores de nivel mínimo. . . . .	49
12.Implementación de checklist. . . . .	49
13.Procedimiento estándar de Ajuste. . . . .	50
14.Marcas visuales en la herramienta. . . . .	52
15.Nuevo diseño del área de sacheteado y empaquetado. . . . .	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Diagrama de Pareto de las quejas totales de cada familia de productos. <i>Nota.</i> Elaboración propia a partir de datos de Vitafarma. . . . .	21
2.	Flujo del proceso de producción de edulcorantes. <i>Nota.</i> Elaboración propia. . . . .	22
3.	Carta de control Xbarra_S para el peso de los sachets. <i>Nota.</i> Elaboración propia. . .	25
4.	Capacidad del proceso de pesado de sachets acorde a los límites de la empresa. <i>Nota.</i> Elaboración propia. . . . .	25
5.	Diagrama Ishikawa sobre vacíos. <i>Nota.</i> Elaboración propia. . . . .	30
6.	Diagrama Ishikawa incumplimiento de peso Sachets. <i>Nota.</i> Elaboración propia. . .	31
7.	Capacidad del proceso de pesado de sachets después de la implementación. <i>Nota.</i> Elaboración propia. . . . .	36

## ÍNDICE DE TABLAS

1.	Porcentaje de quejas de productos VitaSweet . . . . .	21
2.	Tasa de devoluciones de edulcorantes VitaSweet . . . . .	26
3.	Rendimiento de lotes . . . . .	27
4.	Indicador de rendimiento después de la implementación . . . . .	36

## Introducción

La sacarosa, comúnmente conocida como azúcar, es un disacárido formado por glucosa y fructosa. Se extrae principalmente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) (Cheeseman, 2016). Históricamente, el azúcar ha sido un producto de gran importancia económica y cultural, con sus orígenes en el sudeste asiático hace miles de años, se expandió hacia Europa y posteriormente América durante la época colonial (Mintz, 1985). En las últimas décadas, el consumo excesivo de azúcar ha surgido como un problema de salud pública a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud, 2020), el alto consumo de azúcares libres está directamente relacionado con el aumento de enfermedades no transmisibles, como la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. Cifras recientes revelan que más de 1.900 millones de adultos en el mundo tienen sobrepeso debido al excesivo consumo de azúcar, de los cuales más de 650 millones son obesos (Organización Mundial de la Salud, 2021). Además, enfermedades derivadas por alto consumo de azúcar, como la diabetes, afecta a más de 400 millones de personas en todo el mundo, cifra que podría duplicarse en los próximos 20 años si no se toman medidas preventivas (International Diabetes Federation, 2021). Ante este panorama, los profesionales de la salud han recomendado reducir significativamente el consumo de azúcar y optar por alternativas para endulzar (Malik et al., 2019).

Debido al aumento de los problemas de salud relacionados con el consumo excesivo de azúcar, los edulcorantes no calóricos se han visto como una alternativa viable. Entre los más destacados se encuentran la Stevia y la sucralosa. La Stevia es un edulcorante natural obtenido de las hojas de la planta Stevia rebaudiana, nativa de Sudamérica. Tiene un poder endulzante hasta 300 veces mayor puesto que un sobre de edulcorante corresponde a dos cucharadas de azúcar, no aporta calorías y no altera los niveles de glucosa en sangre, lo que la convierte en una opción ideal para personas con diabetes o que desean controlar su peso (Goyal et al., 2010). Por otro lado, la sucralosa, es un edulcorante artificial derivado de la sacarosa y modificado químicamente para no ser metabolizado, es 600 veces más dulce que el azúcar por cucharada ya que no aporta calorías y

es estable a altas temperaturas (Magnuson et al., 2017).

Ambos edulcorantes han sido aprobados por organizaciones regulatorias como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) por su seguridad para el consumo humano (FDA, 2018; EFSA, 2021).

Estos edulcorantes no calóricos son considerados más saludables que el azúcar porque no contribuyen al aumento de peso, no elevan los niveles de glucosa en sangre y no están asociados con el desarrollo de caries dentales (Gardner et al., 2012). Asimismo, su consumo ha aumentado de manera considerable en los últimos años, este incremento refleja la creciente demanda de alternativas más saludables al azúcar, impulsada por la conciencia sobre los riesgos asociados al consumo excesivo de azúcar y la preferencia por productos bajos en calorías. Según un informe de Markets and Markets (2022), el mercado global de edulcorantes no calóricos fue valorado en 7.200 millones de dólares en 2021 y se proyecta que alcanzará los 9.700 millones de dólares para 2026, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 5,9 %. Este incremento ha influenciado en diversas industrias, incluyendo la alimentaria, donde los edulcorantes no calóricos se han integrado en una amplia gama de productos, desde bebidas hasta alimentos procesados, como parte de la tendencia hacia opciones más saludables.

Vitafarma Ecuador CIA Ltda. es una empresa familiar con sede en Quito, en el sector de Carcelén, dedicada a la salud y el bienestar de las personas. La línea de edulcorantes es la principal fuente de ingresos de la empresa, por lo que se necesita mantener un enfoque estratégico en la optimización del producto, para asegurar su calidad y que respondan a las demandas crecientes. A pesar de que la familia de productos de edulcorantes no calóricos denominada VitaSweet es la que cuenta con mayor demanda y posee procesos bien establecidos, enfrenta dos problemas principales que afectan directamente la productividad y la satisfacción del cliente:

Alta tasa de quejas y devoluciones. Este problema está relacionado con tres defectos principales en el producto final:

Sachets con peso inferior al marcado, sachets vacíos y cajas con presencia de polvo debido a sellados defectuosos.

Desperdicios de tiempo y materia prima. En el área de sacheteado, se identifican dos aspectos que afectan la eficiencia del proceso:

Movimientos innecesarios de los operadores y transportes internos que provocan retrasos en el proceso de empaquetado. Desperdicio significativo de materia prima, ya que la cantidad de producto final no coincide con la materia prima utilizada en el inicio del proceso.

Para abordar los problemas identificados, se ha establecido como objetivo proponer mejoras para reducir la tasa de devoluciones por defectos y desperdicios en los procesos operativos de la empresa. Para lograrlo, se utilizará la filosofía de Lean Six Sigma y la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), lo que permitirá optimizar los procesos y mejorar la calidad del producto final. Los beneficios esperados incluyen:

Reducción de la tasa de devoluciones, por la implementación de una ventana en la tolva, así como indicadores visuales en la parte externa para señalizar el nivel mínimo y un checklist para hacer revisiones. También se realizó un procedimiento estándar de ajuste de máquina para disminuir la variabilidad dentro de los límites permitidos.

Reducción en el desperdicio de material, marcando referencias en las herramientas de transporte y disminuyendo la distancia de transporte creando un nuevo diseño del área de trabajo para que se encuentre organizada.

## **Revisión literaria**

La metodología Lean Six Sigma se ha consolidado como una herramienta fundamental para mejorar los procesos dentro de la empresa, impulsando la reducción de desperdicios, el aumento de la eficiencia y la satisfacción del cliente. Su aplicación permite optimizar el uso de los recursos y, en consecuencia, disminuir los costos operativos (Kharub et al., 2022). Esta metodología integra los principios de Lean Manufacturing, orientados a eliminar actividades que no generan valor dentro del flujo de trabajo (Tampubolon & Purba, 2021), y los principios de Six Sigma, enfocados en reducir la variabilidad de los procesos y mejorar la calidad mediante el uso de herramientas como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) (Widiwati et al., 2024).

Para el desarrollo de esta investigación, se llevó a cabo una revisión de literatura centrada en estudios aplicados de la metodología DMAIC en empresas manufactureras con características similares a las de Vitafarma. El objetivo fue identificar buenas prácticas y resultados que puedan ser utilizados como referencia para la implementación de Lean Six Sigma en el contexto del estudio.

Uno de los estudios relevantes es realizado por Widiwati et al. (2024), quienes aplicaron Lean Six Sigma con enfoque DMAIC en una empresa productora de pasteles de luna en Indonesia. La implementación de esta metodología resultó en una aumento de la eficiencia del proceso, pasando del 66.19 % al 70.98 %, y en una mejora significativa en la calidad del producto, evidenciada por la reducción de número de piezas defectuosas de 25.146 a 12.508 unidades. Este caso demuestra el impacto positivo de reducir la variabilidad y controles en procesos alimentarios.

De manera similar, Adeodu et al. (2021) llevaron a cabo una investigación en una empresa de producción de papel, donde se logró incrementar la productividad del 23 % al 40 % y reducir el tiempo de inactividad de 32.6 % al 11 % mediante la aplicación de herramientas Lean Six Sigma. Estos resultados refuerzan la utilidad de la metodología para optimizar recursos críticos en procesos continuos, contribuyendo a la disminución de costos operativos.

En el sector de ensamble, Enache et al. (2023), abordaron el problema de los altos niveles de desperdicio en una empresa. Al aplicar el ciclo DMAIC, lograron una reducción de desperdicios cercada al 90 %. Este resultado subraya el potencial de Lean Six Sigma para eliminar actividades que no generan valor y mejorar la eficiencia general en el ámbito productivo.

Por otra parte, Sucipto et al. (2020) realizaron un estudio enfocado en el área de empaque, identificando los desperdicios asociados a tareas innecesarias o mal ejecutadas. A través de Lean Six Sigma, el equipo logró disminuir significativamente estas actividades, mejorando el flujo del proceso y reduciendo tiempos improductivos. Esto resalta la importancia de aplicar metodologías en etapas finales del proceso, que muchas veces se subestiman.

Finalmente, el caso de la empresa D'Max Sport S.A.S presentado por Narvaez (2019), constituye un ejemplo local de aplicación existosa. En este estudio, la producción aumentó en un 14.4 % y se logró una reducción del takt time de 5,5 minutos por unidad a 4,08 minutos. Esta

mejora se tradujo en una mayor capacidad de respuesta ante la demanda y una eliminación de actividades que no aportaban valor, reforzando el impacto positivo de aplicar métricas específicas en entornos industriales con alta variabilidad en la demanda.

