

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“MEJORA DE PROCESO PARA REDUCIR EL
PORCENTAJE DE MERMA EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE ARÁNDANO MEDIANTE LA
METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA
AGROINDUSTRIAL CAMPOSOL S.A.”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Hansen Alonso Perez Bellido

Asesor:

Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz

<https://orcid.org/0000-0001-7652-6672>

Trujillo - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(A)	César Enrique Santos Gonzales
	Nombre Y Apellidos

Jurado 2	Jackeline Marilyn Leon Vargas
	Nombre Y Apellidos

Jurado 3	Jimy Frank Oblitas Cruz
	Nombre Y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Autónoma de Ica

Trabajo del estudiante

6%

2

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

idoc.pub

Fuente de Internet

1%

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico en primer lugar a nuestro Padre Celestial, que ilumina nuestros caminos, dando oportunidades para ser felices al lado de nuestros seres queridos; a mis padres, Oscar Pérez y Luisa Bellido, por el apoyo incondicional, su amor sin límites, protección y cariño desde el día que nací hasta en lo que estoy a punto de ser, un Ingeniero Industrial, a mi hermana Winnie por el apoyo frente a situaciones complicadas, desafíos que se presenta en la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios, nuestro creador, que nos guía por el buen camino, aquel que ilumina y protege frente a los peligros y la maldad, le agradezco a mi madre por estar siempre guiándome y nunca ausentarse cuando la necesité, a mi padre que en cada charla padre-hijo me deja sus conocimientos, experiencias y vivencias, a mi hermana y sobrinitas por darme el apoyo y los ánimos para culminar la presente investigación, de igual forma agradezco a mi asesor Dr. Oblitas Cruz por el tiempo dedicado, conocimientos aportados y paciencia en el desarrollo de la presente investigación.

Tabla de contenido

Jurado calificador	2
Informe de similitud	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Tabla de contenido	6
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Resumen	9
Capítulo I: Introducción	10
Capítulo II: Metodología	35
Capítulo III: Resultados	42
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones	89
Referencias	97
Anexos	105

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	37
Tabla 2. Matriz de instrumentos de recolección de datos	39
Tabla 3. Tabla de indicador de merma	44
Tabla 4. Costo de merma.....	46
Tabla 5. Kilogramos y merma semanal por mes.....	47
Tabla 6. Estadísticos descriptivos	53
Tabla 7. Tabla de indicador de merma meses – noviembre (2023) – marzo (2024).....	59
Tabla 8. Costo de merma meses – noviembre (2023) – marzo (2024).....	60
Tabla 9. Kilogramos y merma semanal x mes del nuevo proceso	61
Tabla 10. Kilogramos producidos por meses junio – octubre 2023	62
Tabla 11. Costos de merma junio – octubre 2023.....	63
Tabla 12. Prueba de normalidad.....	68
Tabla 13. Prueba de Hipótesis - Wilcoxon.....	68
Tabla 14. Project Charter - Identificación de proyecto	69
Tabla 15. Evaluación de la causa de la merma.....	71
Tabla 16. Matriz de correlación	72
Tabla 17. Matriz de priorización de causas	74

Índice de figuras

Figura 1. Metodología Six Sigma.	24
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	31
Figura 3. Proceso actual de la producción de arándanos.....	43
Figura 4. Evolución del Indicador de Merma.....	45
Figura 5. Comparativo de K. producidos vs Kg. merma.....	45
Figura 6. Comparativo Costo Total Merma vs. Costo Merma.....	47
Figura 7. Tendencias de merma, semanas – mes - enero a octubre.....	49
Figura 8. Tendencias de merma mensual, enero - octubre	50
Figura 9. Prueba de normalidad	51
Figura 10. Estudio de capacidad	52
Figura 11. Informe de capacidad de six sigma.....	53
Figura 12. Valor Six Sigma.....	54
Figura 13. Nuevo proceso de producción de arándanos.....	58
Figura 14. Tendencias de merma mensual, noviembre (2023) – marzo (2024).....	59
Figura 15. Tendencias de merma, semana – meses noviembre (2023) – marzo (2024)	61
Figura 16. Informe de capacidad de nuevo proceso	63
Figura 17. Diagrama de Ishikawa – Merma elevada.....	70
Figura 18. Valoración de las causas de merma	73
Figura 19. Diagrama de Pareto.....	75
Figura 20. Proceso propuesto de mejora a la producción de arándanos.....	76
Figura 21. Sub proceso: Preparación de terrero	76
Figura 22. Sub proceso: Plantación.....	77
Figura 23. Sub proceso: cuidado y mantenimiento de cultivo	77
Figura 24. Sub proceso: Cosecha de arándanos	78
Figura 25. Sub proceso: Selección y clasificación.....	78
Figura 26. Sub proceso: Selección y clasificación.....	79
Figura 27. Sub proceso: Selección y clasificación.....	79

RESUMEN

La presente investigación está enmarcada en el contexto de herramientas de calidad con la finalidad de reducir las mermas en la producción de arándanos en la empresa Agroindustrial Camposol S.A utilizando la metodología Six Sigma. El tipo de investigación se basó en un enfoque cuantitativo con orientación aplicada y de alcance descriptivo. El diseño fue pre-experimental. Se usó como instrumento de recolección de datos la observación y como técnica la ficha de recolección de datos, se obtuvo como principal resultado el incremento del valor sigma de 4.5 a 4.8. En primer lugar, se describe la situación de la empresa posteriormente a la pérdida en la producción de arándanos en los meses de enero a octubre del año 2023, se establecen objetivos específicos planteando una alternativa de solución mediante la implementación de Six Sigma viendo en esta parte la capacidad de los procesos para responder a los problemas. Luego se plantea las causas y problemas que aquejan a la merma de arándanos, ordenándolos por prioridad y ponderación. La recolección de datos facilitó el desarrollo de diagramas como Ishikawa y Pareto en el cual se identificó el problema principal de la merma, así pues, se comparó el proceso inicial con el nuevo proceso comparando los últimos 5 meses con el proceso anterior y 5 meses con el proceso nuevo. Por lo tanto, se pudo concluir que utilizando la implementación del método Six Sigma se mejora la capacidad del proceso de producción y reduce la cantidad de la merma de arándanos. Implicando un aumento de 689,888.64 kilogramos y 7, 802,640.40 dólares en costo.

PALABRAS CLAVES: Mejora de proceso, reducción de merma, producción de arándano, metodología Six Sigma.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hace quince años, pocos hubieran imaginado que los arándanos serían rentables en la costa norte del Perú. A pesar de las desafiantes condiciones desérticas y la ausencia de tradición en su cultivo, Perú se transformó entre 2010 y 2020 en el principal exportador mundial de arándanos, generando más de 162,000 toneladas métricas anuales y mil millones de dólares en ingresos. Esta hazaña se atribuye a medidas gubernamentales adoptadas desde finales de la década de 1990, como una nueva ley agrícola, acuerdos comerciales y proyectos de irrigación que convirtieron la costa árida en un próspero enclave de exportación. La historia también refleja la tendencia en América Latina hacia una agricultura científica, con investigaciones en genética vegetal y ciencias biológicas, junto con nuevas formas de organización empresarial. Este enfoque no solo diversificó los cultivos, incluyendo uvas y aguacates, sino que también satisfizo las demandas de nichos de mercado en Estados Unidos, Europa y otros mercados desarrollados. La evolución agrícola y las decisiones estratégicas llevaron a Perú a convertirse en un referente global en la producción de arándanos, demostrando la capacidad de adaptación y transformación de las regiones ante desafíos aparentemente insuperables (Crespi, 2022).

Según la Asociación de Productores de Arándanos del Perú (Proarándanos), La Libertad lidera la lista de regiones con el mayor volumen de envíos, seguida por Lambayeque, Lima, Ica, Ancash, Piura y Moquegua. Además, estimaron que al concluir la campaña nacional 2022-2023, se habrán realizado envíos por un total de 285 mil toneladas, lo que representa un incremento del 28% en comparación con la

temporada anterior (Romainville, 2022). Gracias a la naturaleza nutritiva del arándano, las exportaciones de este producto experimentaron un notorio crecimiento. En el período comprendido entre 2013 y 2021, se observó un aumento anual del 70%, elevando las cifras de \$17.4 millones en 2013 a \$1,187 millones en 2021. Este impresionante incremento catapultó a Perú al liderazgo en la exportación de arándanos, representando un significativo 25.2% del total mundial en 2021. En este contexto, La Libertad se destacó como el departamento con mayores exportaciones, alcanzando los \$302 millones en 2017 y ascendiendo a \$611 millones en 2021, consolidando su posición como líder en este mercado (ComexPerú, 2022).

A pesar del éxito de Perú como líder mundial en la exportación de arándanos frescos, la industria enfrenta desafíos significativos que impactan su rentabilidad y sostenibilidad. La sobreoferta en Europa ha ejercido presión sobre los precios, reduciendo los márgenes de ganancia para los productores. Además, el aumento de los costos de producción y transporte, junto con la inestabilidad política y social en el país, complica el panorama económico para los cultivadores de arándanos. Aunque la producción peruana de arándanos sigue creciendo, es esencial aumentar los esfuerzos de promoción en mercados clave como Estados Unidos y China para evitar una mayor erosión de los precios. Esta estrategia se vuelve crucial para mantener la rentabilidad y competitividad del sector frente a los desafíos del mercado internacional. La necesidad de diversificación y la adaptación a las condiciones cambiantes del mercado son elementos esenciales para garantizar el éxito continuo de la industria de arándanos en Perú. (Blueberriesconsulting, 2022).

Además, se sostiene que la mayor proporción de pérdida se encuentra en la cosecha de arándanos inmaduros, denominados "arándanos inmaduros". Según estadísticas, se descartan dos frutos por cada metro de planta, lo que se traduce en aproximadamente 50 bayas por surco. Esta cifra se multiplica por 40 surcos, equivalente a una hectárea, lo que resulta en más de 6000 kg de pérdida por hectárea. Es relevante señalar que la presencia de la pérdida mencionada indica una planificación deficiente, una gestión inadecuada tanto en la cosecha como en el almacenamiento, y deficiencias en el proceso de venta. Los defectos de condición presentes en la fruta, como desgarros, magulladuras y heridas abiertas, son consecuencia de la prisa del cosechador por ahorrar tiempo, optando por una metodología rápida pero menos eficiente. Esta elección se realiza con el objetivo de maximizar la cantidad cosechada para obtener una remuneración más sustancial, sin considerar que la fruta resultante, al final, no será exportada, ocasionando pérdida de kilogramos para los lotes subsiguientes. (Marlon y Del Río, 2022).

1.2. Antecedentes

Acerca de los estudios previos y empezando por el ámbito internacional se contó con Coronado y Núñez (2021) en su estudio realizado en una empresa de producción de Ecuador, que tuvo por objetivo disminuir las mermas de producción, para ello se implementó un plan de mejora, iniciando por un diagnóstico total de la empresa encontrando que, existieron algunos procesos que no estaban bien definidos, así como también se vieron las causas de la merma, siendo estos por falta de mantenimiento en maquinaria y carencia de conocimiento de los trabajadores, al realizar las mejoras se redujo la merma de producción de un 1.3% a un 1%, siendo la

diferencia de 5,940 productos, esto en cantidad monetaria fue \$5,588 mensual, por lo que gracias al plan de mejora los autores permitieron aminorar la merma e incrementar la productividad de la empresa.

Así también Gonzales (2021) en su investigación la cual se basó en una propuesta de mejora en una empresa manufacturera de Ecuador, teniendo como propósito reducir la merma, además de usar método del six sigma, se creó un mapa de procesos y se mejoró ciertos procesos en base a la producción, también se usó un diagrama causa efecto, encontrando que uno de los motivos de merma fue debido al mal funcionamiento de máquinas, por lo que permitió realizar el mantenimiento adecuado a la maquinaria permitiendo reducir las mermas causada, el autor concluyó que gracias al six sigma se corrigieron errores volviendo más productiva a la empresa.

Además Maldonado (2021) en su tesis realizada una empresa de Bogotá, esta guardó relación con el six sigma, el autor buscó mejorar tiempo de trabajo y eliminar las mermas de inventario, realizando un estudio previo, se puso observar que la organización carecía de ciertos procesos o estaban mal estructurados, mediante la implementación del six sigma, se logró reducir el costo de mantenimiento de inventario, bajando su costo un 4.2%, aumentaron así las ganancias a \$39,634,239 al año, finalizando que la metodología fue significativamente importante para mejorar y aumentar la productividad, ya que al reducir las mermas aumentaron las ganancias anuales de la empresa.

Mientras que Aguilar y Parrales (2019) en su trabajo que tuvo el propósito de identificar y reducir mermas de inventario de una empresa productora de Guayaquil, el autor busco realizar un plan de mejora, mediante un análisis a la empresa y con

entrevistas y encuestas aplicadas a los empleados, se encontró que la planificación de inventario de la empresa era regular en un 40%, así también existían problemas en el área de inventario las cuales afectaban los ingresos, después de corregir los procesos se pudo ver que la merma generaba \$2000 mensuales, sin embargo luego de mejorar los procesos la empresa generó \$10,990 mensuales adicionalmente, los autores concluyeron que el plan de mejora fue de ayuda y brindó eficiencia a la empresa.

Para el apartado nacional se contó con Patricio (2021) en su investigación basada en una propuesta de mejora aplicada en una empresa de envasado de Lima, el autor busco reducir las mermas usando el six sigma, mediante un estudio de 20 días en la empresa antes de implementar la metodología se vio que la empresa tuvo problemas debido a que el envasado y llenado de gas era muy lento, por lo que realizando modificaciones a los procesos se logró reducir el tiempo de llenado de 46 a 42.23 segundos, permitiendo ser más veloces en la producción, el autor finalizando mencionando que el six sigma ayudó en reducir la merma.

De igual forma Bazán et al. (2021) en su artículo que se relacionó con el Six sigma, el estudio hecho en una empresa de envasado de Argentina, tuvo la misión de usar la metodología para reducir mermas, para ello se realizó una evaluación para determinar su estado, encontrando que el índice de productividad no es el esperado además que el de merma está por arriba de lo previsto además que representó el mayor impacto económico en un 80%, se vio que el tiempo de llenado era lento así que realizando los ajustes de acuerdo al plan de mejora se mejoró el tiempo de llenado lo cual impacto en las ganancias, los autores concluyeron que la metodología fue de ayuda

en la empresa mejorando su productividad y reduciendo su merma dando por ganancia extra S/57,432 mensuales gracias a los ajustes.

También Anampa (2020) en su estudio realizado en una empresa de Lima, que tuvo la finalidad de dar mejora a su productividad reduciendo mermas en su producción, se implementó un plan de mejora y se pudo observar que la empresa carecía de una adecuada limpieza en el lugar, además mediante la mejora de procesos se pudo ver que se redujo 45% el nivel de merma, por último aumento la productividad en un 9.7, el autor finalizó diciendo que implementar planes de mejora en la organización la volvió más eficiente.

En el ámbito local fueron Aliaga y Del Rio (2022) quienes en su tesis que se realizaron en la empresa Danper situada en Trujillo, la investigación tuvo como propósito el disminuir la mermas en el proceso de post cosecha, se realizó un análisis documental de la empresa para ver el estado y funcionamiento de la empresa, se pudo ver que faltó el indicador para el porcentaje de merma, además mediante un plan de mejora se analizó y se mejoró el proceso de cosecha y post cosecha, ya que antes de la mejora en 7 meses había una merma de 368.181,82 pero después del plan de mejora bajo a 246.181 de igual manera la productividad mejoró de 23.56 a un 24.62%, los autores concluyeron que las mejoras de procesos fueron eficientes en la reducción de merma.

También Romero (2021) en su estudio basado en un plan de mejora, el estudio se aplicó en una empresa agropecuaria y se tuvo como fin implementar el plan de mejora buscando la reducción del volumen de merma, con un diagnósticos de los procesos de la empresa y luego haber realizado los ajustes del plan de mejora se pudo observar

que la pérdida en mermas fue de S/98,556 al año, usando el método de las 5S se ajustaron mejoras y el costo de la merma se redujo a S/31,013 al año, además que las causas que ocasionaban la merma fueron la falta de orden, falta de mantenimiento y procesos no estandarizados, concluyendo el autor que el plan de mejora fue vital para aumentar la productividad de la empresa.

Por ultimo Cabrera y Gamarra (2020) en su estudio hecho en Trujillo en la empresa Camposol, teniendo como fin el instalar un plan de mejora para eliminar lo máximo posible las mermas del producto, mediante una técnica de análisis y observación se comenzó a crear y corregir ciertos procedimientos que carecía la empresa en base al plan de mejora, se pudo identificar diferentes motivos por la ocurría la merma, teniendo un mayor puntaje el de “falta documentar el procedimiento”, por lo que después de establecer ciertos lineamientos paso de una merma del 2.98% a 2.06%, por lo que el plan de mejora fue eficiente en la empresa.

1.3. Teoría básica

1.3.1. Mejora de procesos

Acerca de los saberes previos a la investigación se contó con la ESAN (2015) quienes explican una teoría de la mejora de procesos, este es el de la Teoría de la Restricciones o TOC, la ESAN dice que la teoría de las restricciones es como una filosofía de gestión que se apoya en los principios científicos para analizar y mejorar sistemas complejos, según esta perspectiva, en cualquier proceso que involucre múltiples tareas, el ritmo de avance estará determinado por el componente más lento, similar al funcionamiento de un engranaje, esto implica que ciertos departamentos o aspectos de una empresa pueden afectar negativamente al conjunto debido a factores

específicos, frente a esta situación, la teoría de las restricciones propone que las empresas enfoquen sus recursos y energías en resolver estas limitaciones críticas, con el fin de optimizar el proceso más débil y por ende, mejorar la eficiencia global de la empresa.

Mientras que Gonzáles y Quispe (2020) quienes comentan que la optimización de procesos o mejora de procesos implica analizar de manera sistemática las actividades, flujos y recursos involucrados en cada proceso con el objetivo de mejorarlo y garantizar que aporten el máximo valor al cliente, se busca comprender a fondo los detalles del proceso para poder realizar mejoras significativas una vez que se tiene una comprensión completa del mismo. Acerca de la mejora continua de procesos tenemos a Aleu (2021) quien expresa que esta mejora se caracteriza por ser una metodología sistemática diseñada para impulsar avances significativos en la operación de una organización, este enfoque no solo busca incrementar la eficiencia de la empresa, sino también mejorar la calidad de vida laboral de su personal, al reemplazar las tareas burocráticas reiterativas con prácticas más creativas, se fomenta un ambiente de trabajo más dinámico y estimulante, desde esta perspectiva, la mejora continua no solo se trata de optimizar procesos, sino también de promover una cultura organizacional que valore la innovación y el desarrollo personal de los empleados.

Por su parte Dávila y Huamán (2022) hablando sobre las partes de la mejora continua, donde la planificación consiste en la formulación del propósito y la visión para la mejora constante, así como en la descripción detallada de las tareas, los cronogramas, los métodos y los indicadores indispensables para abordar las deficiencias de la organización, por su parte la ejecución es donde se lleva a cabo el plan estratégico,

operativo y táctico de calidad, implementando las labores previamente planificadas para garantizar el cumplimiento del plan de mejora continua, la evaluación se basa en verificar si se cumplió con lo planificado y realizado, planteando actividades correctoras con el fin de lograr mejoras sostenibles en dichas acciones y la acción se refiere a las actividades destinadas a eliminar las no conformidades, y se requieren acciones correctivas, provisionales y de mejora para ajustarse a las directrices establecidas. El control en líneas generales implica asegurarse de que todo esté transcurriendo según lo previsto en las fases iniciales del proceso de gestión, siguiendo las directrices y principios establecidos, por otro lado, la calidad se refiere al nivel en que un producto, proceso, servicio, organización o persona satisfaga los estándares requeridos en cuanto a sus características inherentes (Veliz, 2018). ¿Pero que es un proceso?, para ello se tiene a Chuco y Taipe (2023) quienes expresan que se define un proceso como una serie de actividades interrelacionadas que modifican las entradas para producir resultados predefinidos, estos procesos están clasificados en 3 categorías: estratégicos, operativos y de soporte.

1.3.2. Productividad

Por otro lado, Sevilla (2024) comento que la productividad se puede entender como una medida económica que evalúa la cantidad de productos y servicios forjados con la utilización de diversos recursos, como mano de obra, capital, tiempo y tierra, durante un período específico, sin embargo incrementar la productividad es esencial, ya que tiene un impacto significativo en la calidad de vida de todas las personas en la empresa, este aumento repercute en los salarios y en la rentabilidad de los futuros

proyectos, promoviendo a su vez el empleo y la inversión, beneficiando así el desarrollo económico y social en general, expresado por la siguiente fórmula:

$$\text{“Productividad} = \text{Producción obtenida} / \text{Cantidad de recursos usados”}$$

1.3.4. Eficiencia

La eficiencia productiva se define por la capacidad de obtener resultados deseables al combinar y utilizar los recursos disponibles, este proceso no solo depende de la cantidad de producto fabricado, sino de cómo se gestionan los insumos, factores externos como la disponibilidad de materias primas, mano de obra especializada y la infraestructura juegan un papel crucial en esta ecuación, por lo tanto, la productividad se ve influenciada por un conjunto de elementos que van más allá de la simple producción cuantitativa, es un indicador de cómo se maximizan los resultados con los recursos disponibles en un entorno determinado. (Gálvez, 2019).

También el Diario Gestión (2023) nos habla de la eficiencia, aportando que la eficiencia es referido a la relación que guarda los recursos usados en un proyecto y los conseguidos a partir de estos, se alcanza eficiencia cuando se emplean menos recursos para alcanzar un objetivo dado, o cuando se alcanzan mayores objetivos con los mismos o incluso menos recursos, por otro lado, la eficacia se define como el grado de éxito en la obtención de metas y objetivos, también se relaciona con nuestra capacidad para obtener aquello que nos proponemos, desde este punto de vista, la eficiencia y la eficacia son dos dimensiones esenciales para evaluar el desempeño y la efectividad en la realización de proyectos y actividades.

1.3.5. Indicadores o KPI

Acerca de los indicadores se tiene a García (2021) quien expone que los KPI son una herramienta fundamental en la gestión empresarial, estos indicadores proporcionan una medición cuantitativa del rendimiento de una acción o estrategia específica, se basan en métricas que nos ayudan a evaluar nuestro desempeño en relación con los objetivos previamente establecidos, en el ámbito de la gestión logística, los KPI son esenciales para evaluar el rendimiento y los resultados de cada proceso, su naturaleza específica, medible y temporal los convierte en herramientas poderosas para monitorear y dar mejora continua a la eficiencia y la efectividad de las operaciones empresariales.

1.3.6. Six Sigma

Santos (2023) expresa que numerosas compañías a nivel global optan por la metodología Six Sigma como un enfoque para potenciar sus procesos de producción y garantizar la excelencia en sus productos y servicios, este método se destaca por su capacidad para aminorar errores, esto se traduce a beneficios tangibles, como la reducción de costos al disminuir las unidades rechazadas, especialmente en entornos de producción en serie, desde esta perspectiva, la búsqueda de la máxima eficiencia se convierte en el principal propósito perseguido por Six Sigma.

Por su parte la Universidad Católica de San Pablo (2021) aporta diciendo que esta metodología se enfoca en la calidad y persigue el objetivo de minimizar la variabilidad de un proceso hasta alcanzar la perfección sin defectos, se apoya tanto en la retroalimentación del cliente, obtenida a través de encuestas, como en datos concretos y confiables, se emplea para detectar y corregir fallos en los procesos de

producción y en los productos mismos, con el fin último de elevar el estándar de calidad global de los productos y servicios ofrecidos, además, incentiva a las empresas a implementar medidas concretas y eficientes para gratificar las necesidades de los clientes, fomentando la participación de los equipos y, en muchas ocasiones, mejorando su reputación.

Esta metodología sigue 6 principios, para ello contamos con Jimeno (2020) quien establece que:

- Enfoque genuino hacia el cliente: Six Sigma, como método de mejora continua adaptable a cualquier organización, se evalúa por su capacidad para elevar el nivel de satisfacción y generar valor tanto para los clientes internos como externos.
- Gestión fundamentada en datos y evidencias: La metodología comienza identificando las variables críticas que impactan en el proceso, luego recopila datos para un análisis efectivo utilizando herramientas estadísticas sólidas, de esta manera, los problemas se definen, analizan y resuelven de manera eficiente.
- Orientación hacia los procesos: Similar a las normas ISO de aseguramiento de calidad, Six Sigma se centra en los procesos, reconociendo que dominarlos conlleva ventajas competitivas significativas para la empresa.
- Gestión proactiva: Requiere una actitud preventiva y reflexiva hacia las actividades del proceso, adoptando prácticas como establecer y revisar metas con regularidad, establecer prioridades y centrarse en la prevención de problemas.
- Colaboración sin barreras: El trabajo en equipo es esencial en una organización, ya que facilita la comunicación fluida entre los integrantes y permite un análisis preciso de las situaciones que surgen en diversas actividades dentro del proceso.

- Búsqueda de la excelencia: El objetivo es alcanzar una calidad cada vez más perfecta día a día, estando preparados para aceptar y manejar contratiempos ocasionales en el camino hacia la mejora continua.

Sin embargo, de donde proviene esta metodología, Laoyan (2022) comenta que Bill Smith, un desarrollador, concibió la metodología Six Sigma durante su tiempo en Motorola en 1986, este enfoque se deriva de la modelización estadística de los procesos de fabricación, la métrica "Six Sigma" surge de la evaluación de la calidad de un proceso, indicando el porcentaje de productos libres de defectos, un proceso Six Sigma se caracteriza por esperar que el 99.996% de los productos resulten sin defectos. Aunque tradicionalmente asociada con la fabricación y la producción para prevenir defectos, esta metodología puede encontrar aplicación en otras áreas como los servicios y la ingeniería de software, pero entonces como podemos implementar esta metodología en una empresa.

El Diario Sixsigma (2020) aporta diciendo que una fórmula que es importante para el Six Sigma es el DPU, que examina la cantidad de fallos por unidad:

- DPU (Defectos por unidad)

$$DPU = \frac{\text{Número total de defectos encontrados en la muestra}}{\text{Tamaño de la muestra}}$$

Poniendo un ejemplo, si se producen 30 polos y se encontraron en total 60 defectos, es decir el DPU tuvo un valor de 2.

Del Castillo y Noriega (2018) expresan que otra fórmula que es importante en el Six sigma es el DPMO también llamada Defectos por millón de oportunidades, y busca la cantidad de defectos de una determinada producción,

- DPMO (Defectos por millón de oportunidades)

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$$

Donde:

D: Número total de unidades con defecto

U: Número total de unidades

O: Numero de oportunidades

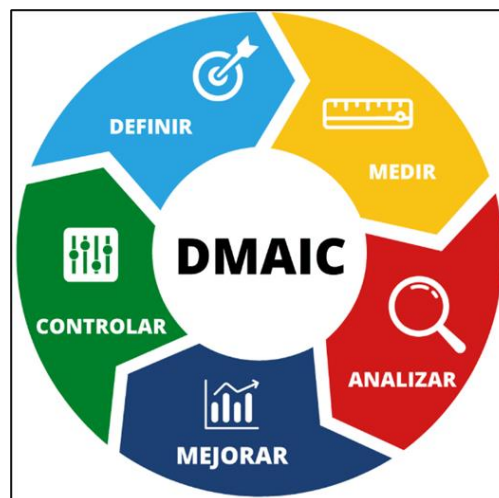
Flores (2023) dijo que para incorporar Six Sigma en una empresa, es esencial seguir cinco pasos:

- Establecer metas claras: En esta fase inicial, es crucial definir los objetivos del proyecto, seleccionar a los miembros del equipo adecuados y comprender a fondo las condiciones del problema en cuestión, debes considerar detenidamente los recursos necesarios para abordar cada problema de manera efectiva.
- Evaluar el proceso objetivo: Este paso tiene una doble finalidad: recopilar datos para cuantificar el problema y entender las causas subyacentes del mismo, es fundamental que los aspectos que buscas mejorar sean mensurables, ya que esto te permitirá generar acciones concretas y establecer parámetros para futuras comparaciones.
- Analizar la información: En tu empresa, es esencial realizar un análisis exhaustivo de los resultados actuales y pasados, este análisis ayudará a identificar la causa principal del problema y a establecer relaciones causales claras.

- Desarrollar soluciones o mejorar: Basándote en tu análisis, podrás realizar predicciones y, a partir de estas, generar soluciones para optimizar los procesos, es fundamental que estas soluciones estén respaldadas por resultados concretos y las relaciones causa-efecto identificadas anteriormente.
- Realizar un seguimiento: Independientemente de las acciones que implementes a partir de los pasos anteriores, es crucial realizar un rastreo para garantizar su cumplimiento, también, es recomendable establecer controles que afirmen la continuidad de estos cambios en el tiempo.

Figura 1.

Metodología Six Sigma.



Fuente: Instituto Mudanai (2021).

Sin embargo, existe otra manera en la que trabaja el Six sigma, por ello Ribas (2022) explica que el método DMAIC se emplea como estándar para mejorar los procesos ya establecidos, mientras que el método DMADV (Define, mide, analiza, diseña y verifica) se utiliza en situaciones donde los procesos aún no están definidos y se necesita diseñarlos desde cero.

El método DMAIC, consta del siguiente procedimiento Ribas (2022b):

Definir: Encontrar el problema o defecto concreto y validarlo al mismo tiempo que se definen los participantes del programa.

Medir: Consiste en entender el funcionamiento del problema o defecto para así, poder encontrar una solución de mejora.

Analizar: Se debe analizar las causas reales que han ocasionado el problema o defecto, para poder cambiarlas.

Mejorar: Determinar cuáles son las mejoras que hay que hacer, y a partir de aquí buscar la manera de llevarlo a cabo minimizando al máximo la inversión.

Controlar: Se deben tomar las medidas necesarias para poder garantizar la continuidad de la mejora, y así cumplir con los requisitos de cliente.

Es decir, Six Sigma representa un enfoque que se basa en datos para analizar los procesos recurrentes dentro de las empresas con el fin de elevar la calidad a niveles próximos a la excelencia, este método establece un estándar ambicioso: 3.4 de errores por millón de oportunidades, lo que lo diferencia de otras metodologías es su capacidad para abordar y solucionar los problemas antes de que se manifiesten, lo que potencia la eficiencia y la consistencia en la producción (ESAN, 2016).

Así también el ESAN (2016) nos habla sobre los beneficios que otorga esta metodología:

- **Incremento de Ingresos:** En primer lugar, se presenta como una herramienta efectiva para potenciar los ingresos y la eficiencia de una organización mediante la optimización de sus procesos, lo que conlleva a una producción más rápida y

eficiente de productos o servicios sin comprometer la calidad, las empresas pueden experimentar un crecimiento sostenido de sus ingresos a largo plazo.

- **Reducción de Costos:** Six Sigma emerge como un aliado en la corrección y mejora de los procesos operativos de las empresas, lo que resulta en una reducción relevante de los costos, quitando procesos redundantes o defectuosos contribuye a este ahorro.
- **Gestión del Tiempo:** Facilita a los empleados una gestión más efectiva del tiempo, lo que se traduce en una empresa más eficiente y en colaboradores más productivos, esto se logra mediante el establecimiento de objetivos S.M.A.R.T. y la aplicación de principios de datos para alcanzar dichas metas.
- **Motivación de Empleados:** La motivación adecuada es trascendente para el éxito de toda empresa, aquellas organizaciones que se comprometen plenamente con la satisfacción de sus colaboradores tienden a experimentar un alza en la productividad.
- **Planificación Estratégica:** La metodología desempeña un papel esencial en la visión estratégica de una empresa al enfocarse en áreas de mejora específicas, ya sea para optimizar procesos internos, aumentar el rendimiento o simplificar la complejidad de ciertos procedimientos, esta metodología se adapta a cualquier estrategia empresarial.

1.3.7. Merma

Además el significado de Merma, no todas las compañías la toman igual ya que algunas toman el total de perdidas como merma y otras toman como merma solo lo perdido por factores desconocidos, sin embargo se puede plantear como merma conocida, la cual sugiere que la identificación clara de las causas de las pérdidas proporciona una oportunidad para tomar medidas concretas y obtener resultados

rápidos, lo que ayuda a minimizar y gestionar eficazmente su impacto (merma por vencimiento, avería), pero las mermas desconocidas requieren investigaciones exhaustivas para identificar posibles razones, este proceso puede revelar múltiples causas, lo que dificulta la implementación de acciones correctivas efectivas y retrasa la medición de su éxito (error administrativo o hurto) (Bautista, 2015).

Por otro lado, se cuenta con Loo (2020) quien expresa que las empresas industriales asignan porcentajes de pérdida a la materia prima o insumos utilizados en la producción de productos, estas pérdidas, consideradas normales, se incorporan al costo de producción en base al volumen de producción, en contraste, las pérdidas anormales surgen dentro del sistema productivo y se consideran parte de los gastos periódicos, aunque inevitablemente ocurren, son controlables y generalmente se originan por errores humanos, como mantenimiento inadecuado, mal funcionamiento de equipos o negligencias operativas, por lo tanto, mientras las pérdidas normales son gestionadas como parte del costo productivo, las pérdidas anormales requieren una atención especial para minimizar su repercusión en la eficiencia y rentabilidad. De igual manera Flores y García (2023) expresa que en cualquier sector económico que maneje grandes volúmenes de bienes, es común enfrentarse a escenarios de mermas en los activos de consumo, estas pérdidas mayormente son el resultado tanto de procesos de comercialización como de la propia producción, es de una perspectiva tributaria, la normativa precisa la merma como una baja física en el volumen de existencias, provocada por causas inherentes al proceso productivo, esto implica que las empresas deben tener en cuenta estas pérdidas en sus registros contables y cumplir con las regulaciones fiscales correspondientes.

1.3.8. Inventario

Para ello Serna et al. (2018) argumentan que los inventarios son esenciales en el mundo empresarial, ya que constituyen bienes físicos destinados a la distribución y posterior transformación en bienes o servicios para su entrega, este proceso de producción y distribución implica que los productos se mantengan en diferentes etapas de elaboración, formando parte del inventario de la empresa, además, destacan que los inventarios suelen ser el activo más significativo en el balance de una compañía, por consiguiente, los costos asociados con la gestión de inventarios representan una parte considerable de los gastos operativos de una empresa.

1.3.9. Control de inventario

Lima (2020) expresa que el control adecuado de inventarios es esencial para mantener cantidades óptimas que satisfagan la demanda y al mismo tiempo reduzcan los costos, lo que contribuye al crecimiento de las empresas, este proceso es crucial ya que asegura el orden, distribución y abastecimiento apropiado de los productos, un manejo incorrecto o deficiente de los inventarios ha ocasionado que algunas empresas sufran pérdidas económicas significativas, por su parte Martínez y Rocha (2019) comentan que la gestión de inventarios se refiere al conjunto de actividades destinadas al control y manejo de los stocks de ciertos productos, utilizando métodos y estrategias que buscan hacer eficiente y rentable la posesión de estos bienes, esta práctica no solo permite evaluar cómo se gestionan las entradas y salidas de los productos, sino que también contribuye a optimizar los procesos para subir la productividad y la rentabilidad de la empresa.