En conjunto, estos estudios evidencian que la aplicación de Lean Six Sigma bajo el enfoque DMAIC es una estrategia efectiva para mejorar el desempeño de los procesos productivos, reducir desperdicios y elevar la calidad. Estos antecedentes constituyen una base sólida para la adaptación e implementación de esta metodología en el contexto de Vitafarma.

## **Metodología**

Para abordar las problemáticas previamente identificadas en la empresa, se propone la implementación de herramientas Lean Six Sigma, utilizando como guía la metodología DMAIC. Este enfoque permite mejorar el desempeño del proceso de producción de edulcorantes al proporcionar una estructura para identificar y eliminar ineficiencias. En particular, se busca reducir la variabilidad en el peso del producto, optimizar la ejecución de las actividades operativas y, con ello, incrementar la satisfacción del cliente mediante la disminución de la tasa de devoluciones (Utama & Abirfatin, 2023). La metodología DMAIC se compone de cinco fases: definir, medir, analizar, implementar y controlar; cada una de ellas es esencial para garantizar el desarrollo riguroso y sostenido del estudio.

Primero en la fase de definir se busca conocer todos los requerimientos del cliente y el desempeño actual de la empresa en el proceso de producción de edulcorantes. Aquí se plantea el problema, su alcance, los objetivos y esta etapa es conocida como la hoja ruta que permite un buen desarrollo del proyecto desde el comienzo hasta el final dejando en claro el problema potencial (Fan, 2024; Jiménez et al., 2023; Utama & Abirfatin, 2023).

Al conocer los problemas potenciales, la fase de medir consiste en recopilar datos relevantes de estos para comprender el estado actual de la empresa en cuanto a su rendimiento. Con los datos levantados desde los pesos de los edulcorantes hasta el tiempo del proceso de producción se llegará a comparar la situación de la empresa tras la implementación de las mejoras (Jiménez et al.,

2023; Sasikumar et al., 2023).

Una vez se estudia los datos recopilados lo siguiente es la fase de analizar que busca identificar las causas raíz de los problemas y por qué varía el proceso estudiado, es un paso para comprender los factores que pueden llegar a influir y se utilizaran herramientas como Ishikawa, Pareto, VSM, análisis de valor agregado entre otras si es posible (Fan, 2024; Jiménez et al., 2023).

Teniendo conocimiento de las principales causas por las que se dan los problemas, la siguiente fase es implementar, donde se busca elaborar propuestas de mejora con el fin de crear un impacto positivo, optimizar el proceso y ofrecer una solución eficiente al problema planteado desde la presencia de devoluciones y los desperdicios en cuanto a tiempo y material dentro de la producción (Fan, 2024; Jiménez et al., 2023).

Ya implementando las mejoras finalmente está la fase de controlar que realiza un monitoreo constante para asegurar que las mejoras implementadas cumplan con su propósito y sean sostenibles, logrando así una mejora continua a lo largo del tiempo y que estas generen un valor a la empresa (Fan, 2024; Jiménez et al., 2023; Sasikumar et al., 2023).

## Fase Definir

El objetivo es identificar los problemas críticos que tiene la empresa, se definen expectativas y se establecen las metas específicas que se desean alcanzar. Según George et al. (2004), esta etapa responde a preguntas clave como: ¿Cuál es el problema por resolver? y ¿Qué resultados se espera lograr? Una definición precisa del problema es esencial, ya que asegura que los esfuerzos posteriores estén alineados con los objetivos estratégicos de la organización y se enfoquen en agregar valor al cliente Hoerl & Snee (2020).

## Entrevista con el Gerente General, Comercial, Producción y Calidad

Con el objetivo de obtener una comprensión integral de la empresa y sus principales desafíos operativos, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con los responsables de las áreas

de Gerencia General, Comercial, Producción y Calidad. Estas entrevistas permitieron recopilar información específica clave para un diagnóstico del funcionamiento de la empresa.

En primer lugar, la entrevista con el Gerente General brindó una visión estratégica de la compañía, incluyendo la cultura organizacional y el plan de crecimiento. Se evidenció que la estrategia actual busca ampliar la cartera de clientes manteniendo constantes los recursos operativos, con el fin de evaluar la rentabilidad de los cambios propuestos. Esto podría ser una medida para justificar futuras inversiones en maquinaria y automatización.

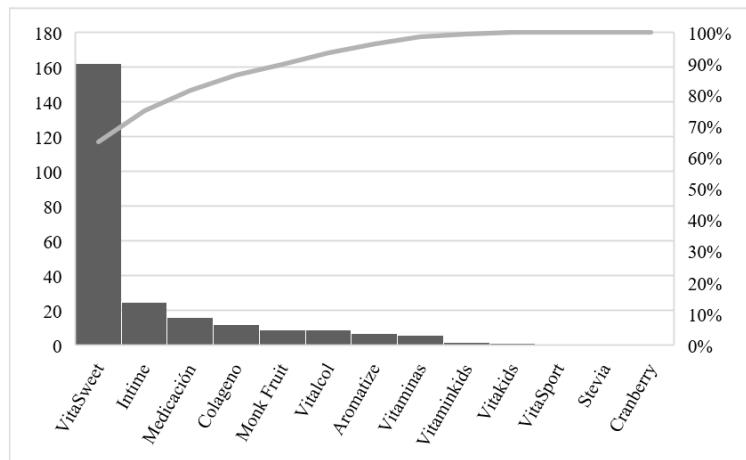
Por otro lado, el Gerente Comercial destaco la diversidad del portafolio de productos, haciendo énfasis en que la línea de edulcorantes especialmente la marca VitaSweet, representa un volumen de ventas significativo para la empresa, seguido de Intime. Sin embargo, también señaló que VitaSweet concentra el mayor porcentaje de devoluciones, muy por encima de otras líneas. Las principales causas identificadas para este problema fueron: sachets mal sellados que provocan el derrame de contenido en el empaque; sachets con un peso inferior al estipulado, considerando un margen de tolerancia del 5 %; y la presencia de sachets completamente vacíos.

Adicionalmente, se organizó una reunión conjunta con los jefes de Producción y Calidad, quienes explicaron el flujo operativo relacionado con la fabricación de edulcorantes. Se detalló que los procesos se gestionan por lotes, los cuales son trazados desde la recepción de materia prima hasta la obtención del producto terminado. Esta trazabilidad permite calcular el rendimiento de cada lote, inferior al 100% reflejando la existencia de desperdicio. Asimismo, se observó que el rendimiento varía de forma significativa entre diferentes lotes, lo cual sugiere oportunidades de mejora en la estandarización y control del proceso.

## Voz del Cliente

Para complementar la información recabada en las entrevistas, se realizó un análisis de la Voz del Cliente (VOC), una herramienta clave para identificar y priorizar las necesidades, expectativas y quejas de los consumidores (Antony et al., 2017). A partir de los registros históricos de la empresa correspondientes a los últimos cinco meses en cuanto a la satisfacción del cliente con los

productos adquiridos, se comprobó que la línea VitaSweet concentró el mayor número de reclamos en concordancia con lo mencionado por el área comercial.



**Figura 1.** Diagrama de Pareto de las quejas totales de cada familia de productos.

*Nota.* Elaboración propia a partir de datos de Vitafarma.

La Figura 1 muestra que familia de productos VitaSweet tiene la mayor cantidad de quejas por parte de los clientes siendo el 65,06 %, y es superior comparado con el resto. La Tabla 1 , proporciona una base de información del por qué los edulcorantes reciben la mayor cantidad de quejas.

**Tabla 1.** Porcentaje de quejas de productos VitaSweet

Número	Razón	Porcentaje
1	Sobres vacíos	47.53 %
2	Peso incorrecto	36.42 %
3	Sobres incorrectamente sellados	16.05 %

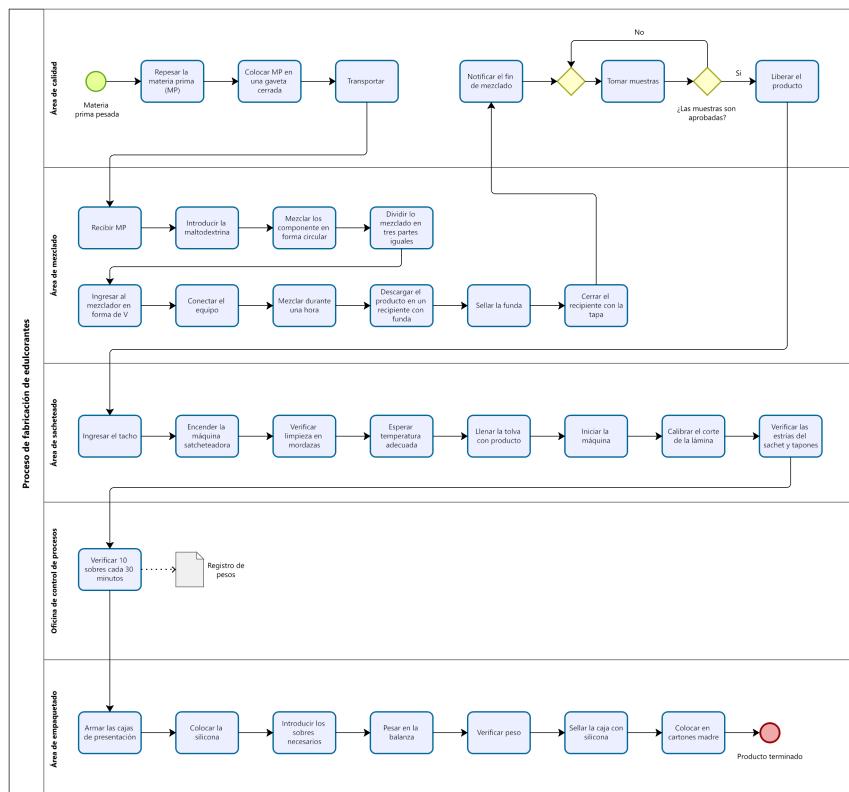
## Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto ayuda a identificar las principales líneas que fabrica la empresa y aquellas que pudieran tener problemas. Al analizar el Pareto, en el Anexo 1 se puede observar que VitaSweet e Intime representan el 83,03 % de las ventas de Vitafarma en el lapso dado. No

obstante, se evidencia que la línea más vendida es la de edulcorantes, representando más del 75 % del total de ventas. Por ello, se ha tomado la decisión de enfocarse en la familia de edulcorantes para el estudio, ya que como se mostró, constituye la mayor proporción de las ventas y muestra una diferencia significativa respecto al siguiente más vendido.