1.3.10. Gestión de almacén

Donayre (2017) dice que la función logística responsable de recibir, almacenar y trasladar materiales, materias primas y productos dentro de un almacén, hasta su punto de consumo, junto con el manejo de la información correspondiente, constituye un proceso crucial, asimismo, la gestión de almacenes se encarga de administrar eficientemente estos espacios y de implementar las decisiones elegidas en relación con la gestión de la producción.

Por otro lado acerca del método SMART, es un acrónimo el cual explica distintas características, empezando por Especifico (Specific) diciendo que un objetivo nace de una acción y especifica de un resultado para ser logrado, lo medible (Measurable) son los indicadores, de costo, cantidad o calidad usado para ver la efectividad, alcanzable (Achievable) donde expresa que cada objetivo no debe ser inalcanzable, también debe ser relevante (Relevant) diciendo que todos los objetivos debe ser importante para que no sea el esfuerzo en vano ya que se debe trabajar en base a la misión y visión, por último el tiempo, donde los objetivos deben tener una fecha específica realista de cuando se cumplirá la acción.

1.3.11. Herramientas de mejora

El diagrama de Pareto:

Es una representación gráfica que se utiliza para evaluar o estudiar de forma numérica la importancia de los problemas principales, basándose en la previa identificación de las causas que los afectan. Este diagrama se conoce también como la "Ley del 80-

20", la cual establece que un pequeño porcentaje de ítems (el 20%) genera un efecto significativamente mayor (el 80%) (Gutiérrez y De la Vara, 2013).

Ventajas del diagrama de Pareto:

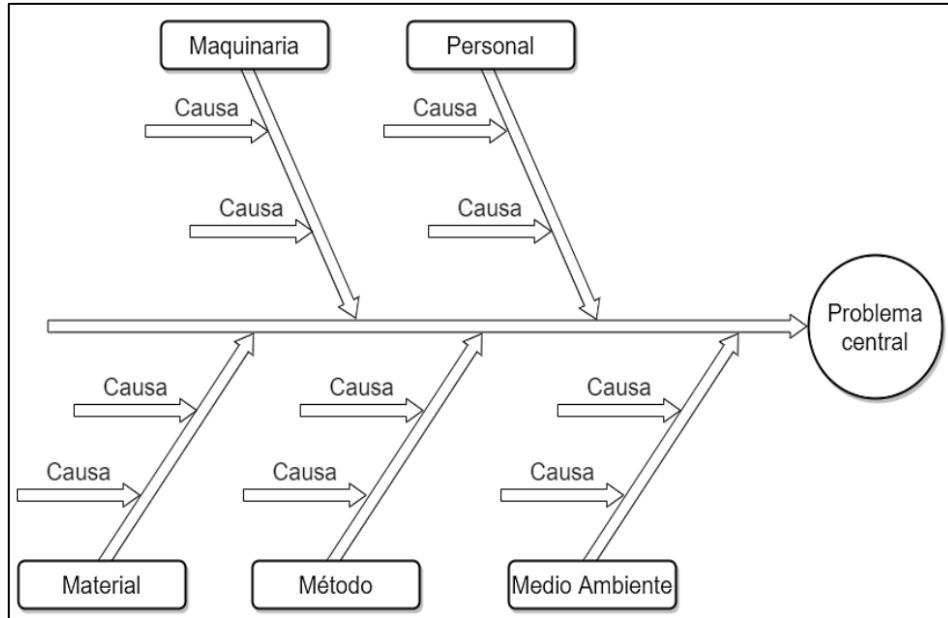
- Sirve como punto de partida para proponer mejoras.
- Ayuda a identificar la criticidad y el nivel de participación de las áreas dentro de la organización.
- Estimula la participación de los trabajadores vinculados al departamento en el análisis de los problemas, con el fin de obtener información relevante para implementar el plan de mejoras

Diagrama de Ishikawa:

Burgasí et al. (2021) dicen que este diagrama está formado por 5 variables, siendo estas las materias primas, maquinaria, forma de trabajo, mano de obra y medio ambiente, este diagrama define causas y efectos al problema planteado y al tener estas variables se puede usar para encontrar las posibles soluciones de un problema, permitiendo así mejorar el proceso.

Figura 2.

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Burgasi et al. (2021).

Gráficos de control:

Una herramienta importante en la resolución de problemas y análisis es el gráfico de control. Este gráfico visualiza los valores de productos medidos según sus características de calidad a lo largo del tiempo. Incluye una línea central que representa el valor nominal, como el objetivo o el promedio histórico del proceso, junto con uno o más límites de control que comprenden los límites superior e inferior. Estos límites son utilizados para identificar cuándo es necesario realizar un análisis más detallado sobre posibles problemas que puedan surgir (Cabrera, 2012).

Tipos de gráficas:

- a) Causa asignable: Se refiere a una causa específica o una situación particular que provoca una variación significativa y que debe ser corregida para mejorar el proceso.
- b) Causa aleatoria: Ocurre cuando no se puede identificar una causa concreta para la variación o cuando la variación es causada por eventos irrelevantes que no se repiten. También conocida como variaciones naturales o causas naturales, esta causa es inherente a la vida cotidiana y no requiere corrección.
- c) Límite superior de control (LSC): Representa el valor máximo aceptable en el proceso. En inglés se abrevia como UCL (Upper Control Limit).
- d) Límite inferior de control (LIC): Es el valor mínimo aceptable en el proceso, contrario al límite superior. En inglés se abrevia como LCL (Lower Control Limit).
- e) Límite central de control: Es la línea central en el gráfico de control. Cuando los puntos están cerca de esta línea, indica que el proceso es más estable.

1.4. Justificación

La presente investigación contará con una justificación tipo práctica-metodológica; práctica porque una vez analizada la situación y detectada las causas del problema, busca proponer una metodología de mejora para las variables afectadas la cual es “Six Sigma”, la cual aporta soluciones con la finalidad de que la organización logre reducir la merma, y trayendo consigo una reducción de costos, mejorando el proceso productivo y dando la posibilidad de poder invertir el monto obtenido en mejoras de tecnología que mejore la efectividad de proceso.

Justificación metodológica también porque en el proceso de investigación se incorpora el desarrollo de instrumentos de investigación, las cuales permiten diagnosticar la situación en la que se encuentra la empresa, permitiendo medir las variables, siendo unas de ellas Pareto, Diagrama de Ishikawa y la matriz de indicadores con la finalidad de determinar si evaluando la economía financiera post implementación se logre demostrar que su viabilidad impacta directamente en las mejoras de la empresa, permitiendo que la presente investigación pueda apoyar en futuras problemáticas en empresas similares.

Finalmente, de manera económica, busca aportar la sensibilidad de un mejor proceso productivo, dado que muestra valores generados por la investigación, siendo este un motivo de ahorro significativo en sus operaciones, permitiendo mejorar la capacidad de toma de decisiones en empresas del mismo rubro, logrando demostrar una mejora en su rentabilidad

1.5. Formulación del problema

¿De qué manera impacta la aplicación de la metodología Six Sigma en la mejora de procesos para reducir la merma de arándano en el área de producción de la empresa Camposol S.A.?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Mejorar el proceso del área de producción para reducir la merma de arándanos aplicando la metodología Six Sigma en la empresa Camposol S.A.

1.6.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A.
- Aplicar la metodología Six Sigma en el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A
- Evaluar el antes y después de lo implementado e identificar los beneficios que estos generan.

1.7. Hipótesis

La metodología Six Sigma permite reducir la merma de arándanos mejorando el proceso en el área de producción de la Empresa Camposol S.A.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación, está basada en un enfoque cuantitativo, porque permitió representar los resultados obtenidos de manera numérica y porcentual, utilizando para ello tablas y gráficos estadísticos; donde se visualizan las frecuencias y magnitudes de las variables (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Según la orientación, esta investigación es aplicada ya que buscó resolver problemas y proponiendo mejoras, de gestión, proyectos e innovación tecnológica (Paniagua y Condori, 2018)

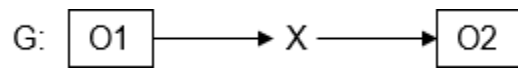
Según el alcance, descriptivo, porque se detallaron las propiedades de las variables, cuantificando el hallazgo de un fenómeno y contexto (Álvarez, 2020).

Según los medios para la obtención de datos, es de campo, Arias (2012) indica que la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes.

2.1.2. Diseño de investigación

Según su diseño, la investigación es Pre-Experimental, sin grupo de control, con dos observaciones (mediciones) de la productividad, conocido también Pre-Test – Post-Test, con un solo grupo.

Esto representa en el siguiente esquema:



Donde:

O1: Merma antes X

X: Mejora proceso con Six Sigma

O2: Merma después X

2.2. Población y muestra de estudio

2.2.1. Población de estudio:

Está representado por el proceso de producción de arándanos en la empresa Camposol – Chao de los meses de enero a octubre del 2023.

2.2.2. Muestra de estudio

Es no probabilística por conveniencia, representado por los kilogramos de producción de arándanos, sus costos en los meses de enero a octubre del 2023 de la empresa Camposol – Chao.

2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Variable independiente: Metodología Six Sigma	Se trata de una técnica para abordar problemas con el propósito de perfeccionar los procedimientos empresariales mediante la disminución de la posibilidad de ocurrencia de defectos. Su meta es guiar los procesos hacia seis desviaciones estándar entre la media y el límite de especificación más próximo, razón por la cual se le denomina "Six Sigma". Esta metodología ha sido extensamente aplicada en la industria manufacturera con el fin de eliminar imperfecciones en los productos finales y disminuir las variaciones asociadas (Hamid,2018).	Se realizará a través del método DMAIC	Definir	Identificar el problema	Razón
			Medir	Analizar el problema	Razón
			Analizar	Identificación de causas	Razón
			Mejorar	Establecer alternativas de mejora	Razón
	Es una estrategia empresarial destinada a mejorar la calidad de los productos y servicios mediante la reducción de los defectos y las fallas en los procesos. Es una metodología utilizada por las empresas para minimizar la variabilidad de los procesos y lograr mejores resultados (Tello, 2019)				

			Controlar	Verificar la mejora	Razón
Variable dependiente: Merma	Es la reducción de productos a modo de pérdida el cual puede ser durante su traslado, en la carga o descarga (Osinermin, 2021).	Se realizará a través de la identificación de kilogramos de merma con sus respectivos costos.	Merma materia prima	$\frac{Kg. merma obtenida}{Kg. de producción}$	Razón
	Según RAE (2023) es la disminución o pérdida de algo, en la calidad o cantidad de un producto.		Merma costo	$\frac{Costo despilfarro}{Costo total}$	Razón
Fuente: Elaboración propia					

2.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Según los objetivos planteados, se muestra en la tabla 1 los diferentes instrumentos utilizados para la recolección de datos.

Tabla 2.

Matriz de instrumentos de recolección de datos

Objetivo	Instrumento de recolección	Técnica de recolección	Fuente
Diagnosticar el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A.	Estudio de la merma	Formato de registro de merma, considerando meses, kg. producido, kg., de merma e indicador de merma.	- Formato de registro de merma - Análisis de Archivos de la empresa
	Diagrama de Ishikawa	Es una herramienta utilizada para identificar las causas de un problema determinado, considerándose categorías.	
	Diagrama de Pareto	Herramienta utilizada para determinar las principales causas que originan el problema	
Aplicar la metodología Six Sigma en el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S. A	Etapas de la metodología Six Sigma	Definir, medir, analizar, mejorar y controlar.	- Observación Área de producción
Evaluar el antes y después de lo implementado e identificar los beneficios que estos generan.	Análisis estadístico	Proceso por el cual se evaluarán los formatos de registro de merma, considerando meses, kg. producido, kg, de merma e indicador de merma, mediante un pretest y postest.	- Ficha de registro de Jefe del área de producción

Cuadro
comparativo

Herramienta gráfica que se utiliza para evaluar las similitudes y diferencias de diferentes encontradas entre el pretest y postest

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Aspectos éticos

Para respaldar y documentar la presente investigación según los principios éticos de la investigación, se garantiza lo siguiente:

- Toda la información relacionada con el tema de investigación se obtuvo de fuentes confiables, como bases de datos científicas, y se realizaron las referencias respectivas.
- Se utilizó la normativa APA para las citas y referencias de los diferentes documentos académicos considerados en la investigación.
- No se ha incurrido en plagio en esta investigación, ya que se presentan ideas originales y se proporciona la debida referencia a la información utilizada.
- La honestidad en relación con la investigación realizada es de suma importancia; por lo tanto, se asegura tanto al asesor como a los autores el mantenimiento de este valor moral.
- La investigación se ha realizado considerando los requisitos establecidos por la Institución.

2.6. Método de análisis de datos

En el presente estudio se determinó los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, mediana, etc.) de las variables utilizando el software MINTAB 19.

Para el análisis inferencial se realizaron pruebas de normalidad, gráficos de control utilizando MINITAB 19.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Descripción de la empresa

Camposol, fundada en 1997 para transformar un desierto en un "gran mar verde" en La Libertad, Perú, se ha destacado con prácticas agrícolas sostenibles. Gracias al Proyecto de Riego Chavimochic, inversionistas globales y el esfuerzo del personal, las fincas han crecido, diversificado y adaptado a los mercados de América del Sur y del Norte, Europa y China. Inicialmente centrada en la producción de espárragos para Europa, la adquisición por parte de D & C Group en 2007 cambió la empresa a nivel mundial, alterando productos, ubicaciones y mercados. Ahora, Camposol es reconocida globalmente con tres divisiones: Camposol Fruits and Vegetables en agroindustria, Marinasol en camarones sostenibles, y Camposol Internacional, que opera como el brazo comercial en el extranjero, conectándonos con clientes en todo el mundo.

Visión

Ser el proveedor preferido y superior de alimentos frescos y saludables para las familias a nivel mundial.

Misión

Proporcionar a los consumidores de todo el mundo alimentos saludables a través de la excelencia operativa, la innovación y las prácticas sostenibles; generar un impacto positivo y duradero en el bienestar de las comunidades donde operamos; Creando valor consistente a largo plazo para nuestros accionistas.

Propuesta de valor:

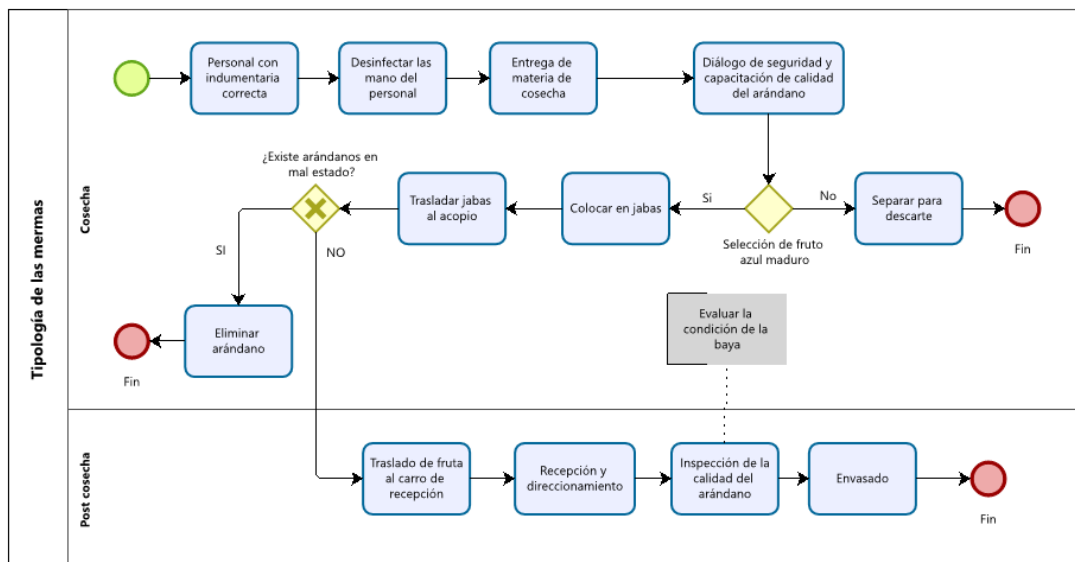
Ofrecer productos y servicios altamente consistentes mediante el cumplimiento de los compromisos de calidad, trazabilidad y tiempos de entrega bajo un modelo sustentable y socialmente responsable.

3.2. Diagnóstico

Proceso actual de producción del arándano:

Figura 3.

Proceso actual de la producción de arándanos



Se puede ver en el proceso actual que se realiza en la producción de arándanos que no establece la participación de actores, asimismo, el flujo del control de selección del arándano no es eficiente, ya que tiene que separar para descarte y al mismo tiempo realizar el llenado de jabas, el cual por la rapidez del trabajo generan caídas del arándano el cual está ocasionando la merma. En decir el proceso establecido, no está siendo controlado adecuadamente.

3.3 Aplicación de Six Sigma

Etapa: Definir

Estudio de la merma

De acuerdo a la información obtenida del 2023, se puede apreciar en la tabla:

Tabla 3.