## Flujo de Proceso de Fabricación de Edulcorantes

Una vez identificado el producto en el que se enfocará el estudio, se elaboró un diagrama de flujo del proceso de producción de edulcorantes utilizando diagramas previamente existentes de la empresa y documentación disponible. Además, se complementó con información obtenida mediante la observación directa, incorporando detalles relevantes que no estaban registrados antes y que se han ido implementando en este último tiempo.



**Figura 2.** Flujo del proceso de producción de edulcorantes.

*Nota.* Elaboración propia.

En la Figura 2 se observa las áreas clave que garantizan la calidad del producto final se

compone del área de calidad donde se prepara la materia prima para su uso, el área de mezclado que se encarga de la mezcla de componentes, el área de sacheteado utilizando las distintas máquinas y operarios para su funcionamiento y por último la verificación de los pesos por control de procesos seguido del área de empaquetado que se realiza el producto final verificando los pesos. Cada etapa es esencial para mantener una consistencia del edulcorante.

## **Project Charter**

Esta herramienta proporciona una visión consolidada y resumida del proyecto teniendo en cuenta los problemas observados (Starns, 2019), permitiendo a todas las partes interesadas que acuerden y documenten el alcance, los objetivos, el enfoque y el cronograma del proyecto (McKeever, 2006). Después de conocer más acerca de la empresa se establecieron dos problemas fundamentales como expone el Anexo 2 se puede constatar sobre el planteamiento de problema de reducción de desperdicios, ya que se ha identificado discrepancia entre la cantidad de producto que ingresa en el proceso y la cantidad que se obtiene cuando ya están en los sachets. Así como el tiempo que se toma en el proceso de empacado es largo por desperdicio de transporte y movimientos. Por otro lado, en el Anexo 3 consta que el proyecto está orientado a la reducción de defectos en los sachets de VitaSweet, asegurando que se cumplan con el peso especificado reduciendo la variabilidad y eliminando la presencia de sachets vacíos.

Ambos Project Charter permitieron establecer prioridades, delimitar claramente los objetivos y facilitar el seguimiento de los resultados a lo largo del estudio.

## **Fase Medir**

Una vez identificado los problemas, se procedió a su cuantificación para dimensionar el impacto. En esta fase, se aplicaron herramientas como la tabla de tiempos, el Mapa de Flujo de Valor, el análisis de rendimiento de los lotes, la tasa de devoluciones y capacidad del proceso. Para asegurar la validez de los resultados, se determinó el tamaño de la población y se calculó una

muestra representativa, sobre la cual se aplicaron las mediciones correspondientes.

## Tamaño de Muestra

Con el fin de medir adecuadamente el problema identificado, lo siguiente que se realizó fue determinar la cantidad de sachets necesarios para el análisis. Para esto, se tomó en cuenta una producción de 33 días, considerando el funcionamiento de las máquinas que operan 6 horas diarias. Dado que se realiza el pesaje de 10 muestras cada 30 minutos, se estimó un tamaño de población es de 3960 datos. Por ende, para poder obtener la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1 - p)}{(N - 1) \times e^2 + Z^2 \times p \times (1 - p)} \quad (1)$$

$$n = \frac{3960 \times 1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{(3960 - 1) \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)} \quad (2)$$

$$n \approx 350$$

Donde el tamaño de la población fue de 3960, el nivel de confianza de 95 %, margen de error de 5 % y la proporción esperada de 0.5 (Taborga et al., 2011). Entonces al tener esta cantidad, se utilizó el muestreo estratificado proporcional. Para así, distribuir los datos en los 33 días del estudio. Por ende, se seleccionarían 11 datos por día al azar.

## Capacidad del Proceso

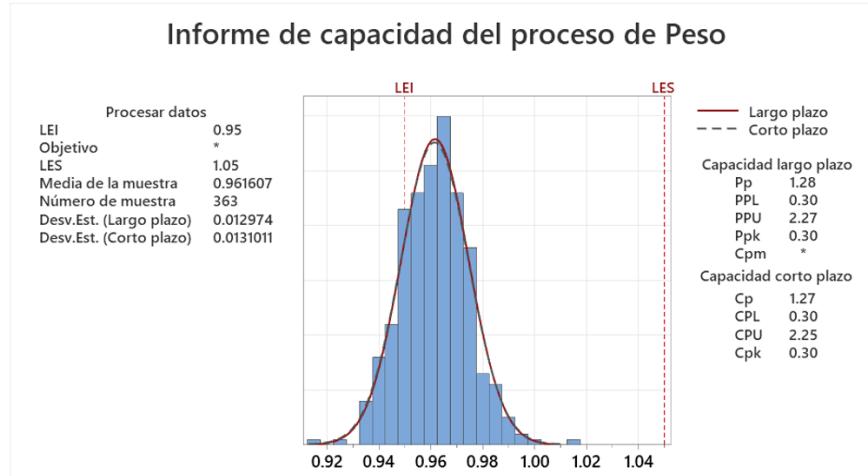
Se calculó la capacidad del proceso con el objetivo de evaluar su desempeño para cumplir con las especificaciones técnicas establecidas por la empresa, que exigen que el peso de los sachets se mantenga dentro del rango de 0.95 a 1,05 gramos. Para llegar a esa conclusión, primero fue necesario verificar que el proceso estuviera bajo control estadístico. Dado que se trabaja con una variable continua como es el peso de sachets y con subgrupos mayores a 10 unidades, se utilizó un gráfico Xbarra-S , el cual permite analizar la estabilidad del proceso y validar la representatividad de los datos antes de calcular los índices de capacidad.



**Figura 3.** Carta de control Xbarra\_S para el peso de los sachets.

*Nota.* Elaboración propia.

Cómo se observa en la Figura 3, el proceso está bajo control estadístico, ya que no existen puntos que estén por fuera del límite superior o inferior. Aunque, existe cierta variabilidad en torno a la media no hay patrones de comportamiento fuera de control. Entonces se procede a obtener la capacidad del proceso representada en la Figura 4.



**Figura 4.** Capacidad del proceso de pesado de sachets acorde a los límites de la empresa.

*Nota.* Elaboración propia.

Con el software Minitab, se calculó la capacidad del proceso obteniendo una media de

0,96 gramos, valor que se encuentra dentro del rango especificado por la empresa. Al analizar la capacidad potencial del proceso, se determinó el valor entre 1 y 1.33, lo que indica que el proceso puede cumplir con las especificaciones técnicas. La capacidad real del proceso está entre 0 y 1, lo que indica que el producto está produciendo artículos fuera de las especificaciones. Esta diferencia sugiere un desalineamiento del proceso respecto al valor objetivo, por lo que se concluye que es necesario identificar y abordar la causa raíz, con el fin de mejorar la estabilidad del proceso y aumentar la proporción de sachets conformes.

## Tasa de Devoluciones

Durante los 33 días que tuvo de duración esta etapa, se tomó en cuenta la tasa de devoluciones que sufrió la empresa debido a defectos en los sachets de los edulcorantes no calóricos.

**Tabla 2.** Tasa de devoluciones de edulcorantes VitaSweet

Razón	Devoluciones
Sobres vacíos	9
Peso incorrecto	4
Sobres incorrectamente sellados	1
<b>Total</b>	<b>14</b>

Se registraron 14 devoluciones, siendo la principal causa la presencia de sobre vacíos, lo cual representa la mayoría de los reclamos. En segundo lugar, se reportaron 4 devoluciones por peso incorrecto en los sachets. Finalmente, se identificó una sola devolución atribuida a sachets mal sellados. Para lograr una reducción significativa en la tasa de devoluciones, es fundamental identificar y eliminar las causas raíz de estos problemas.

## Rendimiento de Sachets

Durante la medición, la empresa usó 13 lotes completos, y se obtuvo el rendimiento de cada uno. Por lo que se tomó el peso inicial, cuando el producto entra como materia prima desde el primer paso del proceso, y luego se volvió a tomar cuándo ya todo el lote se había utilizado, y ya estaba como producto final.

**Tabla 3.** Rendimiento de lotes

Lote	Peso teórico ingreso (g)	Peso real salida (g)	Rendimiento (%)
110424	96,609	93,913	97.21
120424	96,609	93,517	96.80
130424	96,609	93,930	97.23
140424	96,609	92,699	95.95
150424	96,609	91,001	94.18
160424	96,609	92,920	96.18
170424	96,609	93,611	96.90
180424	96,609	92,409	95.65
190424	96,609	94,269	97.58
200424	96,609	94,384	97.65
210424	96,609	93,584	96.87
220424	96,609	94,401	97.41
230424	96,609	94,671	97.99

Se observa que ninguno de los lotes alcanzó un rendimiento del 100 %, lo que evidencia una pérdida de materia durante el proceso. El rendimiento registrado varió entre 94,20 % a 97,99 %, lo cual refleja una variabilidad considerable entre lotes. Esta situación resalta la necesidad de identificar las causas de las pérdidas, para optimizar el proceso.

## **Agenda del Proceso de Producción de Edulcorantes**

Para obtener los tiempos de cada actividad que forma parte de la producción de edulcorantes, se observó directamente con el cronómetro para registrar el lapso que necesita cada actividad específica para ejecutarla. Se pudo observar tres procesos que no son de gran relevancia dentro del estudio como es la recepción y almacenamiento de materia prima con la duración de 2 horas 28 minutos y el pesaje de materias primas con un tiempo promedio 53 minutos puesto que son procesos que se realizan una vez al mes y tienen distintas restricciones para pretender disminuirlas. De igual manera está el proceso de fabricación que cumple las mismas restricciones de la toma de tiempos ya que se realiza días posteriores a los demás procesos con una duración de 1 hora 35 minutos. Es por esta razón que se destaca la toma de tiempos de un lote de 50 cajas de presentación de 100 g dentro del proceso de sacheteado con un tiempo de 27 minutos y empaquetado con un tiempo de 15 minutos. Sin embargo, estos tiempos pueden tener variaciones por la forma en la que trabaja el operador.

En el Anexo 4, se detalla el tiempo de cada actividad realizada para el proceso de producción del edulcorante, considerando estos tiempos lo siguiente es el mapa de flujo de valor para identificar el tiempo de las actividades que agregan valor y las que no agregan valor.

## **Mapa del Flujo de Valor (VSM)**

Al conocer de manera detallada el tiempo de las actividades que conlleva producir edulcorantes, se elaboró un mapa de flujo de valor para identificar el flujo de producción y garantizar la eficiencia de los procesos eliminando desperdicios (Flores et al., 2023). En el Anexo 5 se tiene una representación gráfica de la producción de edulcorantes identificando en el proceso el tiempo de actividades que no agregan valor y considerar que es factible realizar mejoras en las tareas de los operarios. Por lo que se identificó los procesos que realizan diariamente, como es el ejemplo del proceso de sacheteado donde el operador debe encender la máquina y esperar que cumpla con la temperatura adecuada con una duración de 4.36 minutos que no agrega valor. Igualmente, en el

proceso de empaquetado hay un tiempo de 7.9 minutos que no agregan valor puesto que el operario debe armar desde cero las cajas de presentación, también debe trasladarse a la gaveta de sachets y agacharse para introducir los sachets, seguido de retirar sachets excedentes de los empaques, calibrar la balanza y verificar el peso del producto terminado cuando ya lo realiza en actividades anteriores.

## **Diseño del área del proceso de sacheteado y empaquetado**

También es importante entender las condiciones físicas en las que los procesos toman lugar, por lo que es necesario diseñar el área de los procesos de enfoque para visualizar la estación de trabajo de los operadores como se muestra el Anexo 6 ya que una distribución inadecuada puede generar tiempos de traslado innecesarios, aumentar los movimientos improductivos y mayores riesgos de desperdicio de material.

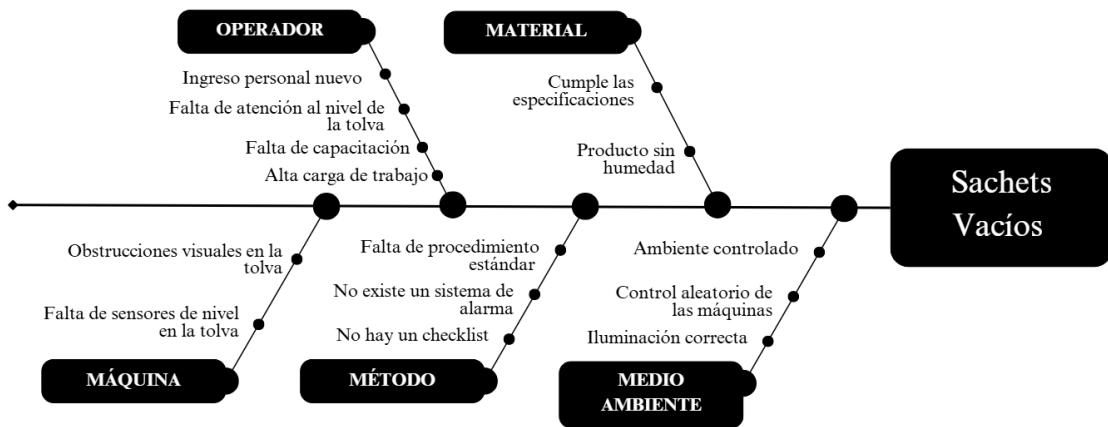
Esta fase permitió recopilar información clave sobre el desempeño actual de las distintas áreas que presentan problemas. Además se realizaron observaciones y levantamiento de datos que evidencian las oportunidades de mejora estableciendo una base confiable para evaluar. Con los resultados, en la siguiente fase se aplicarán diferentes herramientas para identificar las causas y así orientar las acciones de mejora.

## **Fase Analizar**

El objetivo principal de esta fase es identificar las causas raíz de los problemas detectados, basándose en el análisis de los datos recopilados durante la fase de medición. Para ellos, se elaboraron dos Diagramas de Ishikawa enfocados en los defectos de los sachets, lo que permitió clasificar y visualizar los factores que contribuyen a la generación de errores. Asimismo, se realizó un análisis de las actividades que agregan y no agregan valor dentro del proceso, con el fin de detectar oportunidades de mejora. Finalmente, se aplicó la técnica de los 5 Porqué, para profundizar en la causa de desperdicio de material.

## Análisis de Causa Raíz mediante Diagrama de Ishikawa

En la Figura 5 se presenta el Diagrama de Ishikawa correspondiente al defecto de los sachets vacíos, el cual representa la mayor cantidad de devoluciones en el proceso. Este análisis permitió identificar que las causas principales están relacionadas con el operador, la máquina y el método de trabajo.



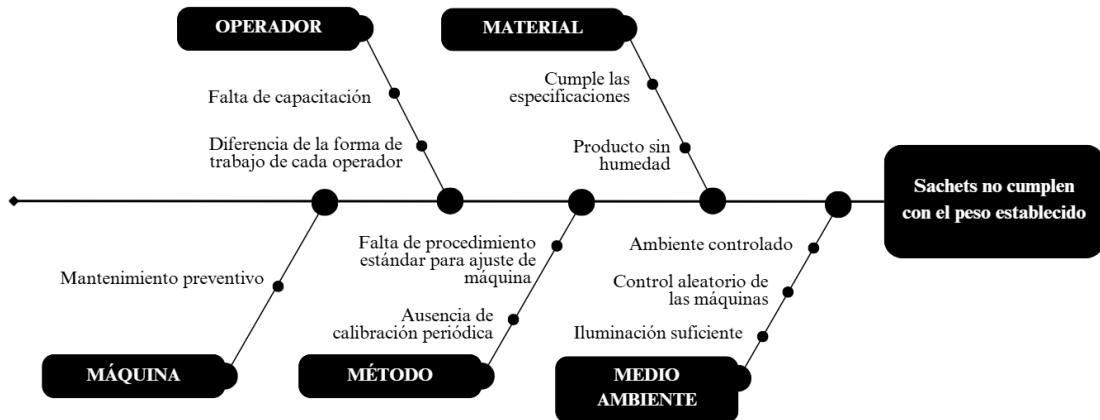
**Figura 5.** Diagrama Ishikawa sobre los defectos de los sachets vacíos.

*Nota.* Elaboración propia.

El problema se genera cuando la máquina sacheteadora comienza a despachar sobres vacíos, debido a que el nivel de material en la tolva desciende por debajo del límite inferior requerido. Esta situación ocurre porque el diseño actual de la máquina no permite una visualización clara del contenido; el nivel solo puede ser observado desde la parte superior, como se muestra el Anexo 7, y no cuenta con sensores internos que indiquen el nivel de manera precisa. Adicionalmente, se identificó una falta de atención por parte del operador, atribuida a la alta carga de trabajo y a la ausencia de un procedimiento estandarizado para verificar periódicamente el nivel de la tolva. Actualmente, la verificación del material se realiza de manera subjetiva, lo que incrementa la probabilidad de error.

En la Figura 6 se ilustra el Diagrama de Ishikawa correspondiente al incumplimiento del peso especificado de los sachets, detectado a partir del análisis de la capacidad del proceso. El análisis reveló que las principales causas de esta no conformidad se encuentran en el operador y en

el método utilizado.



**Figura 6.** Diagrama Ishikawa incumplimiento de peso Sachets.

*Nota.* Elaboración propia.

El origen del problema radica en que la máquina cuenta con un sistema digital que permite establecer con precisión la cantidad de material dosificador en cada sachet. En consecuencia, el operador debe realizar un ajuste manual mediante una manivela, como se detalla en el Anexo 8, al iniciar la operación de la máquina. Esta tarea depende de la experiencia individual del operador, lo cual genera variabilidad en el ajuste, ya que no existe un procedimiento estándar para su correcta configuración.

## Análisis de la Causa Raíz del desperdicio de material: Técnica de los 5 Por- qué

Se utilizó la herramienta de los 5 Porqué para identificar las razones detrás de la discrepancia entre el peso de material ingresado y el peso del producto final en los lotes procesados:

### 1. ¿Por qué existe una diferencia de peso entre el material ingresado y el producto final?

Porque parte del producto se pierde durante el proceso de producción.

### 2. ¿Por qué se pierde producto en el proceso de producción?

Porque hay material que no llega correctamente a la máquina sacheteadora.

### **3. ¿Por qué el material no llega completamente a la máquina sacheteadora?**

Porque hay pérdidas durante el transporte del producto desde el tacho hasta la tolva.

### **4. ¿Por qué se generan pérdidas en el transporte del producto?**

Porque el proceso de transferencia no es eficiente y se derrama o queda adherido a las superficies.

### **5. ¿Por qué el proceso de transferencia no es eficiente?**

Porque no se utilizan las herramientas de recolección adecuadas (cucharón industrial), no existen protocolos estandarizados que minimicen la pérdida.

A partir de este análisis, se concluye que es necesario mejorar el método de transporte de material, implementando herramientas más adecuadas, la creación de protocolos estandarizados para el transporte y reducción de las distancias entre el recipiente y la máquina, con el fin de minimizar las pérdidas y optimizar el proceso.

## **Análisis del Valor Agregado**

Con el propósito de identificar las actividades que agregan y no agregan valor en la producción de edulcorantes, se realizó un análisis de valor agregado. Las actividades fueron clasificadas en: Valor agregado (AV) y Agrega Valor (NAV).