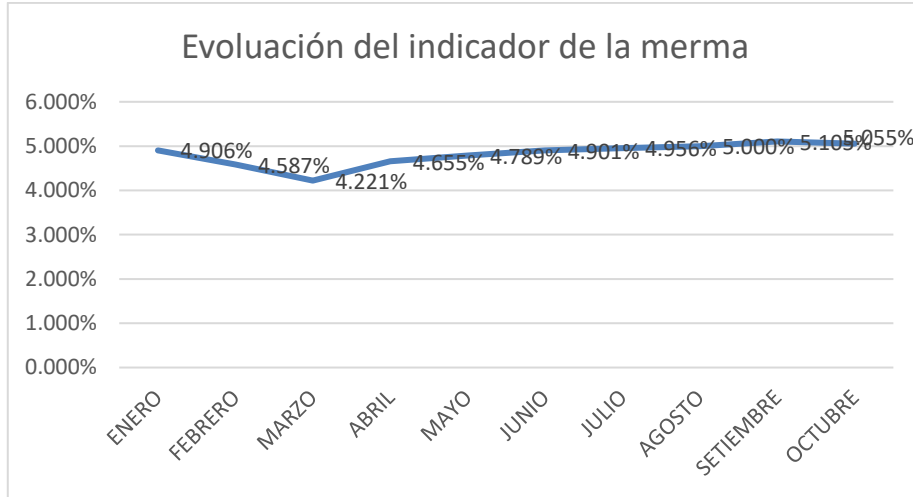
Tabla de indicador de merma

Meses	Kg.Producido	Kg. Merma	Ind.Merma (%)
Enero	3,692,907.07	181,174.02	4.91%
Febrero	3,199,426.12	146,757.68	4.59%
Marzo	2,346,932.73	99,064.03	4.22%
Abril	338,926.56	15,777.03	4.66%
Mayo	445,272.69	21,324.11	4.79%
Junio	395,450.28	19,381.02	4.90%
Julio	1,213,061.24	60,119.32	4.96%
Agosto	4,393,793.17	219,689.66	5.00%
Setiembre	4,952,498.40	252,825.04	5.11%
Octubre	5,898,426.30	298,165.45	5.06%
	22,279,466.31	1,083,347.99	4.78 %

Fuente: Hoja de registro de producción

La merma promedio del 2023 fue 4.78%

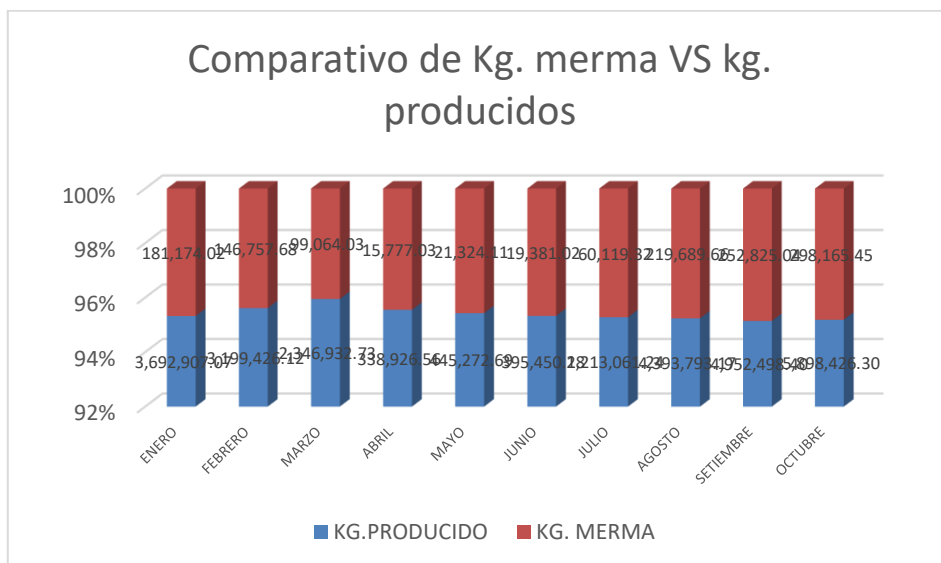
Figura 4.
Evolución del Indicador de Merma



Fuente: Hoja de registro de producción

En la figura 4 se aprecia que la merma muestra un incremento gradual, en marzo 4.22% a octubre a 5.1%.

Figura 5.
Comparativo de Kg. producidos vs Kg. merma



Fuente: Hoja de registro de producción

El costo comercial por kilaje es \$11.31 aproximadamente. En función a la valorización para el año 2023.

Tabla 4.

Costo de merma

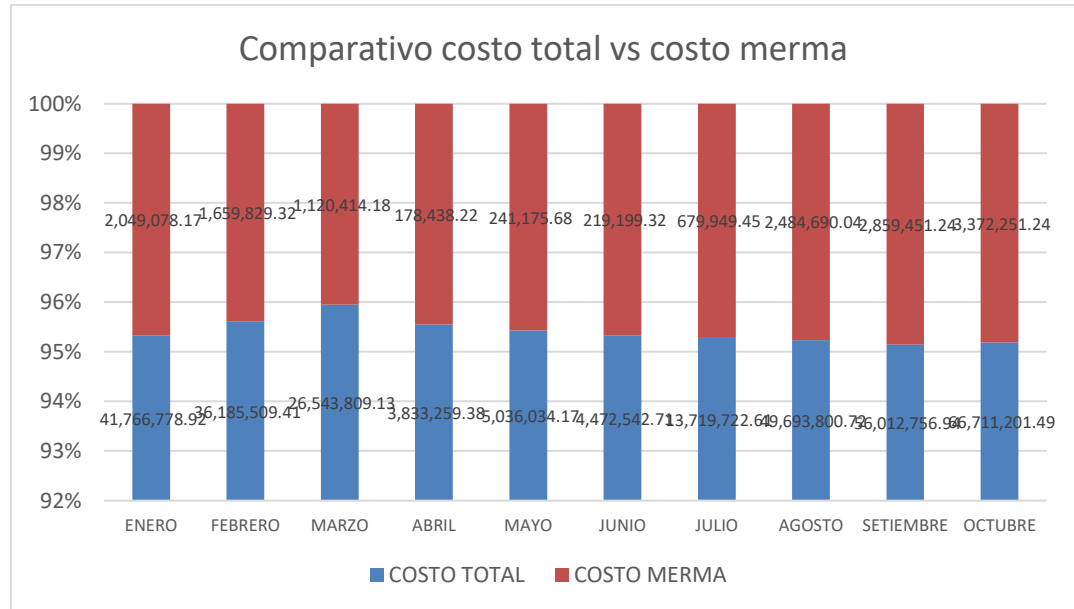
Meses	Costo total	Costo merma	Ind.merma objetivo (%)
Enero	41,766,778.92	2,049,078.17	4.91%
Febrero	36,185,509.41	1,659,829.32	4.59%
Marzo	26,543,809.13	1,120,414.18	4.22%
Abril	3,833,259.38	178,438.22	4.66%
Mayo	5,036,034.17	241,175.68	4.79%
Junio	4,472,542.71	219,199.32	4.90%
Julio	13,719,722.61	679,949.45	4.96%
Agosto	49,693,800.72	2,484,690.04	5.00%
Setiembre	56,012,756.94	2,859,451.24	5.10%
Octubre	66,711,201.49	3,372,251.24	5.06%
	303,975,415.47	14,864,476.86	4.82%

Fuente: Hoja de registro de producción

Como se puede observar, los costos en la empresa son significativos, alcanzando su punto máximo en setiembre y octubre.

Figura 6.

Comparativo Costo Total Merma vs. Costo Merma



Fuente: Hoja de registro de producción

Tabla 5

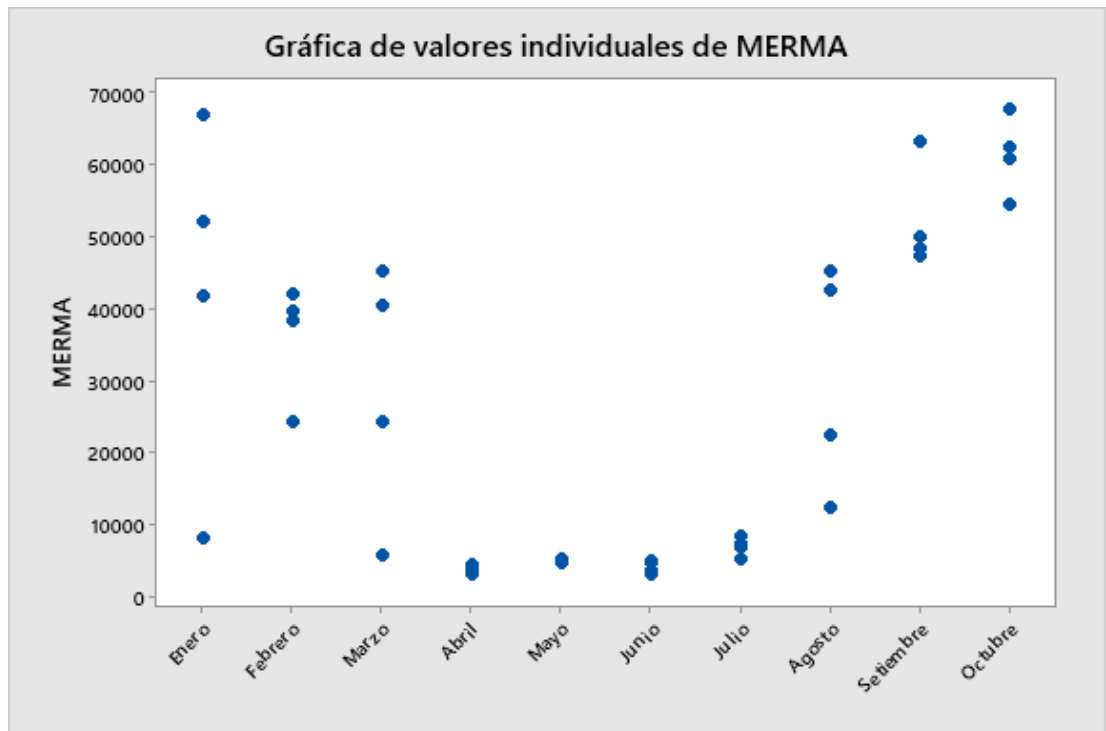
Kilogramos y merma semanal por mes.

MES	FECHA - SEMANAL	KG.PRODUCIDO	KG. MERMA	IND.MERMA (%)
ENERO	2/01/2023 - 8/01/2023	844,216.55	41813.983	4.95%
	9/01/2023 - 15/01/2023	1,025,285.19	52203.837	5.09%
	16/01/2023 - 22/01/2023	173,258.61	8031.764	4.63%
	23/01/2023 - 29/01/2023	1,350,650.31	66968.557	4.96%
FEBRERO	30/01/2023 - 5/02/2023	992,754.40	41991.669	4.23%
	6/02/2023 - 12/02/2023	801,697.68	38306.544	4.78%
	13/02/2023 - 19/02/2023	474,934.00	24162.941	5.08%
	20/02/2023 - 26/02/2023	931,588.87	39702.507	4.26%

MARZO	27/02/2023 - 5/03/2023	989,004.43	45146.082	4.56%
	6/03/2023 - 12/03/2023	852,258.66	40569.078	4.76%
	13/03/2023 - 19/03/2023	571,906.05	24197.009	4.23%
	20/03/2023 - 26/03/2023	151,779.93	5740.442	3.77%
ABRIL	27/03/2023 - 2/04/2023	114,989.88	4369.188	3.79%
	3/04/2023 - 9/04/2023	70,278.43	2986.155	4.23%
	10/04/2023 - 16/04/2023	75,615.88	3354.506	4.41%
	17/04/2023 - 23/04/2023	69,745.77	3360.433	4.79%
MAYO	24/04/2023 - 30/04/2023	88,227.85	4593.200	5.19%
	1/05/2023 - 7/05/2023	95,826.75	5121.512	5.33%
	8/05/2023 - 14/05/2023	98,972.16	4889.320	4.92%
	15/05/2023 - 21/05/2023	98,921.02	4483.105	4.52%
JUNIO	22/05/2023 - 28/05/2023	110,392.30	4864.147	4.39%
	29/05/2023 - 4/06/2023	98,454.73	4462.053	4.52%
	5/06/2023 - 11/06/2023	71,202.95	3465.180	4.84%
	12/06/2023 - 18/06/2023	62,813.73	3014.921	4.77%
JULIO	19/06/2023 - 25/06/2023	97,825.63	4954.081	5.05%
	26/06/2023 - 2/07/2023	123,124.87	6575.683	5.33%
	3/07/2023 - 9/07/2023	137,202.93	7281.717	5.30%
	10/07/2023 - 16/07/2023	163,356.66	8395.384	5.13%
AGOSTO	17/07/2023 - 23/07/2023	251,193.12	12257.462	4.87%
	24/07/2023 - 30/07/2023	496,743.08	22504.380	4.53%
	31/07/2023 - 6/08/2023	909,342.07	45356.617	4.99%

	7/08/2023 - 13/08/2023	894,589.87	42617.191	4.76%
SETIEMBRE	14/08/2023 - 20/08/2023	976,117.14	47465.875	4.86%
	21/08/2023 - 27/08/2023	967,807.65	50168.614	5.18%
	28/08/2023 - 3/09/2023	1,214,261.42	63279.841	5.21%
	4/09/2023 - 10/09/2023	984,922.80	48543.968	4.93%
OCTUBRE	11/09/2023 - 17/09/2023	1,117,018.73	54627.867	4.89%
	18/09/2023 - 24/09/2023	1,271,373.57	67971.739	5.35%
	25/09/2023 - 1/10/2023	1,158,173.82	60925.182	5.26%
	2/10/2023 - 8/10/2023	1,301,636.85	62624.252	4.81%

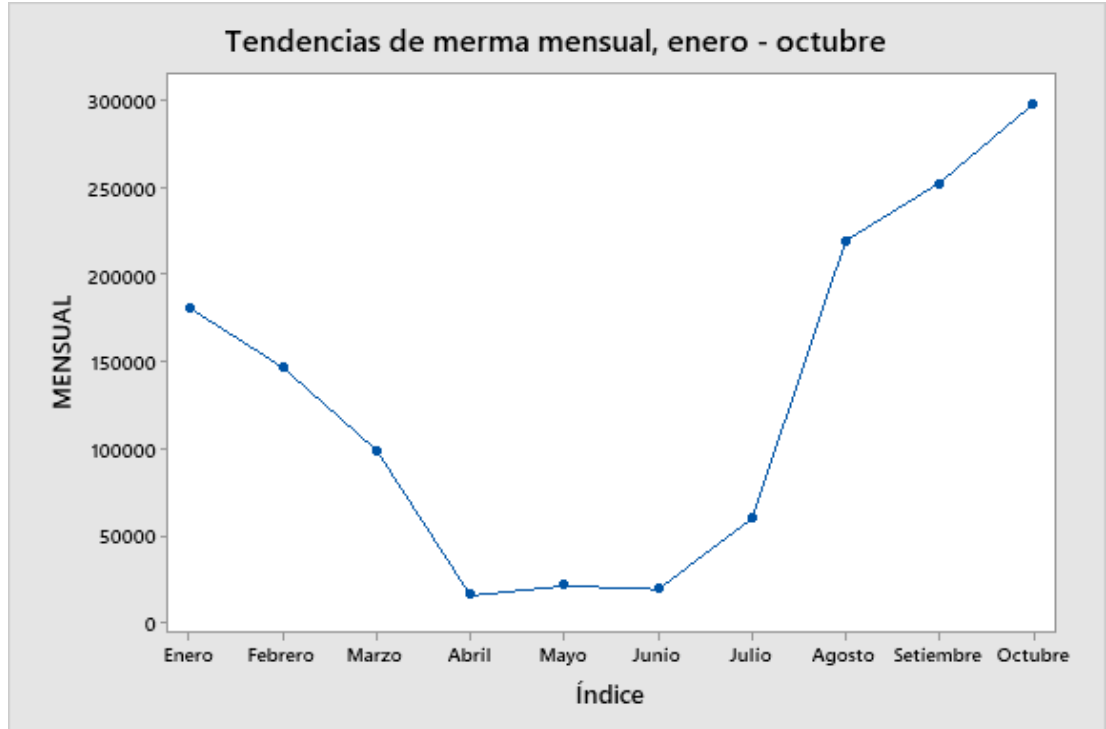
Figura 7
Tendencias de merma, semanas – mes - enero a octubre



Nota. Se puede observar que en las primeras semanas de los meses de enero, marzo, agosto, setiembre y octubre la merma fue mayoritaria.

Figura 8

Tendencias de merma mensual, enero - octubre

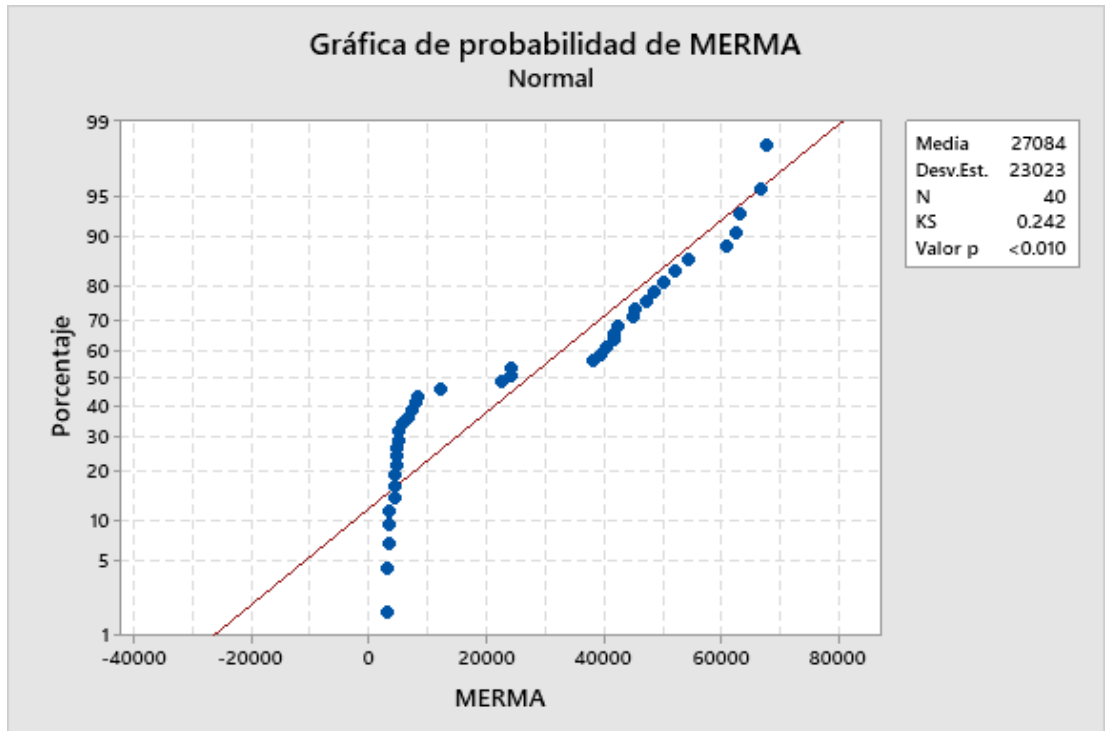


Nota Se puede apreciar que los meses de enero, marzo, agosto, setiembre y octubre se tuvo mayor cantidad de merma.