Posteriormente, se detallaron aquellas actividades que agregan valor al clientes (VAC) y aquellas que generan valor para la empresa (VAE) en términos de operaciones internas. Dentro de las actividades que no agregan valor se identificaron cinco tipos de desperdicio que son: paradas, inspección, esperas, movimientos y almacenamiento. Cada actividad con su tiempo y seguido de la suma de estas clasificaciones (Ambrosi Ortiz, 2022)

Este análisis, representado en el Anexo 8, arrojó un índice de valor agregado del 56%, indicando un nivel es aceptable. No obstante, se identificaron diversas oportunidades de mejora, especialmente en la optimización de tiempos y reducción de actividades innecesarias. Como

se argumenta en estudios similares, hay actividades que pueden trabajar de diferente forma para optimizar el tiempo de realización (Sandoval & Arce, 2014).

A partir de los resultados obtenidos en la fase de análisis, se lograron identificar de manera precisa las principales causas raíz que afectan la eficiencia y calidad del proceso productivo. Estas conclusiones brindan una base sólida para el diseño e implementación de soluciones específicas orientadas a mejorar el desempeño general de la operación.

## **Fase Implementar**

La finalidad de esta fase es ejecutar las soluciones diseñadas para mejorar el proceso de producción de Vitafarma. En esta etapa se busca reducir los defectos y desperdicios mediante la aplicación de herramientas de Lean Six Sigma que han sido seleccionadas por su capacidad de agregar valor, reducir variabilidad y mejorar la eficiencia.

Para abordar el problema de los sachets vacíos por la nula visualización que los operarios tenían en la tolva se mejoró mediante la implementación de Poka-Yoke con:

- **Ventana de inspección visual**

Esta implementación permitió a los operarios tener una mejor observación del nivel del material dentro de la tolva sin la necesidad de realizar otras acciones, esta presentado en el Anexo 10.

- **Marcadores de nivel mínimo**

Se colocaron tres cintas para una ayuda visual presentada en el Anexo 11, una en el nivel mínimo antes de que la máquina rellene de aire los sachets, otra en el nivel máximo ya que si se sobrecarga la máquina no realiza un trabajo adecuado y por último la cinta amarilla que indica 500 gramos antes de que el nivel llegue al mínimo para dar la indicación de cargar de material.

Tras identificar que la capacidad de la tolva es de 5000 gramos y la velocidad de sacheteado de 57 gramos por minuto, se monitoreo durante una semana el tiempo promedio entre recargas. Con

esta información se creó un checklist en el Anexo 12 visible en la zona de trabajo, acompañado de una alarma configurada en las computadoras cercanas ára recordar la verificación.

Por otra parte para corregir el incumplimiento del peso estándar, se realizó un Procedimiento Estándar (SOP) de Ajuste Anexo 13, posterior a una semana de observación del trabajo actual de la manivela. El SOP incluye: loa objetivos que se deben cumplir, los responsables que realizan el procedimineto y los materiales necesarios. Este protocolo detalla desde la preparación (uso de cofia, verificación de tolva), ajuste (uso de manivela y prueba de 10 sachets) y por último una verificación del peso. Realizar este protocolo, estandariza una actividad crítica que asegura la calidad del producto y puede llegar a disminuir la variabilidad en el peso final.

Apartir del análisis de los 5 porqués, se identificó como causa raíz el uso ineficiente del espacio y herramientas de transporte. Para implementar una nueva herramienta con tapa existian algunas restricciones puesto que en el mercado no existe el material necesario para la manipulación de alimentos, entonces lo que se realizó fueron marcas visuales en el punto máximo que debe llegar el material en la pala industrial (Anexo 14) para evitar los derrames al transportar de un lugar a otro. Con el diseño se pudo observar que existen cuatro máquinas que están operando actualmente separadas por tres mesas de trabajo para dos operarios, para el nuevo diseño del área (Anexo 15) que se implementó se descartó una mesa de trabajo ya que solamente 2 eran utilizadas y se colocó una caleta de producto más pequeña para que exista una distancia menor de transporte, también existía un uso inadecuado de espacios cercanos a las máquinas con almacenamiento de cajas por lo que se movió las caletas a los extremos de las máquinas para disminuir la distancia de transporte y mejorar la estación de trabajo.

En cuanto al desperdicio del tiempo en el proceso de empaquetado se pudo observar por el análisis del valor agregado (Anexo 9) cinco actividades que no generan valor al proceso por lo que se propuso diferentes medidas para llegar a disminuir, modificar o eliminar el tiempo de realización, no obstante, estas propuestas no se lograron completar por el tiempo que se llevo al realizar el estudio de las anteriores implementaciones.

Con la fase de implementar finalizada, se ha visto soluciones clave para llegar a optimizar el

proceso de producción de edulcorantes en Vitafarma, estas implementaciones han sido el comienzo para reducir desperdicios, errores y tiempos muertos, sin embargo, la mejora continua depende de la fase de controlar, donde se monitorea como se desarrolla lo implementado.

## Fase Controlar

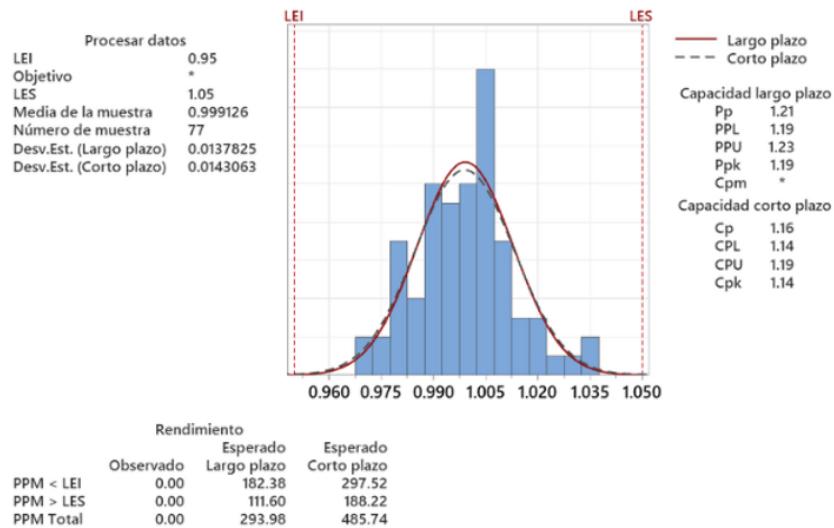
La fase de control tiene como objetivo asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas, mediante la estandarización y seguimiento continuo del proceso. Esto permite mantener los niveles de calidad alcanzados, detectar desviaciones y garantizar que los beneficios se mantengan con el tiempo.

En caso de los sachets vacíos, se implementó un indicador de rendimiento basado en la tasa de devoluciones. Este indicador se gestiona a través de registros de Excel, y permite medir directamente la efectividad del sistema de prevención instalado (ventana y marcadores). Hasta el momento, los resultados son positivos, ya que no se han reportado devoluciones por sachets vacíos tras la implementación. Además, se planificaron auditorías internas periódicas, que consisten en inspecciones para verificar el SOP. Finalmente, el archivo de registros facilita la documentación de incidentes y proporciona información valiosa para análisis futuros y la toma de decisiones correctivas.

Para controlar los sachets que no cumplen con el peso especificado, se utilizó control estadístico de procesos, específicamente la capacidad del proceso. La Figura 7 muestra que, tras la implementación, la media de las muestras se encuentran dentro del rango de peso aceptable de 0.97 g a 1.03g, con una media observada de 0.999g. Esto evidencia una reducción significativa en la variabilidad.

En cuanto a los indicadores de capacidad, el valor de Cpk 1.14 revela que el proceso no solo está centrado dentro de los límites de especificación, sino que también mantiene una dispersión controlada. Aunque un Cpk mayor a 1.33 es deseado por industrias, este resultado indica que el proceso es capaz de cumplir consistentemente con las especificaciones. Respecto al desperdicio de material, se estableció un sistema de control basado en el indicador de rendimiento de material, que

### Informe de capacidad del proceso de Peso (g)



*La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.*

**Figura 7.** Capacidad del proceso de pesado de sachets después de la implementación.  
*Nota.* Elaboración propia.

mide la eficiencia comparando el peso real producido frente al teórico estimado. Como se muestra en la Tabla 4, los rendimientos obtenidos después de la implementación se mantiene en torno al 98 %, lo que representa una mejora respecto a otros niveles.

**Tabla 4.** Indicador de rendimiento después de la implementación

Lote	Peso teórico ingreso (g)	Peso real salida (g)	Rendimiento (%)
310424	96,609	94,754	98.08
320424	96,609	94,685	98.01
330424	96,609	94,821	98.15
340424	96,609	94,725	98.05

Al concluir esta fase de controlr, se cierra el ciclo DMAIC, asegurando las herramientas de monitoreo continuo ya sea estandarizando la eficiencia operativa, minimizando los desperdicios y manteniendo la estabilidad del proceso.

## **Resultados**

Al hacer uso de las herramientas visuales en la tolva tanto de la ventana como las cintas, se simplificó el trabajo de los operarios en cuanto al conocimiento del nivel de material que había. Además, con la ayuda de los checklist, se empezó a crear cotidianidad en ellos al realizar la revisión en las horas establecidas, por lo que ha resultado positivo hasta el momento ya que no se han presentado nuevos reclamos.

Después de realizar el procedimiento operativo estándar de ajuste con la debida capacitación a los operarios, se redujo la variabilidad del peso de los sachets. Este análisis se realizó durante 7 días, y las muestras han estado en los límites requeridos dentro de la empresa mejorando la consistencia del proceso. Por último al haber marcado las señales en las herramientas, añadir una nueva caleta y realizar un cambio de lugar de las caletas, el rendimiento del material ha incrementado en un porcentaje bajo. Si bien aún no se logra confirmar completamente la reducción de quejas y devoluciones por el corto tiempo de la implementación, los resultados fueron positivos. Los operarios ahora detectan con mayor facilidad cuando recargar la tolva, por lo que se espera que los sachets vacíos se reduzcan en gran medida. Se esperaba que el rendimiento de la materia incrementaría en gran medida, sin embargo, desde que se aplicó por completo lo propuesto, se han realizado cuatro lotes presentados en la Tabla ?? y el incremento no ha sido significativo. Es probable que haya otros factores que afecten la pérdida de material que no se contemplaron en el estudio.