Prueba de normalidad del índice de merma:

Figura 9.

Prueba de normalidad



Prueba de normalidad:

H₀: Los datos siguen una distribución normal

H₁: Los datos no siguen una distribución normal

Regla:

Si $\alpha > 0.05$: Los datos son normales

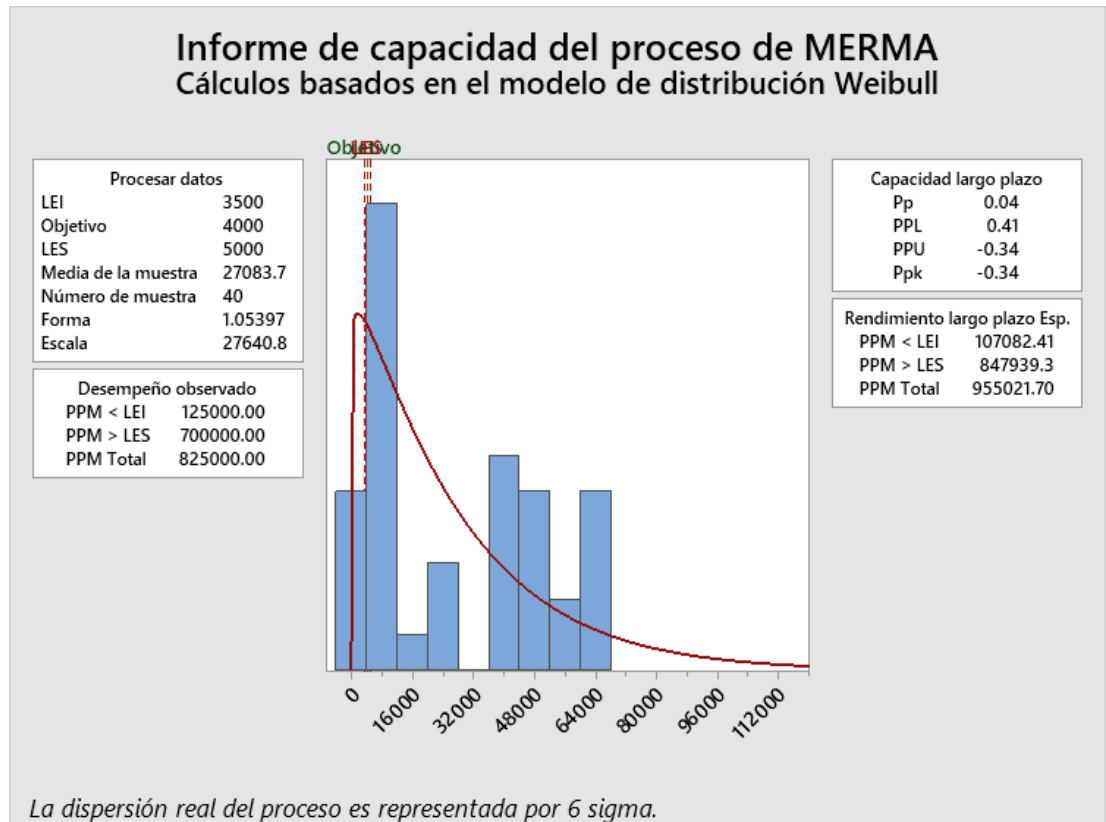
Si $\alpha < 0.05$: Los datos no son normales

De acuerdo a la prueba realizada se obtuvo un valor de $p=0.010$ el cual es menor a 0.05, por lo tanto, los datos no son normales.

En tal sentido se procedió a realizar el análisis de capacidad para datos no normales.

Figura 10

Estudio de capacidad



Se puede observar que la especificación inferior permitida del índice de merma es de 3500, el objetivo o valor nominal es de 4000, la especificación superior de merma es de 5000. Los valores six sigma fueron: $Ppk = -0.34 < 1$, lo que implica que existen datos fuera del proceso. Además, en PPM, el valor a largo plazo indica por cada millón de producción se va a tener 955,021.70, fuera de los parámetros del proceso.

Figura 11
Informe de capacidad de six sigma

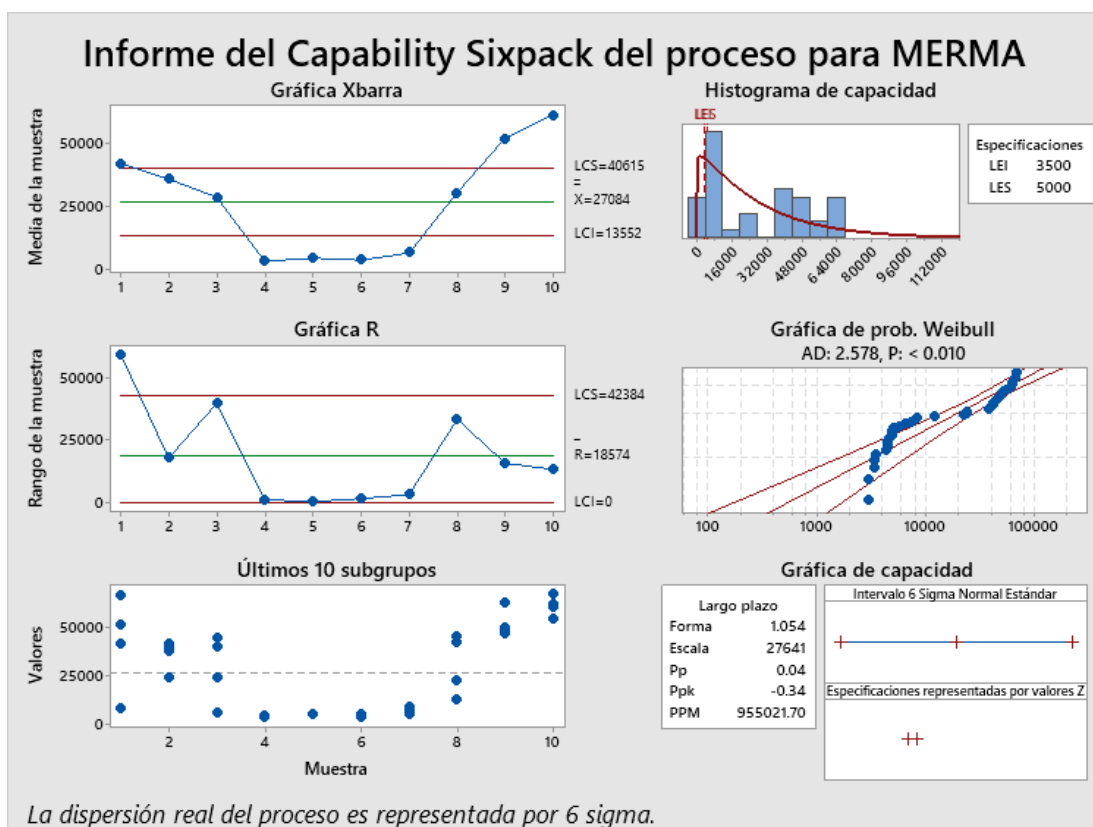


Tabla 6.
Estadísticos descriptivos

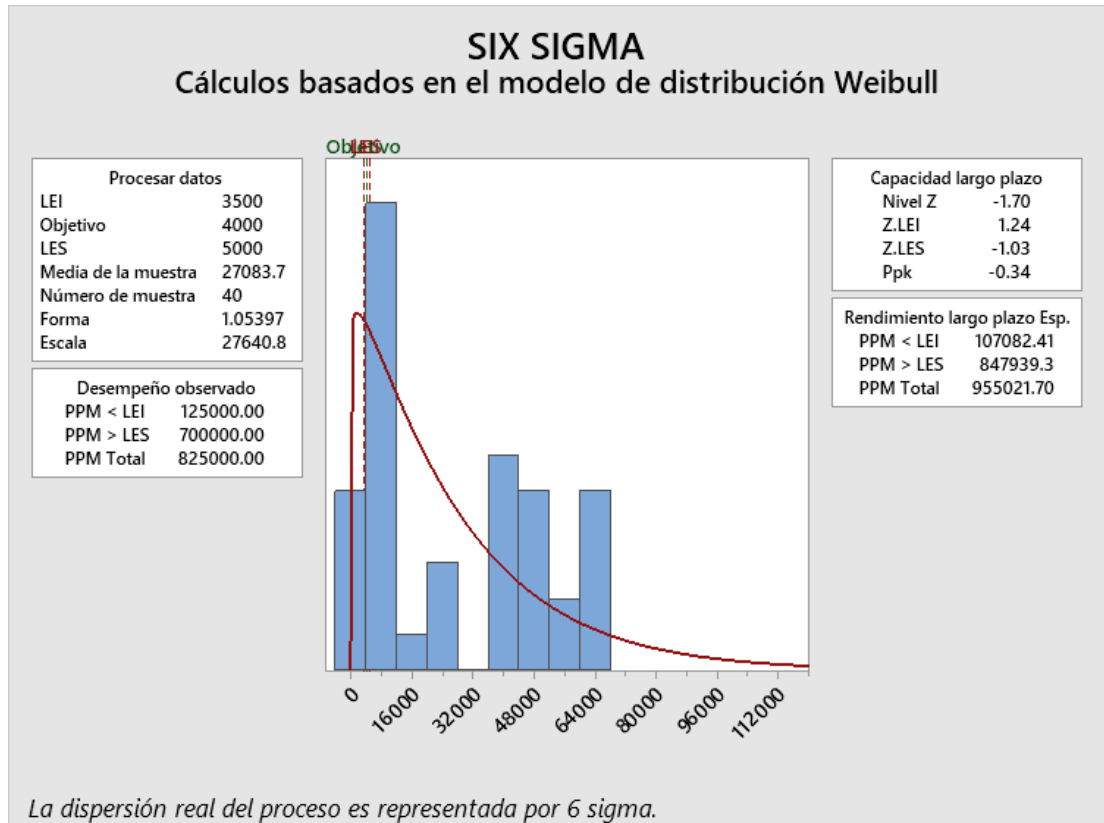
Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	
MERMA	40	0	27084	3640	23023	530049721	85.01	2986	4870	23334	
	N para										
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	moda	Asimetría	Curtosis			
MERMA	46939	67972	64986	42068	*	0	0.35	-1.49			

En la tabla 5, se puede determinar que la media de merma fue de 27084, la mediana fue de 23334, y una desviación estándar de 23023.

Valor sigma

Figura 12

Valor Six Sigma



Se puede observar que el valor Z es igual a -1.70 lo que indica que el nivel de procesos en la producción de arándanos se encuentra por debajo de los límites requeridos. Esto implica realizar una mejora sustancial en el proceso de producción de arándano, ya que no se encuentra en la capacidad de controlar las pérdidas por mermas. El proceso está permitiendo 825000 partes por millón en las pérdidas de 10 meses.

DETERMINANDO LAS PARTES POR MILLÓN

$$PPM = (\text{total de pérdidas en kilogramos} / \text{total de producción}) \times 1,000,000.00$$

$$PPM = (1,314,277.36/26,876,694.56) \times 1,000,000.00$$

$$PPM = 48,900.26$$

Lo que significa que se tiene 48,900.26 partes por millón, es decir: que existe 48,900 kilogramos por cada millón de producción de kilogramos.

DETERMINANDO LA TASA DE DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$$

D = Número de defectos observados en la muestra.

U = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra).

O = Oportunidades de defectos por unidad.

O = 4 semanas por 10 meses de producción = 40

$$DPMO = \frac{1,000,000 \times 1,314,277.36}{26,876,694.56 \times 40}$$

$$DPMO = 1,222.5$$

Podemos concluir que la tasa de defectos por millón de oportunidades es de 1,222.5 por cada millón de kilos producidos

CÁLCULO DE DEFECTOS POR OPORTUNIDAD

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

D = Número de defectos observados en la muestra.

U = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra).

O = Oportunidades de defectos por unidad.

$$DPO = \frac{1,314,277.36}{26,876,694.56 \times 40}$$

$$DPO = 0.001222507$$

CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

$$Yield = (1 - DPO) * 100$$

DPO = Defectos por oportunidad.

$$Yield = (1 - 0.0012225065) * 100$$

$$Yield = 99.878\%$$

Con el fin de poder obtener el Nivel Sigma (Process Sigma) se buscará el valor del Yield guiándose en la tabla de conversión “Sigma de procesos”, el valor más cercano posible.

Yield	Sigma	Defects per 1,000,000	Defects per 100,000	Defects per 10,000	Defects per 1,000	Defects per 100
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9320%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

NIVEL SIGMA

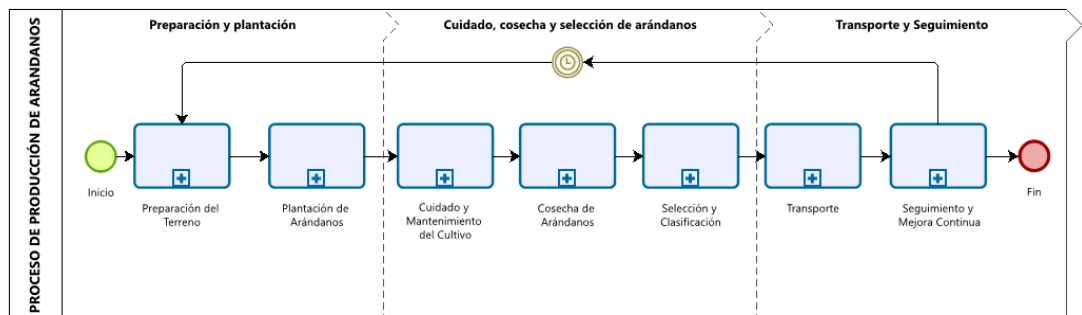
Nivel Sigma = 4.5

Podemos concluir que el Valor Sigma 4.5, esto representa que por cada millón de oportunidades se estará encontrando aproximadamente 1,222 defectos.

Posterior al cálculo del valor Sigma, se realizaron nuevas pruebas aplicando el nuevo proceso diseñado, con el que se realizaron las pruebas postest del proceso.

Figura 13

Nuevo proceso de producción de arándanos



El proceso se midió en los meses de noviembre a marzo obteniéndose los valores de kilogramos producidos, cantidad e índice de merma.

Tabla 7

Tabla de indicador de merma meses – noviembre (2023) – marzo (2024)

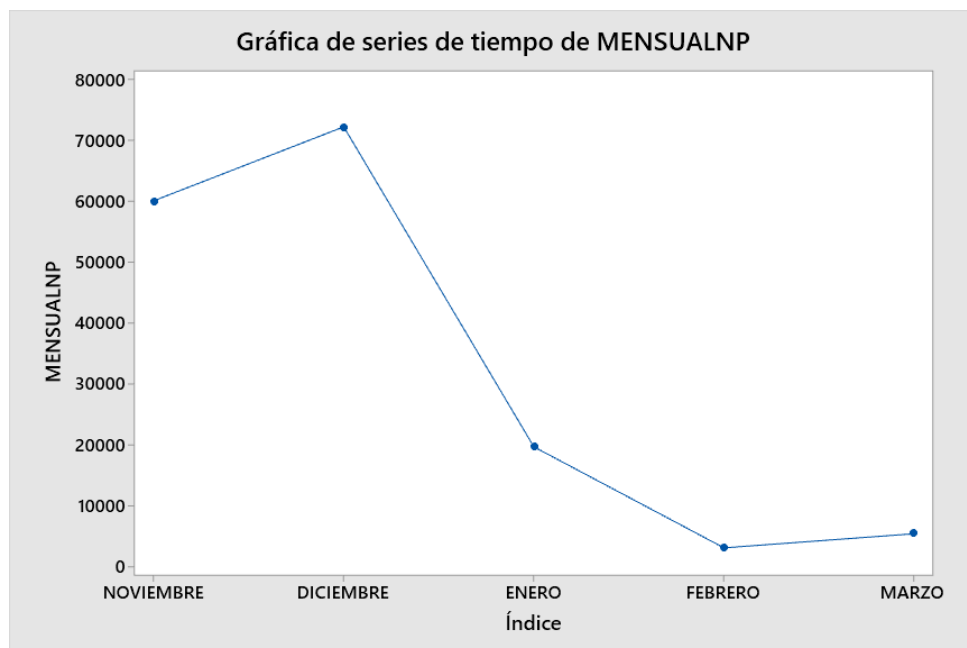
Meses	Kg. Producido	Kg. Merma	Ind. Merma (%)
NOVIEMBRE	4,080,610.66	60018.14	1.471
DICIEMBRE	3,488,174.95	72163.66	2.069
ENERO	3,252,149.06	19652.61	0.604
FEBRERO	1,315,329.96	3070.28	0.233
MARZO	1,832,232.83	5387.14	0.294
TOTAL	13,968,497.45	160,291.84	0.93

Fuente: Hoja de registro de producción

La merma total fue entre noviembre (2023) y marzo (2024) fue de 160, 291.84

Figura 14

Tendencias de merma mensual, noviembre (2023) – marzo (2024)



Nota. Se puede apreciar que en los meses de noviembre y diciembre del 2023 se tuvieron mayor cantidad de merma.

Tabla 8

Costo de merma meses – noviembre (2023) – marzo (2024)

Meses	Costo Total	Costo Merma	Ind. Merma (%)
NOVIEMBRE	46,151,706.51	678,805.19	1.47
DICIEMBRE	39,451,258.65	816,171.00	2.07
ENERO	36,781,805.87	22,271.04	0.60
FEBRERO	14,876,381.80	34,724.90	0.23
MARZO	20,722,553.28	60,928.53	0.29
TOTAL	157,983,706.11	1,812,900.66	0.934

Como se puede observar, que los costos en la empresa fueron menores en relación al año 2023, alcanzando un total de 1,812,900.66.

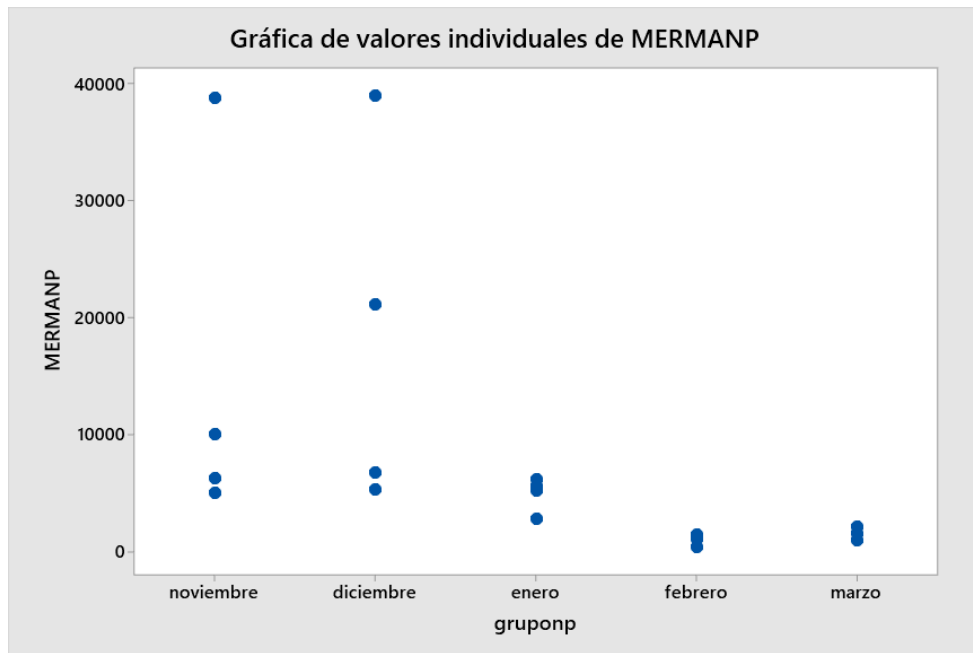
Tabla 9

Kilogramos y merma semanal x mes del nuevo proceso

Meses	Fecha	Kg. Producido	Kg. Merma	Ind. Merma (%)
Noviembre	1/11/2023 - 5/11/2023	1,166,016.55	38813.983	3.33
	6/11/2023 - 12/11/2023	1,047,085.19	6203.837	0.59
	13/11/2023 - 19/11/2023	495,058.61	5031.764	1.02
	20/11/2023 - 26/11/2023	1,372,450.31	9968.557	0.73
	27/11/2023 - 03/12/2023	1,014,554.40	38991.669	3.84
Diciembre	4/12/2023 - 10/12/2023	823,497.68	5306.544	0.64
	11/12/2023 - 17/12/2023	696,734.00	21162.941	3.04
	18/12/2023 - 24/12/2023	953,388.87	6702.507	0.70
	25/12/2023 - 31/12/2023	1,010,804.43	5146.082	0.51
Enero	2/01/2024 - 07/01/2024	874,058.66	5569.078	0.64
	08/01/2024 - 14/01/2024	793,706.05	6197.009	0.78
	15/01/2024 - 21/01/2024	573,579.93	2740.442	0.48
	22/01/2024 - 28/01/2024	406,789.88	1369.188	0.34
Febrero	29/01/2024 - 04/02/2024	370,578.43	986.155	0.27
	05/02/2024 - 11/02/2024	307,415.88	354.506	0.12
	12/02/2024 - 18/02/2024	230,545.77	360.433	0.16
	19/02/2024 - 25/02/2024	296,027.89	893.200	0.30
Marzo	26/02/2023 - 03/03/2024	297,686.75	2121.512	0.71
	4/02/2024 - 10/02/2024	197,797.16	889.320	0.45
	11/02/2024 - 27/02/2024	1,040,721.02	1483.105	0.14
TOTAL		13,968,497.45	160291.836	0.94

Figura 15

Tendencias de merma, semana – meses noviembre (2023) – marzo (2024)



Nota. Se puede observar que en las primeras semanas del mes de noviembre y diciembre la merma fue mayoritaria.

Tabla 10

Kilogramos producidos por meses junio – octubre 2023

Semanal	Fecha	Kg Producido	Kg Merma	Ing. Merma (%)
JUNIO	20/11/2023 - 26/11/2023	395,450.28	19,381.02	4.90
JULIO	18/12/2023 - 24/12/2023	1,213,061.24	60,119.32	4.96
AGOSTO	15/01/2024 - 21/01/2024	4,393,793.17	219,689.66	5.00
SETIEMBRE	12/02/2024 - 18/02/2024	4,952,498.40	252,825.04	5.11
OCTUBRE	11/02/2024 - 27/02/2024	5,898,426.30	298,165.45	5.06
		16,853,229.40	850,180.48	5.00

Se observa que la merma con el proceso anterior en lo últimos 5 meses fue de 850, 180.48 es decir comparado con el proceso nuevo hubo una reducción de: $850, 180.48 - 160,291.84 = 689,888.64$ kilogramos ganados.

Tabla 11

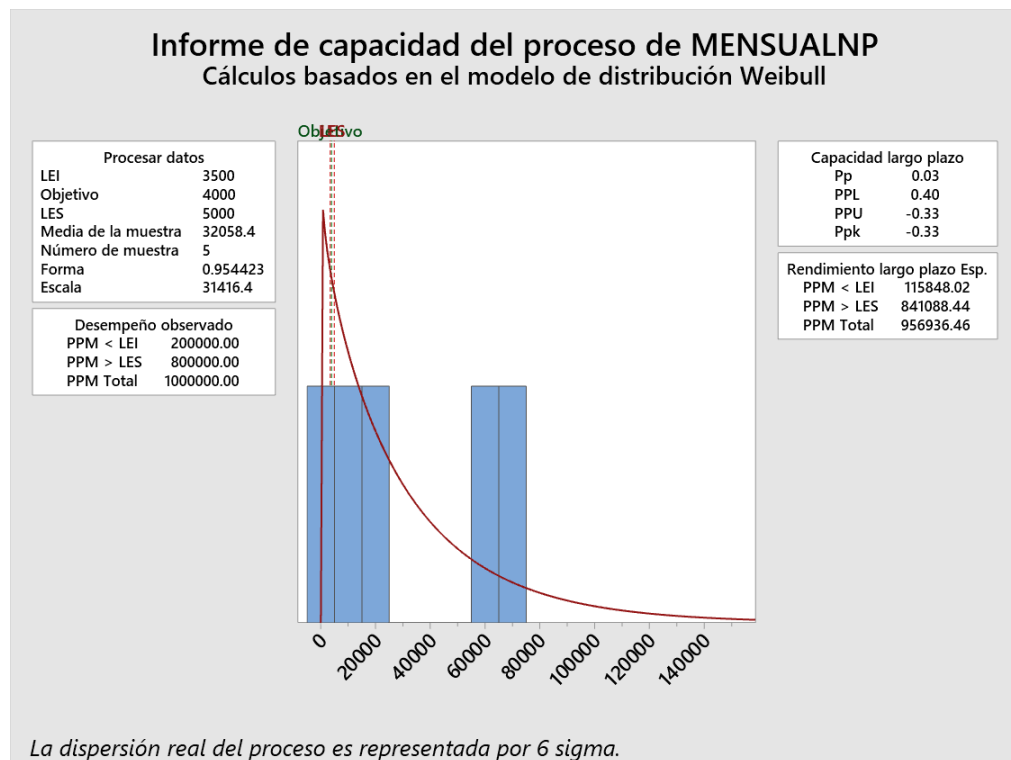
Costos de merma junio – octubre 2023

MESES	COSTO TOTAL	COSTO MERMA	IND. MERMA(%)
JUNIO	4,472,542.71	219,199.32	4.90
JULIO	13,719,722.61	679,949.45	4.96
AGOSTO	49,693,800.72	2,484,690.04	5.00
SETIEMBRE	56,012,756.94	2,859,451.24	5.11
OCTUBRE	66,711,201.49	3,372,251.24	5.06
TOTAL	190,610,024.47	9,615,541.28	5.00

Se puede apreciar que el total de costo de merma con el proceso anterior fue de 9,615,541.28, es decir: comparado con el proceso nuevo hubo una reducción de $9,615,541.28 - 1,812,900.66 = 7,802,640.62$ en costo ganado.

Figura 16

Informe de capacidad de nuevo proceso



Se puede observar que la especificación inferior permitida del índice de merma es de 3500, el objetivo o valor nominar es 4000, la especificación superior de merma es de 5000. Los valores six sigma fueron: $Ppk = -0.33 < 1$, lo que implica que aún existen datos fuera del proceso. Además, en PPM, el valor de largo plazo indica por cada millón de producción se va a tener

DETERMINANDO LAS PARTES POR MILLÓN CON NUEVO PROCESO

$$\text{PPM} = (\text{total de pérdidas en kilogramos} / \text{total de producción}) \times 1,000,000.00$$

$$\text{PPM} = (160,291.84 / 13,968.497.45) \times 1,000,000.00$$

$$\text{PPM} = 11,475.24$$

Lo que significa que se tiene 11,475.24 partes por millón, es decir: que existe 11,475.24 kilogramos por cada millón de producción de kilogramos.

DETERMINANDO LA TASA DE DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$$

D = Número de defectos observados en la muestra.

U = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra).

O = Oportunidades de defectos por unidad.

O = 4 semanas por 5 meses de producción = 20

$$DPMO = \frac{1,000,000 \times 160,291.84}{13,968,497.45 \times 20}$$

$$DPMO = 573.76$$

Podemos concluir que la tasa de defectos por millón de oportunidades es de 920.06 por cada millón de kilos producidos

CÁLCULO DE DEFECTOS POR OPORTUNIDAD

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

D = Número de defectos observados en la muestra.

U = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra).

O = Oportunidades de defectos por unidad.

$$DPO = \frac{160,291.84}{13,968,497.45 \times 20}$$

$$DPO = 0.000573762$$

CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

$$Yield = (1 - DPO) * 100$$

DPO = Defectos por oportunidad.

$$Yield = (1 - 0.000573762) * 100$$

$$Yield = 99.943\%$$

Con el fin de poder obtener el Nivel Sigma (Process Sigma) se buscará el valor del Yield guiándose en la tabla de conversión “Sigma de procesos”, el valor más cercano posible.

NIVEL SIGMA

$$\text{Nivel Sigma} = 4.8$$

Podemos concluir que el Valor Sigma 4.8%, esto representa que por cada millón de oportunidades se estará encontrando aproximadamente 573.76 defectos.

Prueba de Hipótesis

Para realizar la comparación se utilizarán los últimos 5 meses del proceso anterior (junio, julio, agosto, setiembre y octubre) y los 5 meses posteriores con el nuevo proceso (noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo).

Hipótesis: La metodología Six Sigma permite reducir la merma de arándanos mejorando el proceso en el área de producción de la Empresa Camposol S.A.

Regla de decisión:

Si la probabilidad obtenida es $p < 0.05$ se acepta la hipótesis en caso contrario se rechaza.

Tabla 12

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia merma	,379	20	,000	,710	20	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se puede observar que en la prueba de normalidad se usaron los datos de Shapiro-Wilk, debido a que la muestra a analizar son 5 meses (20 semanas). Asimismo, el nivel de significancia fue de $p=0.000 < 0.05$, por lo tanto, los datos no son normales y se utilizara para la diferencia de medias el estadístico de Wilcoxon.

Tabla 13

Prueba de Hipótesis - Wilcoxon

	Kg_mermaD - kg_mermaA
Z	-3,978 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Se puede visualizar que en la prueba de Wilcoxon se obtuvo un nivel de significancia de $p=0.000 < 0.05$, por tanto, se concluye que existen una diferencia de medias significativas en la cantidad de merma antes del nuevo proceso y después del nuevo proceso.

Etapa: Medir

En esta etapa se realizó la definición del nombre del proyecto, que se realizará a través de Six sigma, considerando, nombre del proyecto, líder, equipo de trabajo, hitos, problemática, objetivos y beneficios.

Tabla 14.

Project Charter - Identificación de proyecto

Nombre del proyecto	Reducir el porcentaje de merma en el área de producción de arándano.	
Líder del proyecto	Hansen Alonso Pérez Bellido	
Equipo Central	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cosechadores. 2. Ingeniero agrónomo. 3. Cargadores 	
Hitos del Proyecto	Definir	6 de noviembre del 2023
	Medir	10 de noviembre del 2023
	Analizar	18 de noviembre del 2023
	Mejorar	20 de diciembre del 2023
	Controlar	28 de diciembre del 2023
Planteamiento del problema:		
Los directivos no están contentos con las pérdidas que ocasionan las mermas en la producción de arándanos ya que en los meses de enero a octubre hubo una merma de 1,314,277.36 kilogramos lo que representó una pérdida de 14,864,476.86.		
Objetivos del proyecto		
Reducir la merma en 50%.		

Beneficios:
Reducción de costos asociados a la pérdida de arándanos

Etapa: Analizar

Identificación de las causas que generan las mermas

Para este proceso se utilizó la herramienta de análisis de Ishikawa, con el cual se identificaron las diferentes causas del problema de merma.

Figura 17.

Diagrama de Ishikawa – Merma elevada



Las causas identificadas fueron un total de 17, comprendidas: En la categoría medio ambiente, métodos, mano de obra, medición y materiales se detectaron tres causas en cada uno; y en la categoría maquinaria dos causas.

En la siguiente tabla se describen las posibles causas que podrían generar el problema de merma en la producción de arándanos.

Tabla 15.

Evaluación de la causa de la merma

Causas	
C1	Mal Clima (heladas, lluvias excesivas, sequías).
C2	Mala condición del suelo (acidez, nutrientes insuficientes).
C3	Contagio de plagas y enfermedades.
C4	Falta de mantenimiento de equipos.
C5	Equipos obsoletos
C6	Falla en los procesos establecidos
C7	Deficiencias en el Manejo del riego.
C8	Uso de fertilizantes y pesticidas.
C9	Falta de manuales e instructivos
C10	Falta de procesos de pesado
C11	Proceso de calibración de balanzas
C12	Falta de eficiencia en operaciones
C13	Falta de experiencia
C14	Falta de capacitación del personal.
C15	Falta de equipos de protección
C16	Falta de equipos de almacenamiento
C17	Jabas en mal estado

En la siguiente tabla, se realizó la valoración de cada una de las causas mediante la matriz de correlación, en donde el valor de 1 representa una relación directa entre causas evaluadas y el valor de 0 ninguna relación.

Tabla 16.

Matriz de correlación

MATRIZ DE CORRELACIÓN																			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	PUNTAJE	%
C1	X	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	8	7.0
C2	1	X	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6	5.3
C3	1	0	X	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3.5
C4	0	0	0	X	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.8
C5	0	1	0	1	X	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3.5
C6	1	1	1	1	0	X	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	13	11.4
C7	1	1	1	0	0	1	X	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	8	7.0
C8	1	1	1	0	0	1	1	X	1	0	0	1	0	1	0	0	0	8	7.0
C9	1	1	0	0	0	1	1	0	X	0	1	0	0	1	0	0	0	6	5.3
C10	0	0	0	1	1	1	0	0	1	X	1	1	1	1	0	0	0	8	7.0
C11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	X	1	0	1	0	0	0	5	4.4
C12	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	X	1	1	1	0	1	8	7.0
C13	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	X	1	0	0	0	7	6.1
C14	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	X	0	0	0	9	7.9
C15	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	X	0	0	7	6.1
C16	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	X	1	7	6.1
C17	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	X	4	3.5
																		114	100.0

En la tabla 8, luego de realizar la matriz de correlación se determino que la causa prioritaria que genera merma en la producción de arándanos fue la causa: **C6 – Falla en lo procesos establecidos**, con un porcentaje de valoración de 11.4%.

Figura 18.