## **Limitaciones**

Durante la ejecución del proyecto, se presentaron diversas limitaciones que afectaron directamente al desarrollo. En primer lugar, las regulaciones sanitarias internas de la empresa restringieron el acceso a las áreas de control de calidad, lo cual limitó la observación directa de ciertos procesos y dificultó la validación de la toma de datos.

Además, el aumento en los volúmenes de producción impidió la realización de algunas

visitas programadas, ya que el personal se encontraba enfocado en cumplir con la demanda operativa. Esta misma sobrecarga de trabajo también afectó la agenda de reuniones con los operarios, limitando el espacio de retroalimentación y el seguimiento detallado de las actividades.

Por otro lado, la capacitación de los operarios enfrentó dificultades debido a la falta de estrategias de comunicación adaptadas a tus necesidades. Esto generó baja participación, desinterés e incluso resistencia al cambio, ya que no percibían una necesidad inmediata de modificar sus rutinas laborales. Esta barrera impactó en la velocidad con la que se implementaron ciertos cambios y obligó a replantear la forma de transmitir información, generando un compromiso con las mejoras propuestas.

## **Recomendaciones**

Se recomienda que los marcadores visuales se mantengan de forma continua en las tolvas realizando su renovación o reescritura cada dos meses para garantizar la visibilidad y efectividad. Adicionalmente, se sugiere considerar la incorporación de hendiduras o marcas físicas en la superficie interna de la tolva, lo que facilitaría a los operarios la identificación del nivel del material sin necesidad de intervenciones adicionales.

El manual del Procedimiento Operativo Estándar para el ajuste de la máquina debe ser revisado de manera periódica por la empresa, así como también las capacitaciones al personal. Esto se debe a que los parámetros definidos podrían requerir actualizaciones con el tiempo, ya sea por desgaste natural de los componentes de la maquinaria o por modificaciones en las condiciones operativas.

Finalmente, para mejorar la fiabilidad del análisis estadístico del proceso, se recomienda revisar la metodología actual de la toma de datos. Actualmente, se toman 10 muestras aleatorias cada 30 minutos sin una base técnica clara que respalde esta frecuencia. Sería conveniente realizar un estudio preliminar que fundamente la frecuencia óptima de muestreo ya que se ha observado que los ajustes a la máquina se realizan únicamente tras los controles de calidad, lo que podría estar afectando la capacidad de detección oportuna de desviaciones en el proceso.

## Conclusiones

En la primera fase existió una facilidad para comprender correctamente la familia de productos con lo que se quería trabajar puesto que generaba valor tanto para el estudio, como para la empresa. Utilizar herramientas clave como son las entrevistas hasta las herramientas Lean como es la Voz del Cliente, los diagramas de Pareto, Project Charter y los flujos de proceso ayudo a entender de mejor manera los problemas principales dentro de la producción puesto que existía gran porcentaje de devoluciones y variabilidad dentro del peso de los sachets.

Para el problema de los sachets vacíos, se logró asistir a los trabajadores en la identificación del nivel mínimo de producto en la tolva mediante la implementación de una ventana visual y señalizaciones adhesivas que indican el punto crítico. No obstante, considerando que los operarios se encuentran constantemente ejecutando otras tareas, la incorporación de checklists resultó fundamental, ya que, al activarse la alarma, estos sabían con claridad que debían realizar la verificación correspondiente. En cuanto a la variabilidad en el peso de los sachets, se elaboró un Procedimiento Operativo Estándar (SOP) que permitió estandarizar el proceso de ajuste de la máquina entre los distintos operarios. Esta herramienta fue clave para que los trabajadores siguieran los mismos pasos al calibrar el equipo, lo que redujo significativamente los errores asociados a ajustes subjetivos y mejoró la consistencia del producto final.

En el caso del desperdicio de material, la colocación de marcas en la pala para limitar la carga y la reducción de distancias de transporte contribuyeron a un mejor aprovechamiento de la materia prima. Sin embargo, la mejora no fue del todo significativa, lo que sugiere que podrían existir otros factores que también influyen en esta pérdida. Dentro de la investigación, implementar la metodología DMAIC con herramientas Lean ayudo a establecer soluciones óptimas a los distintos problemas identificados, disminuyendo desde los desperdicios hasta los defectos dentro del proceso de elaboración de edulcorantes. Aunque los resultados fueron positivos, aún existen oportunidades para seguir optimizando el desempeño productivo de la empresa.

## Referencias

- Adeodu, A., Kanakana-Katumba, M. G., & Rendani, M. (2021). Implementation of lean six sigma for production process optimization in a paper production company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 661–680.
- Ambrosi Ortiz, D. Y. (2022). Levantamiento de procesos, estandarización y análisis de valor agregado de la empresa zitro. B.S. thesis, Universidad del Azuay.
- Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). Lean six sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(7), 1073–1093.
- Cheeseman, J. (2016). Food security in the face of salinity, drought, climate change, and population growth. In *Halophytes for food security in dry lands* (pp. 111–123). Elsevier.
- EFSA (2021). Scientific opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal*, 19(1), 6346.
- Enache, I.-C., Chivu, O. R., Rugescu, A.-M., Ionita, E., & Radu, I. V. (2023). Reducing the scrap rate on a production process using lean six sigma methodology. *Processes*, 11(4), 1295.
- Fan, P.-H. (2024). Applying six sigma to improve the defect rate of electronic components: a six sigma case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 35(1), 41–56.
- FDA (2018). Additional information about high-intensity sweeteners permitted for use in food in the united states.
- Flores, K. M. M., Fernández, A. J. R., & Corrales, E. L. (2023). Mapa de flujo de valor a la cadena de suministro y producción. *Ingenium et Potentia: Revista Electrónica Multidisciplinaria de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura*, 5(1), 1035–1049.
- Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S. S., Steffen, L. M., Johnson, R. K., Reader, D., & Lichtenstein, A. H. (2012). Nonnutritive sweeteners: current use and health perspectives: a scientific

- statement from the american heart association and the american diabetes association. *Circulation*, 126(4), 509–519.
- George, M. L., Maxey, J., Rowlands, D. T., & Upton, M. (2004). *Lean six sigma pocket toolbook*. McGraw-Hill Professional Publishing New York, NY, USA.
- Goyal, S., Samsher, n., & Goyal, R. (2010). Stevia (stevia rebaudiana) a bio-sweetener: a review. *International journal of food sciences and nutrition*, 61(1), 1–10.
- Hoerl, R. W. & Snee, R. D. (2020). *Statistical thinking: Improving business performance*. John Wiley & Sons.
- Jiménez, H. F., Zuñiga, A. H., Londoño, C. A., Rativa, J. R., & Cortes, M. R. (2023). Aplicación de seis sigma para la reducción de defectos en la fabricación de muebles de madera en una pyme. *Dirección y Organización*, 52–68.
- Kharub, M., Ruchitha, B., Hariharan, S., & Vamsi, N. S. (2022). Profit enhancement for small, medium scale enterprises using lean six sigma. *Materials Today: Proceedings*, 56, 2591–2595.
- Magnuson, B. A., Roberts, A., & Nestmann, E. R. (2017). Critical review of the current literature on the safety of sucralose. *Food and Chemical Toxicology*, 106(Part A), 324–355.
- Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J. P., & Hu, F. B. (2019). Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk. *Circulation*, 121(11), 1356–1364.
- Markets and Markets (2022). Non-nutritive sweeteners market by type, application, and region - global forecast to 2026. Recuperado de: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/non-nutritive-sweeteners-market-26157733.html>.
- McKeever, C. (2006). The project charter—blueprint for success. *Crosstalk*, 19.
- Mintz, S. W. (1985). *Sweetness and Power: The Place of Sugar in Modern History*. Penguin Books.

Narvaez, G. (2019). Aplicación de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en lean six sigma a la empresa d'max sport s.a.s. fabricante de calzado. Recuperado de: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10922/T08457.pdf>.

Organización Mundial de la Salud (2020). Reducción del consumo de azúcares libres para prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles.

Organización Mundial de la Salud (2021). Obesidad y sobrepeso. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.

Sandoval, C. M. & Arce, A. M. (2014). La medición de la productividad del valor agregado: una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de costa rica (measuring value added productivity: an empirical application in an agroalimentary cooperative in costa rica). *Dialnet*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9513990>.

Sasikumar, A., Acharya, P., Nair, M., & Ghafar, A. (2023). Applying lean six sigma for waste reduction in a bias tyre manufacturing environment. *Cogent Business & Management*, 10(2).

Starns, V. A. (2019). Exploring the strategies project managers need to establish a project charter for initiating a project. Recuperado de: <https://www.proquest.com/openview/f9ee6318179d47af498de526a2160b56/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>.

Sucipto, N., Susilowati, E., & Effendi, U. (2020). Reducing waste on wheat flour packaging: An analysis of lean six sigma. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 475(1), 012002.

Taborga, C. E. V., Castellón, R. V., & Taborga, O. V. (2011). Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árboles de decisión (sample size determination using decision trees). *Revista Investigación & Desarrollo*, 11(1), 53–80.