Valoración de las causas de merma

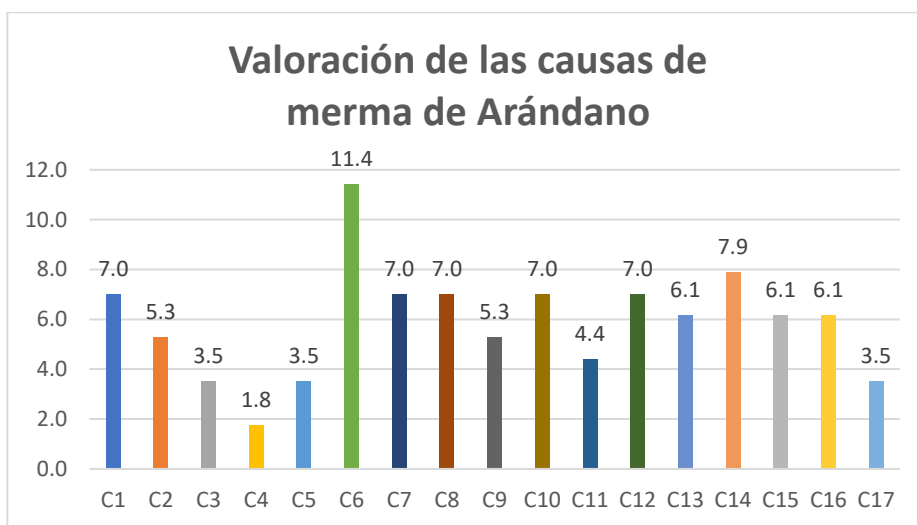


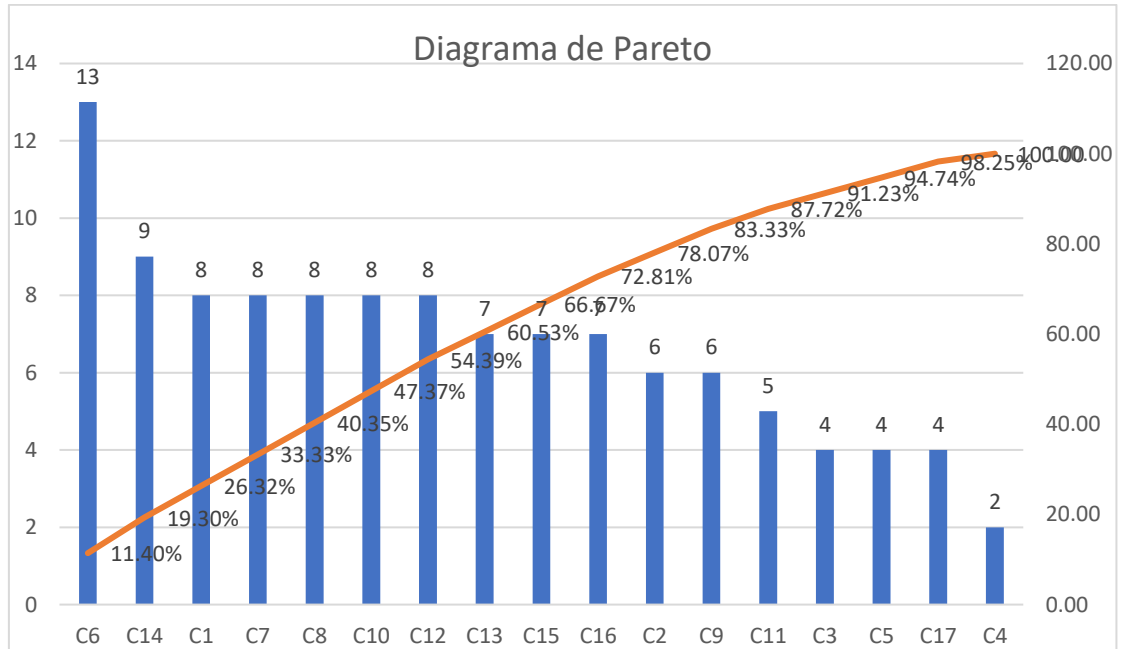
Tabla 17.

Matriz de priorización de causas

CAUSAS	PUNTAJE	%	% Acumulado
Falla en los procesos establecidos	13	11%	11.40
Falta de capacitación del personal.	9	19%	19.30
Mal Clima (heladas, lluvias excesivas, sequías).	8	26%	26.32
Deficiencias en el Manejo del riego.	8	33%	33.33
Uso de fertilizantes y pesticidas.	8	40%	40.35
Falta de procesos de pesado	8	47%	47.37
Falta de eficiencia en operaciones	8	54%	54.39
Falta de experiencia	7	61%	60.53
Falta de equipos de protección	7	67%	66.67
Falta de equipos de almacenamiento	7	73%	72.81
Mala condición del suelo (acidez, nutrientes insuficientes).	6	78%	78.07
Falta de manuales e instructivos	6	83%	83.33
Proceso de calibración de balanzas	5	88%	87.72
Contagio de plagas y enfermedades.	4	91%	91.23
Equipos obsoletos	4	95%	94.74
Jabas en mal estado	4	98%	98.25
Falta de mantenimiento de equipos.	2	100%	100.00

En la tabla 9, se observa que el mayor valor es 13 (Falla en los procesos establecidos) y el menor valor 2 (Falta de mantenimiento de equipos) al aplicar Pareto.

Figura 19.
Diagrama de Pareto

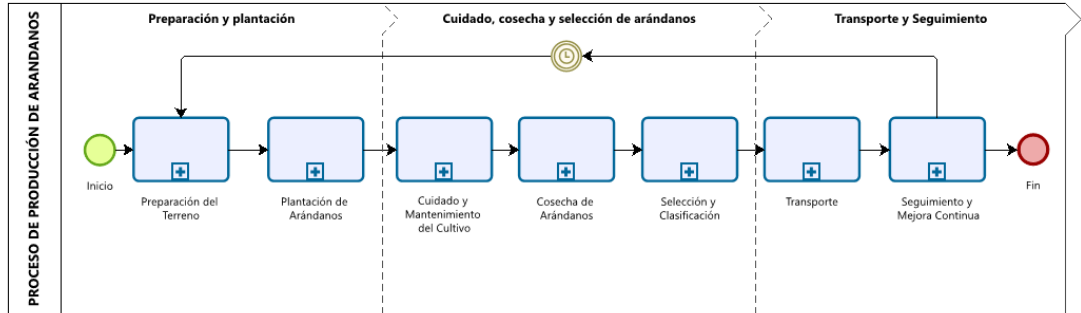


Del diagrama de Pareto, se han encontrado siete causas principales que están afectando a la merma de producción de arándanos que representa el 54.39%; siendo los principales: Falla de los procesos establecidos y falta de capacitación al personal.

Etapa: Mejorar

Figura 20.

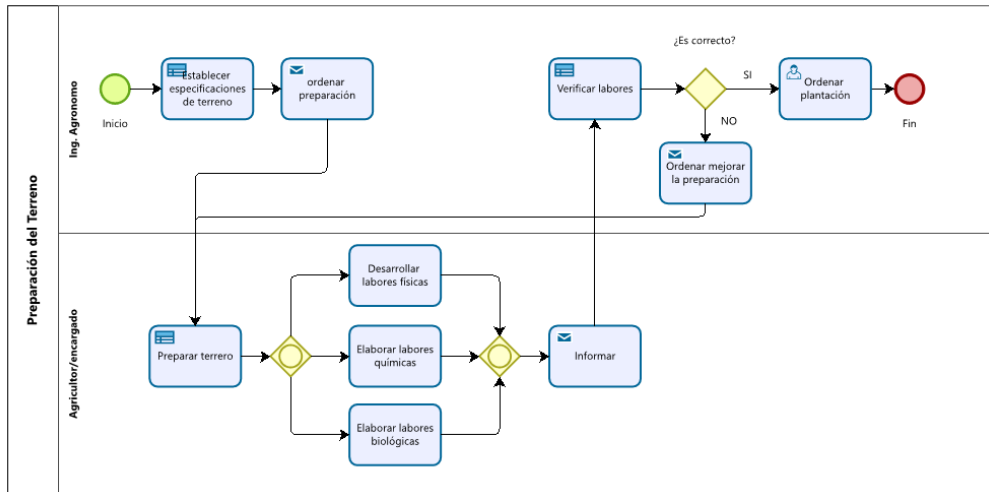
Proceso propuesto de mejora a la producción de arándanos



Este proceso establece subprocesos en cada etapa de la producción de arándanos, iniciando por la preparación del terreno, cuidado, cosecha y selección, culminando con el transporte y seguimiento del proceso

Figura 21.

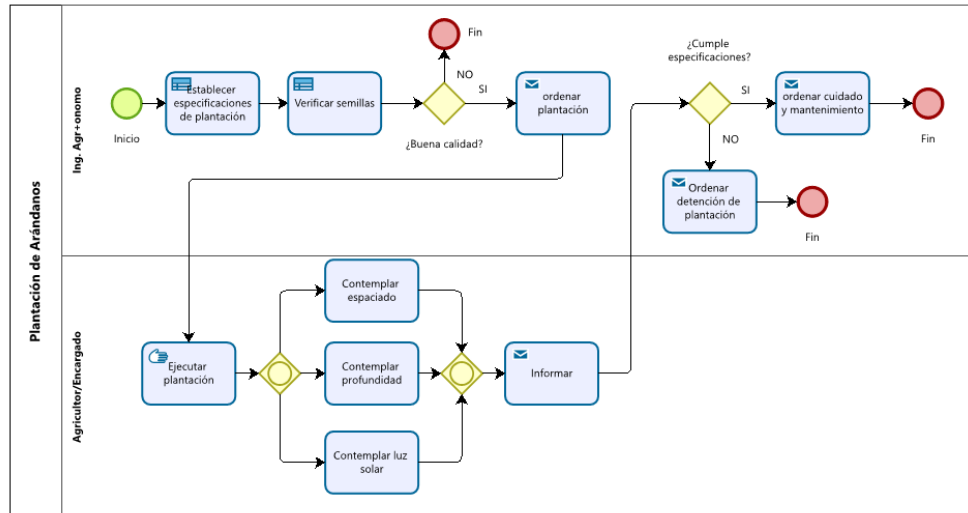
Sub proceso: Preparación de terrero



El proceso inicia con las especificaciones técnicas del terrero, pasando por la preparación una o diversas labores hasta la verificación por el ingeniero encargado.

Figura 22.

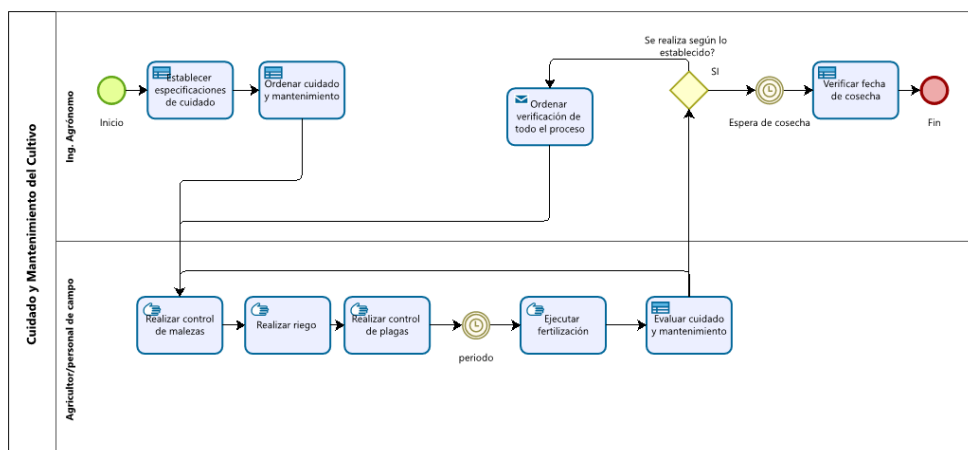
Sub proceso: Plantación



El proceso inicia con las especificaciones de plantación, evaluando semillas y verificando el espacio, profundidad, iluminación y verificación por el encargado.

Figura 23.

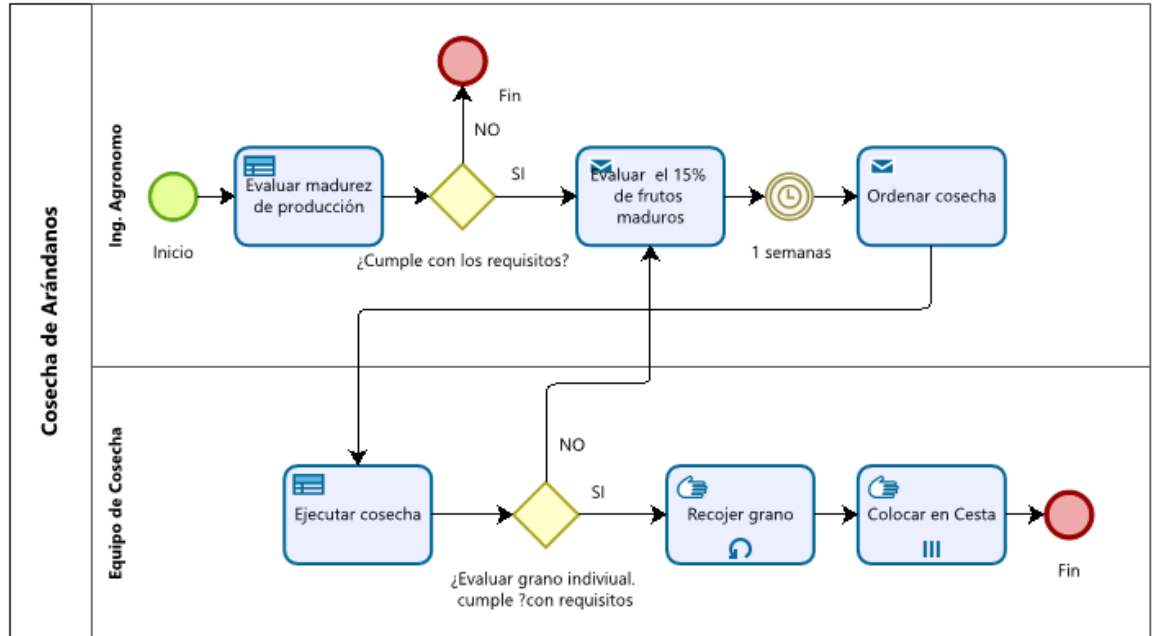
Sub proceso: cuidado y mantenimiento de cultivo



El proceso inicia estableciendo las especificaciones de cuidado, pasando por el control de malezas, riego, control de plagas, fertilización y la evaluación del mismo.

Figura 24.

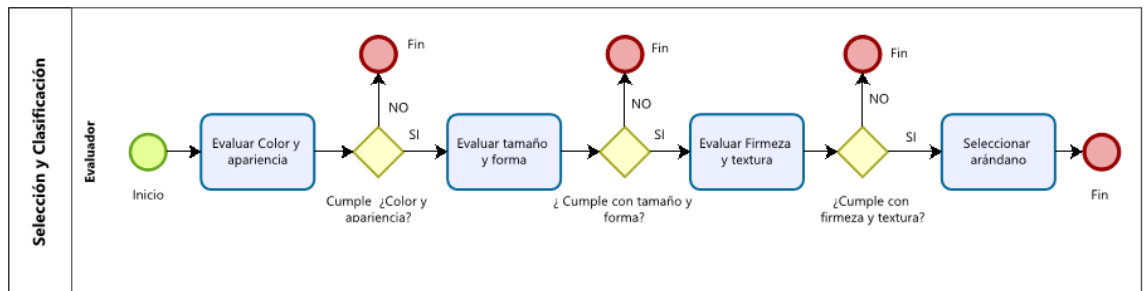
Sub proceso: Cosecha de arándanos



El proceso inicia evaluando la madures de los arándanos, si cumple con el 15% de frutos maduros iniciar la cosecha evaluando los granos individualmente para luego colocar en cesta.

Figura 25.

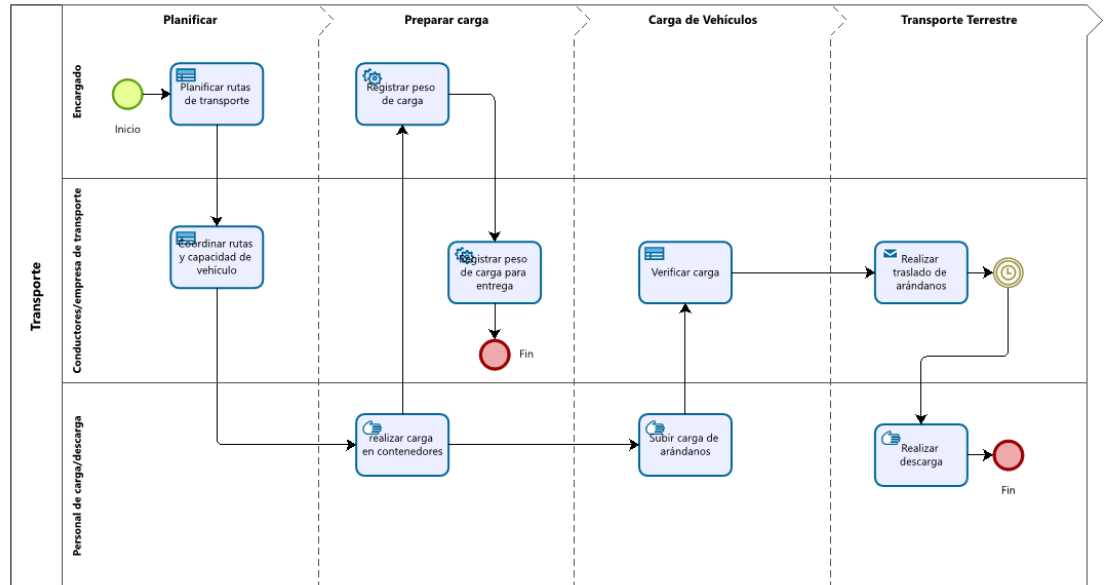
Sub proceso: Selección y clasificación



El proceso contempla la evaluación de color, apariencia, tamaño, forma y la selección después del cumplimiento de requisitos.

Figura 26.