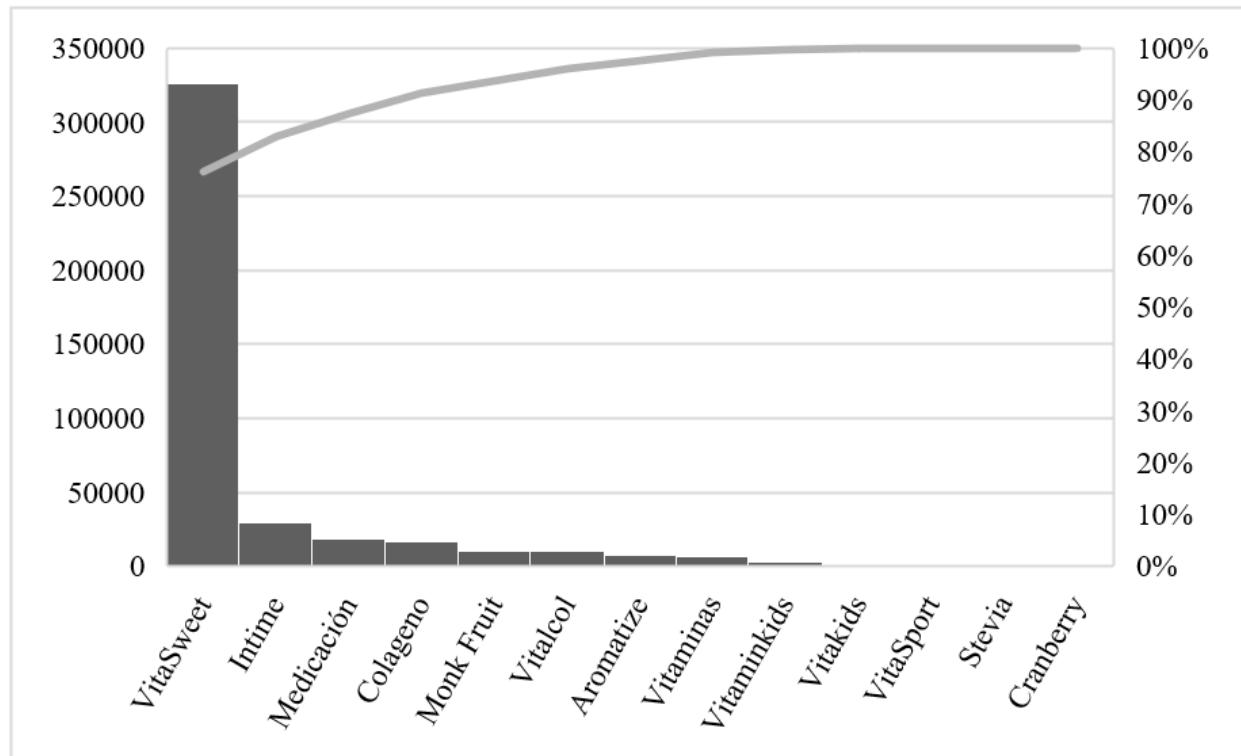
Tampubolon, S. & Purba, H. H. (2021). Lean six sigma implementation, a systematic literature review. *International Journal of Production Management and Engineering*, 9(2), 125–139.

Utama, D. M. & Abirfatin, M. (2023). Sustainable lean six-sigma: A new framework for improve sustainable manufacturing performance. *Cleaner Engineering and Technology*, 17, 100700.

Widiwati, I. T. B., Liman, S. D., & Nurprihatin, F. (2024). The implementation of lean six sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research*.

## Anexos

### 1. Diagrama de Pareto de Ventas Totales productos.



### 2. Project Charter (Disminución de desperdicios).

Problema	Caso de estudio y beneficios												
<p>En el proceso de elaboración de edulcorantes Vitasweet se ha identificado que existe desperdicio de materia ya que hay discrepancia entre la cantidad que entra en el proceso y la cantidad que se obtiene al final. Así como desperdicios en el área de satcheteado, porque el tiempo de empaquetado está por encima del deseado</p>	<p>Este proyecto se llevará a cabo en la línea de producción de edulcorantes, con un enfoque en la reducción de desperdicios tanto de material como de tiempo. A través de análisis de datos y aplicación de herramientas Lean Six Sigma se espera que se reduzca el desperdicio de materia, mejore la eficiencia del proceso al reducir tiempo improductivos y optimizar flujos de trabajo, y aumentar la capacidad productiva</p>												
Objetivo	Cronograma												
<p>Aumentar el promedio de rendimiento de los lotes y reducir el tiempo de empaquetado</p>	<table> <thead> <tr> <th>Fase</th><th>Fecha de finalización planificada</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Definir:</td><td>30-Jan</td></tr> <tr> <td>Medir:</td><td>28-Feb</td></tr> <tr> <td>Analizar:</td><td>10-Mar</td></tr> <tr> <td>Mejorar:</td><td>31-Mar</td></tr> <tr> <td>Controlar:</td><td>8-Apr</td></tr> </tbody> </table>	Fase	Fecha de finalización planificada	Definir:	30-Jan	Medir:	28-Feb	Analizar:	10-Mar	Mejorar:	31-Mar	Controlar:	8-Apr
Fase	Fecha de finalización planificada												
Definir:	30-Jan												
Medir:	28-Feb												
Analizar:	10-Mar												
Mejorar:	31-Mar												
Controlar:	8-Apr												
Alcance	Miembros												
<p><b>Alcance:</b> Identificación y análisis de desperdicios de tiempo y materia Optimización del proceso de producción de edulcorantes</p> <p><b>Fuera de alcance:</b> Cambios en la formulación del producto Modificación de la cadena de suministro externa</p>	<table> <thead> <tr> <th>Posición</th><th>Persona</th><th>Título</th><th>% del tiempo</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Líder</td><td>Diego Mena</td><td>Ing. Industrial</td><td>50%</td></tr> <tr> <td>Líder</td><td>Emily Alta</td><td>Ing. Industrial</td><td>50%</td></tr> </tbody> </table>	Posición	Persona	Título	% del tiempo	Líder	Diego Mena	Ing. Industrial	50%	Líder	Emily Alta	Ing. Industrial	50%
Posición	Persona	Título	% del tiempo										
Líder	Diego Mena	Ing. Industrial	50%										
Líder	Emily Alta	Ing. Industrial	50%										

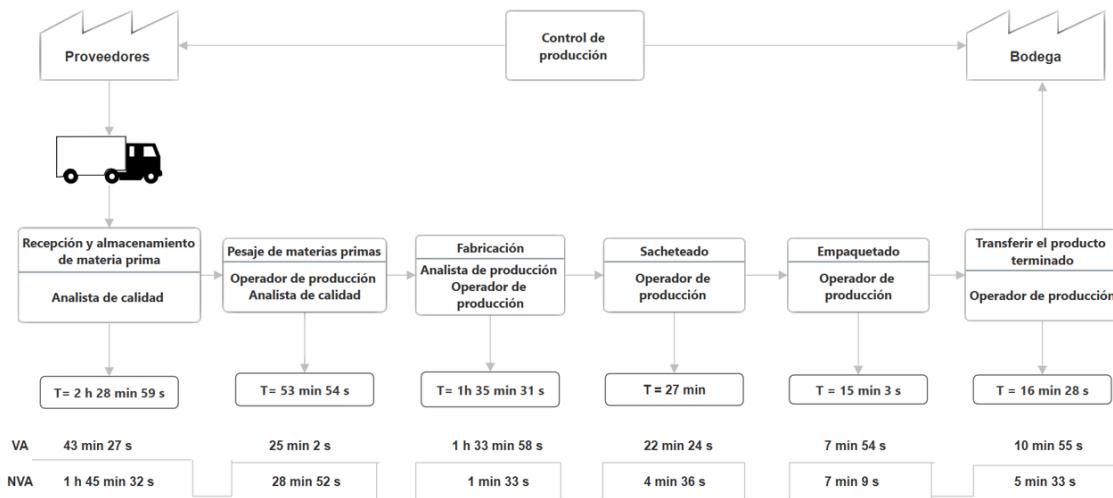
### 3.Project Charter (Disminución de defectos).

Problema	Caso de estudio y beneficios												
<p>La producción de edulcorantes Vitasweet presenta defectos relacionados con el peso del producto en cada unidad, incluyendo peso inferior o superior al especificado y sachets completamente vacíos. Estos defectos han generado devoluciones y afectación en la satisfacción del cliente.</p>	<p>Este estudio se llevará a cabo en la línea de producción de edulcorantes en sachets, utilizando datos de tasa de devoluciones y análisis de 10 muestras de peso tomadas durante el proceso. A través de metodologías de Ingeniería de Calidad y Lean Six Sigma, se espera obtener los siguientes beneficios; reducción en la variabilidad del peso de los sachets y disminución en la tasa de devoluciones debido a defectos de peso o sachets vacíos</p>												
Objetivo	Cronograma												
<p>Reducir la variabilidad en el peso de los sachets asegurando que cumplan con los pesos establecidos en el proceso y disminuir la tasa de devoluciones de peso y sachets vacíos.</p>	<table> <thead> <tr> <th>Fase</th><th>Fecha de finalización planificada</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Definir:</td><td>30-Jan</td></tr> <tr> <td>Medir:</td><td>28-Feb</td></tr> <tr> <td>Analizar:</td><td>10-Mar</td></tr> <tr> <td>Mejorar:</td><td>31-Mar</td></tr> <tr> <td>Controlar:</td><td>8-Apr</td></tr> </tbody> </table>	Fase	Fecha de finalización planificada	Definir:	30-Jan	Medir:	28-Feb	Analizar:	10-Mar	Mejorar:	31-Mar	Controlar:	8-Apr
Fase	Fecha de finalización planificada												
Definir:	30-Jan												
Medir:	28-Feb												
Analizar:	10-Mar												
Mejorar:	31-Mar												
Controlar:	8-Apr												
Alcance	Miembros												
<p><b>Alcance:</b> Análisis de variabilidad en el peso de los sachets Evaluación y ajuste en el proceso de llenado</p> <p><b>Fuera de alcance:</b> Rediseño completo de las máquinas de envasado</p>	<table> <thead> <tr> <th>Posición</th><th>Persona</th><th>Título</th><th>% del tiempo</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Líder</td><td>Diego Mena</td><td>Ing. Industrial</td><td>50%</td></tr> <tr> <td>Líder</td><td>Emily Alta</td><td>Ing. Industrial</td><td>50%</td></tr> </tbody> </table>	Posición	Persona	Título	% del tiempo	Líder	Diego Mena	Ing. Industrial	50%	Líder	Emily Alta	Ing. Industrial	50%
Posición	Persona	Título	% del tiempo										
Líder	Diego Mena	Ing. Industrial	50%										
Líder	Emily Alta	Ing. Industrial	50%										

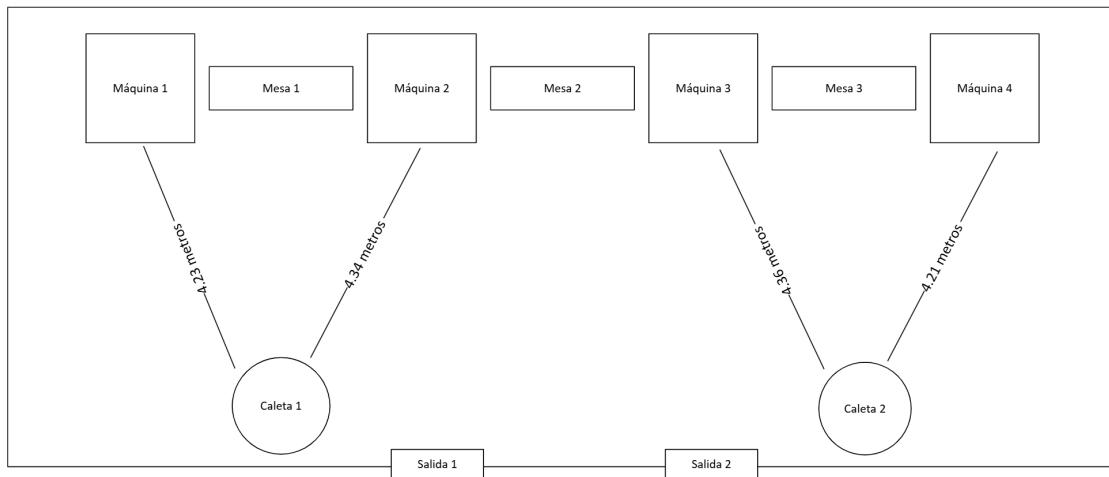
### 4.Tiempos del proceso.

Proceso	Actividad	Tiempo
Recepción y almacenamiento de materia prima	Bajar materia prima del camión	1:07:20
	Verificación de calidad	0:43:27
	Trasladar materia prima al almacén	0:38:12
	<b>TOTAL</b>	<b>2:28:59</b>
Pesaje de materias primas	Verificación de la báscula y calibración	0:03:24
	Pesar un lote de materia prima	0:17:13
	Registro en la bitácora	0:02:04
	Etiquetar lotes y colocar fecha	0:01:48
	Repesar materia prima	0:19:06
	Colocar en una gaveta cerrada	0:02:37
	Transportar al área de mezclado	0:07:42
	<b>TOTAL</b>	<b>0:53:54</b>
Fabricación	Introducir la maltodextrina	0:02:16
	Mezclar de forma circular los componentes	0:01:11
	Dividir en tres partes iguales	0:00:57
	Ingresar al mezclador en forma de V	0:02:08
	Conectar el equipo	0:00:46
	Mezclar	1:00:00
	Descargar el producto	0:13:28
	Sellar la funda	0:02:41
	Cerrar el recipiente con la tapa	0:01:06
	Notificar el fin del mezclado	0:00:47
	Tomar muestras	0:02:18
	Liberación del producto mezclado	0:07:53
	<b>TOTAL</b>	<b>1:35:31</b>
	Ingresar tacho	0:08:33
Sachetado	Encender máquina sacheteadora	0:00:41
	Verificar limpieza en mordazas	0:01:03
	Esperar temperatura adecuada	0:03:55
	Llenar la tolva con producto	0:08:28
	Iniciar la máquina	0:00:16
	Calibrar el corte de la lámina	0:01:04
	Verificar las estriás del sachet	0:00:26
	Verificar 10 sachets	0:02:34
	<b>TOTAL</b>	<b>0:27:00</b>
	Armar las cajas de presentación	0:01:46
Empaqueado	Colocar silicona	0:00:22
	Trasladarse a la gaveta de sobres	0:01:53
	Introducirlos sobre necesarios	0:02:20
	Retirar sobre excedentes	0:01:13
	Calibrar la balanza	0:01:31
	Pesar en la balanza	0:02:03
	Verificar peso	0:00:46
	Sellar la caja con silicona	0:00:31
	Colocar en cartones madre	0:02:38
	<b>TOTAL</b>	<b>0:15:03</b>
Transferir el producto terminado	Cargar cajas en un carrito	0:05:33
	Transportar al almacén de producto terminado	0:07:21
	Descargar el producto terminado	0:03:34
	<b>TOTAL</b>	<b>0:16:28</b>

## 5. Mapa de flujo de valor.



## 6. Diseño del área de sacheteado y empaquetado.



## 7. Tolva de la máquina sacheteadora.



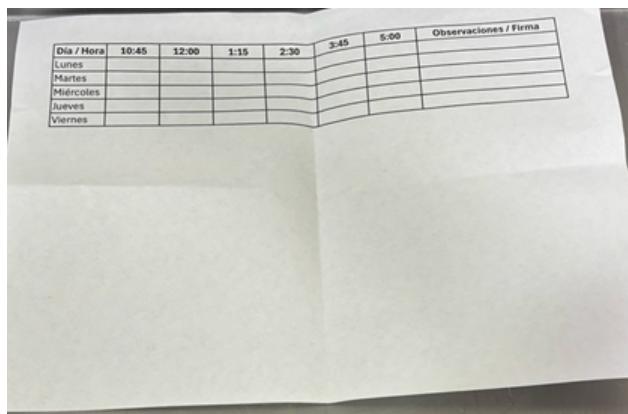
**8. Manivela de la máquina sacheteadora.**



**9. Análisis de valor agregado.**

Análisis de Valor Agregado									
Proceso de producción de edulcorantes VitaSweet									
Proceso actual		AV		NAV					
No	Actividad	VAC	VAO	Paradas	Inspección	Esperas	Movimientos	Almacenamiento	Minutos
1	Bajar materia prima del camión					X			1:07:20
2	Verificación de calidad	X							0:43:21
3	Trasladar materia prima al almacen							X	0:38:12
4	Verificación de la báscula y calibración	X							0:03:24
5	Pesar un lote de materia prima	X							0:17:13
6	Registro en la bitácora				X				0:02:04
7	Etiquetar lotes y colocar fecha	X							0:01:46
8	Repesar materia prima		X						0:19:06
9	Colocar en una gaveta cerrada	X							0:02:31
10	Transportar al área de mezclado						X		0:07:42
11	Introducir la maltodextrina	X							0:02:16
12	Mezclar de forma circular los componentes	X							0:01:11
13	Dividir en tres partes iguales	X							0:00:57
14	Ingresar al mezclador en forma de V	X							0:02:08
15	Conectar el equipo						X		0:00:46
16	Mezclar	X							1:00:00
17	Descargar el producto	X							0:13:26
18	Sellar la funda	X							0:02:41
19	Cerrar el recipiente con la tapa	X							0:01:06
20	Notificar el fin del mezclado						X		0:00:47
21	Tomar muestras	X							0:02:18
22	Liberación del producto mezclado	X							0:07:53
23	Ingresar tacho	X							0:08:33
24	Encender máquina sacheteadora	X							0:00:41
25	Verificar limpieza en mordazas	X							0:01:03
26	Esperar temperatura adecuada						X		0:03:55
27	Llenar la tolva con producto	X							0:08:26
28	Iniciar la máquina	X							0:00:16
29	Calibrar el corte de la lámina	X							0:01:04
30	Verificar las estriás del sachet	X							0:00:26
31	Verificar 10 sachets	X							0:02:34
32	Armar las cajas de presentación						X		0:01:46
33	Colocar silicona	X							0:00:22
34	Trasladarse a la gaveta de sobres						X		0:01:53
35	Introducirlos sobre necesarios	X							0:02:20
36	Retirar sobre excedentes		X						0:01:13
37	Calibrar la balanza			X					0:01:31
38	Pesar en la balanza	X							0:02:03
39	Verificar peso			X					0:00:46
40	Sellar la caja con silicona	X							0:00:31
41	Colocar en cartones madre	X							0:02:36
42	Cargar cajas en un carro	X							0:05:33
43	Transportar al almacen de producto terminado						X		0:07:21
44	Descargar el producto terminado						X		0:03:34
								Tiempo de proceso	5:56:55
								Tiempo de valor agregado	3:18:55
								Tiempo de valor no agregado	2:37:56
								Eficiencia del valor agregado	56%

**10.Implementación de la ventana de inspección visual.****11.Implementación de marcadores de nivel mínimo.****12.Implementación de checklist.**



### 13. Procedimiento estándar de Ajuste.

# PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR (SOP)

## Ajuste de Máquina Sacheteadora

Versión: 1.0

Fecha de emisión: 24/03/2025

Área: Sacheteado/ Empaquetado

### Objetivo

Establecer el procedimiento estandarizado para realizar el ajuste correcto de la manivela de la máquina sacheteadora para que cada funda vaya con el peso indicado de 1 gramo o lo más cercano posible

### Alcance

Este procedimiento aplica a los dos operarios en la zona de empaquetado del proceso de producción de Vitasweet.

### Responsables

- Operador de máquina.
- Supervisor de producción

### Materiales y Herramientas

- Llave de acero
- Tuerca
- Manivela

### Procedimiento

#### A. Preparación

- Llegar al lugar de trabajo
- Colocarse cofia, mandil y mascarilla
- Dirigirse a la zona donde se encuentran las llaves de acero
- Regresar al lugar de la máquina sacheteadora.
- Asegurarse que haya material en la tolva, caso contrario llenarla hasta el punto indicado

#### B. Ajuste

- Con la llave de acero, aflojar las tuercas.
- Mover la manilla lo máximo que se pueda hacia la izquierda y a esto se lo denomina punto cero. (Raya marcada debe dar hacia la pared).

#### 14. Marcas visuales en la herramienta.



#### 15. Nuevo diseño del área de sacheteado y empaquetado.