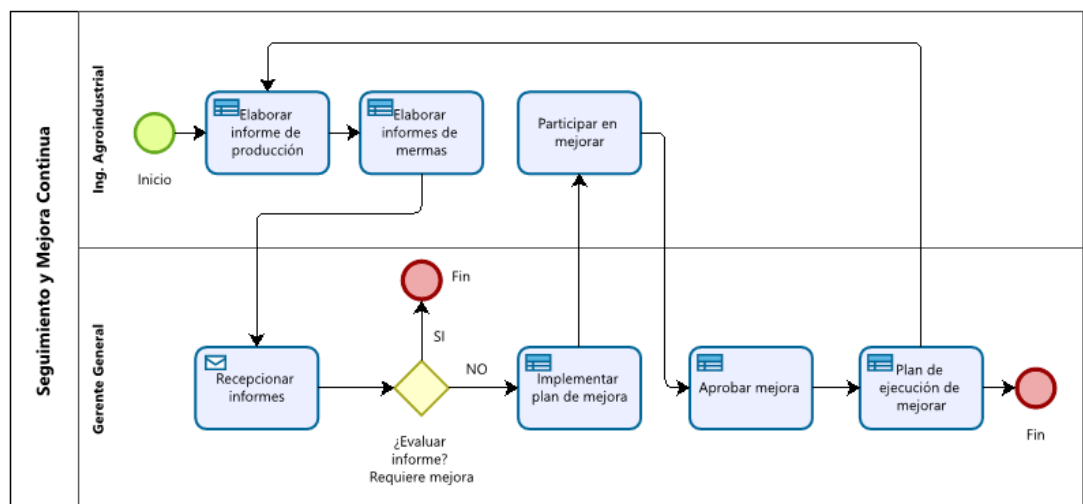
Sub proceso: Selección y clasificación



El proceso inicia con la planificación de la ruta de transporte, pasando por la verificación de peso, registro de carga y traslado de arándanos.

Figura 27.

Sub proceso: Selección y clasificación



El proceso evalúa los informes de producción y plantea un plan de mejora.

Etapa: Controlar

INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

KPI	Descripción	Frecuencia de Medición	Responsable	Fórmula	Forma de Medición
Porcentaje de Merma	Porcentaje de arándanos que no cumplen con los estándares de calidad y se consideran como merma.	Diario	Equipo de Producción	$(\text{Merma Total} / \text{Producción Total}) * 100$	Registrar la cantidad de arándanos rechazados como merma y la producción total diaria. Calcular y registrar el porcentaje resultante.
Tasa de Rendimiento	Porcentaje de arándanos producidos que cumplen con los estándares de calidad y son aceptados para su venta.	Diario	Equipo de Producción	$((\text{Producción Total} - \text{Merma Total}) / \text{Producción Total}) * 100$	Registrar la producción total y la merma total diaria. Calcular y registrar el porcentaje resultante.
Tiempo Promedio de Procesamiento	Tiempo promedio requerido para procesar una cierta cantidad de arándanos, desde la recepción hasta la preparación para su envío.	Semanal	Supervisor de Producción	$(\text{Tiempo Total de Procesamiento} / \text{Número Total de Lotes Procesados})$	Registrar el tiempo total dedicado al procesamiento y el número total de lotes procesados durante la semana. Calcular y registrar el tiempo promedio resultante.

KPI	Descripción	Frecuencia de Medición	Responsable	Fórmula	Forma de Medición
Porcentaje de Retrabajo	Porcentaje de arándanos que requieren retrabajo debido a defectos o problemas durante el proceso de producción.	Diario	Equipo de Calidad	$(\text{Cantidad de Arándanos Requiriendo Retrabajo} / \text{Producción Total}) * 100$	Registrar la cantidad de arándanos que requieren retrabajo y la producción total diaria. Calcular y registrar el porcentaje resultante.
Número de Quejas de Clientes	Número total de quejas recibidas de los clientes relacionadas con la calidad o el estado de los arándanos entregados.	Mensual	Departamento de Servicio al Cliente	Total de Quejas Recibidas	Registrar el número total de quejas recibidas relacionadas con los arándanos entregados durante el mes.
Eficiencia de la Maquinaria	Porcentaje de tiempo en el que las máquinas utilizadas en el proceso de producción de arándano están en funcionamiento efectivo.	Semanal	Equipo de Mantenimiento	$(\text{Tiempo de Funcionamiento Efectivo} / \text{Tiempo Total Disponible}) * 100$	Registrar el tiempo en que las máquinas están en funcionamiento efectivo y el tiempo total disponible durante la semana. Calcular y registrar el porcentaje resultante.
Costo de la Merma	Costo total asociado con la merma de arándanos, incluyendo costos de	Mensual	Departamento Financiero	Costo Total de la Merma	Calcular y registrar el costo total asociado con la merma de arándanos

KPI	Descripción	Frecuencia de Medición	Responsable	Fórmula	Forma de Medición
	producción, mano de obra y pérdidas de ingresos.				durante el mes, incluyendo costos de producción adicionales, mano de obra adicional y pérdidas de ingresos debido a la merma.

PLAN DE AUDITORÍA AL LABORATORIO.

Objetivos De La Auditoría
El objetivo de esta auditoría es revisar y evaluar la efectividad y eficiencia del proceso de cosecha, selección y clasificación de arándanos en Camposol S.A., con el fin de identificar áreas de mejora y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad y eficiencia operativa.
Alcance De La Auditoría
La auditoría cubrirá las siguientes áreas del proceso de cosecha, selección y clasificación de arándanos: <ul style="list-style-type: none">• Cosecha de Arándanos• Selección y Clasificación de Arándanos• Transporte
Documentación De Referencia
<ul style="list-style-type: none">■ Nuevo proceso de Producción de Arándanos.■ Reglamentos del proceso.■ Políticas del proceso.
Datos De La Empresa
<ul style="list-style-type: none">■ Empresa: Dirección del Local: AGROINDUSTRIAL CAMPOSOL S.A.”
Equipo Auditor

- Auditor Líder:
- Equipo Auditor:

Nota: se recuerda la posibilidad de recusar al equipo auditor si existieran motivos que pudieran comprometer la imparcialidad e independencia de sus actuaciones.

Programa De Trabajo

Fecha de la auditoría: 03 de junio del 2024.

- 10.00 am: Reunión Inicial: presentación del equipo auditor, confirmación del alcance de la auditoría.
- 10.10 am: Inicio de Evaluación de la Auditoría.
- 04:00 pm: Reunión final y exposición del informe

Recursos Necesarios

- El equipo auditor deberá disponer de un juego completo de la documentación requerida:
 - Nuevo proceso de producción de arándanos
 - Plan Estratégico.
 - Plan Operativo.
 - Lista de Procesos y procedimientos.

Informe De Auditoría

Una vez finalizada la auditoría, el equipo auditor elaborará un informe en el que se presentarán los resultados obtenidos durante el desarrollo de la auditoría. Dicho informe será entregado al Auditado y al Cliente de la Auditoría, solicitando su conformidad.

Confidencialidad
Se garantiza la confidencialidad del presente informe, ya que, el equipo auditor tiene establecido este compromiso sobre toda la información a la que se tendrá acceso durante el desarrollo de la auditoría. Sólo se realizan dos copias del informe, una para la organización auditada y otra para cliente de la Auditoría.

LISTA DE COTEJO

Determinación del Momento de Cosecha:	SI	NO
¿Se está monitoreando la madurez de la fruta para determinar el momento óptimo de cosecha?		
¿Se están tomando muestras de fruta para evaluar el contenido de azúcar y otros parámetros de calidad antes de la cosecha?		
Técnicas de Cosecha:		
¿Se están utilizando técnicas de cosecha adecuadas para evitar daños a la fruta y garantizar su integridad?		
¿Se está capacitando al personal de cosecha en el manejo adecuado de los equipos de cosecha y la manipulación cuidadosa de la fruta?		
Selección y Clasificación		
¿Se está llevando a cabo una inspección visual de la fruta para detectar defectos de calidad, daños mecánicos o signos de enfermedad?		
¿Se está clasificando la fruta según su tamaño, color y calidad para su comercialización adecuada?		
¿Se están utilizando envases adecuados para proteger la fruta durante el transporte y el almacenamiento?		
¿Se están siguiendo los procedimientos de manipulación y almacenamiento adecuados para preservar la calidad de la fruta antes de su comercialización?		

Transporte		
¿Se están manteniendo las condiciones adecuadas de temperatura y humedad durante el transporte para preservar la frescura de la fruta?		
¿Se está asegurando la protección adecuada contra daños mecánicos durante el transporte?		
¿Se están registrando adecuadamente los tiempos de tránsito y las condiciones de transporte para cada envío de fruta?		
¿Se están tomando medidas para corregir cualquier desviación o problema identificado durante el transporte?		

3.4 Diagnóstico económico

Presupuesto de implementación:

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Total
Recurso humano				
Asesor de proyecto	Unidad	1	S/. 2000.00	S/.2000.00
Diseñador de procesos	Unidad	1	S/. 3800.00	S/. 3800.00
Sub-total				S/.5800.00
Materiales y				
Software estadístico	Unidad	1	S/6500.00	S/ 6500.00
Sub – total				S/. 6500.00
Servicios				
Capacitación	Unidad	2	S/2500.00	S/. 5000.00
Auditoria	Unidad	2	S/3500.00	S/. 3500.00
Sub - total				S/.8500.00
TOTAL				S/ 20,800.00

Factibilidad del proyecto en el área de Producción

Inversión (I): 20800

Tasa de descuento (i): 10%

Periodos: 5 años

FF	Inversión	Flujos netos de efectivo (FNE)				
	0	1	2	3	4	5
	-20800.00	25485.00	25485.00	26985.00	26474.00	28745.00
Saldo actualizado 10%	-20800.00	23168.18	21061.98	20274.23	18082.10	17848.38
Saldo actualizado acumulado	-20800.00	2368.18	23430.17	43704.40	61786.49	79634.88

Fórmula de cálculo del VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

VAN=79634.88

Fórmula del cálculo del TIR

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

TIR =122%

PAYBACK = 3.156

Regla:

Si VAN < 0 → Proyecto no es factible

Si VAN > 0 → Proyecto es factible

Si TIR < i → Proyecto no es factible

Si TIR > i → Proyecto es factible

En tan sentido: se establece que el proyecto es factible debido a que el VAN tiene un valor positivo y cumple con el criterio que es mayor a cero (VAN > 0 = Proyecto Factible).

Asimismo, el valor de TIR es de 350% el cual es superior a la tasa de descuento (TIR > 10% = Proyecto Factible)

Se concluye que el proyecto es factible y se recuperará en un periodo de 3 años (PAYBACK =3.156).

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Diagnosticar el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A, este objetivo se relaciona con la etapa de identificación de las causas de la merma que, analizando el proceso actual, se tuvo un índice de merma de 4.81% entre los meses de enero a octubre, identificándose los costos más altos en los meses de setiembre y octubre. Se utilizaron gráficos de tendencias por semanas (Figura 7) y gráfico de tendencia mensual (Figura 8). De igual manera se realizó la prueba de capacidad del proceso encontrándose que el proceso tenía desviaciones, indicando que el proceso no tenía la capacidad de control generando errores en la producción. En el análisis y al utilizar el diagrama de Ishikawa (Figura 17) y realizar la evaluación de merma (Figura 15, Tabla 16, Tabla 17, Figura 19) se determinó que el problema que generaba la merma era la falla en los procesos establecidos con el cual se realizaba el proceso de producción. Siendo necesario el planteamiento de un nuevo proceso. En este sentido, Coronado y Núñez (2021) redujeron las pérdidas de producción en una empresa ecuatoriana mediante un plan de mejora que incluyó un diagnóstico exhaustivo. Identificaron problemas de mantenimiento y falta de conocimiento del personal. Tras las mejoras, las pérdidas bajaron del 1.3% al 1%, ahorrando \$5,588 mensuales y aumentando la productividad.

Aplicar la metodología Six Sigma en el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A, este objetivo permitió determinar el proceso de

six sigma estableciendo los valores antes del nuevo proceso, las partes por millón encontradas fue $PPM=48,900.25$; Los defectos por millón de oportunidades fue $DPMO=1,222.5$; los defectos por oportunidad fue $DPO=0.001222507$. Y finalmente el desempeño del proceso fue de $Yield =99.878\%$ que nos arrojó un valor sigma de 4.5, lo que indica que el proceso falta mejorar para llegar a un desempeño óptimo. Posterior al diseño del nuevo proceso se obtuvo nuevos valores hallándose los siguientes valores: $PPM =11,475.24$; $DPMO=573.76$; $DPO=0.000573762$; y finalmente el desempeño fue de $Yield =99.943\%$, dándonos un valor de sigma de 4.8, el cual implica una variación e incremento en el desempeño del proceso. En este sentido, Gonzales (2021) propuso mejoras en una empresa manufacturera ecuatoriana para reducir la merma, empleando el método Six Sigma. Se creó un mapa de procesos, se mejoraron procesos de producción y se identificó el mal funcionamiento de máquinas como causa principal de merma. Tras el mantenimiento adecuado, las pérdidas disminuyeron, haciendo la empresa más productiva. Igualmente, Maldonado (2021) mejoró el tiempo de trabajo y redujo las mermas de inventario en una empresa de Bogotá utilizando Six Sigma. Tras identificar deficiencias en los procesos, la implementación de Six Sigma redujo el costo de mantenimiento de inventario en un 4.2%, aumentando las ganancias anuales en \$39,634,239. Esta metodología fue crucial para mejorar la productividad al reducir las pérdidas. Por su parte, Aguilar y Parrales (2019) identificaron y redujeron las mermas de inventario en una empresa de Guayaquil. Tras un análisis exhaustivo y entrevistas con empleados, descubrieron deficiencias en la planificación de

inventario y problemas en el área, lo que resultaba en pérdidas mensuales de \$2000. Después de corregir los procesos, la empresa generó \$10,990 mensuales adicionales, demostrando la eficacia del plan de mejora.

Evaluar el antes y después de lo implementado e identificar los beneficios que estos generan, este objetivo se relacionó con la evaluación de la variabilidad en el desempeño del proceso, antes del nuevo proceso se obtuvo un valor sigma de 4.5, posteriormente después de su implementar se obtuvo un valor sigma de 4.8 el cual indica un incremento en la capacidad del proceso. Además, para la prueba de hipótesis y realizar la comparación se usaron valores de merma de los últimos 5 meses del proceso anterior (junio, julio, agosto, setiembre y octubre) y los 5 meses posteriores con el nuevo proceso (noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo). Los valores en la prueba estadística fueron que en la prueba Chi cuadrado el valor de significancia fue de $p = 0.000 < 0.05$, concluyéndose que la aplicación de la metodología Six Sigma si permite reducir la merma de arándanos mejorando el proceso en el área de producción de la Empresa Camposol S.A. En este sentido, Patricio (2021) implementó mejoras en una empresa de envasado en Lima, utilizando Six Sigma. Se identificó problemas en el proceso de envasado y llenado de gas. Al realizar ajustes, se redujo el tiempo de llenado de 46 a 42.23 segundos, aumentando la eficiencia en la producción. De igual manera, Bazán et al. (2021) aplicaron Six Sigma en una empresa de envasado en Argentina para reducir mermas. Tras una evaluación, encontraron un bajo índice de productividad y altas pérdidas, representando el mayor impacto económico. Mejoraron el tiempo de llenado, aumentando las

ganancias en S/57,432 mensuales. Por su parte, Anampa (2020) mejora la productividad en una empresa limeña reduciendo las mermas en la producción. Implementaron un plan de mejora que incluyó mejoras en la limpieza del lugar y procesos. Como resultado, lograron reducir la merma en un 45% y aumentar la productividad en un 9.7%.

En general, para mejorar el proceso del área de producción para reducir la merma de arándanos aplicando la metodología Six Sigma en la empresa Camposol S.A, se diseñó un nuevo proceso utilizando la herramienta Bizagi Modeler en el cual se rediseño todo el proceso de producción considerando la preparación de terreno, plantación de arándanos, cuidado y mantenimiento del cultivo, cosecha de arándanos, selección y clasificación, transporte y seguimiento y mejora (Figura 13). En este sentido autores como Aliaga y Del Río (2022) al reducir las mermas en el proceso de post cosecha, identificaron la falta de un indicador para el porcentaje de merma. Mediante un plan de mejora, optimizaron el proceso de cosecha y post cosecha, reduciendo las mermas de 368,181.82 a 246,181 en 7 meses y mejorando la productividad del 23.56% al 24.62%. De igual modo, Romero (2021) implementó un plan de mejora en una empresa agropecuaria para reducir la merma. Tras diagnosticar los procesos y realizar ajustes, logró reducir las pérdidas de S/98,556 a S/31,013 al año mediante el método de las 5S. Identificó que la falta de orden, mantenimiento y procesos estandarizados causaban la merma. También, Cabrera y Gamarra (2020) implementaron un plan de mejora en Camposol, Trujillo, para reducir las mermas del producto. Mediante análisis y observación, identificaron y corrigieron procedimientos

deficientes, destacando la falta de documentación como principal causa de merma. Tras establecer lineamientos, lograron reducir la merma del 2.98% al 2.06%, demostrando la eficacia del plan de mejora en la empresa.

4.2. Conclusiones

Se mejoró el proceso del área de producción de arándanos, mediante la metodología Six Sigma, pasando de un valor sigma de 4.5 a un valor sigma de 4.8, lo que implica que la capacidad del proceso nuevo para controlar las pérdidas mejoró, aumentando en 689,888,64 kilogramos y 7, 802,640.62 (\$) en costos ganados. Asimismo, se concluye que existe una diferencia significativa entre el antes y el después con un valor de significancia de $p=0.000<0.05$.

Se diagnosticó el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A, concluyendo que el problema principal fue un proceso deficiente de producción de arándanos y fue necesario diseñar un nuevo proceso para la producción de arándanos.

Se aplicó la metodología Six Sigma para reducir la merma, haciendo uso de sus diferentes etapas como Definir: donde se identificó la cantidad y los costos de merma y las partes por millón detectadas, la tasa de defectos por millón, los defectos por oportunidad, y el desempeño del proceso. En la etapa de medir se usaron herramientas como el diagrama de Ishikawa, matriz de correlación, priorización de causas y diagrama de Pareto. En la etapa de mejorar se diseñó un nuevo proceso con 07 sub procesos. En la etapa de Analizar, se identificó las causas del problema siendo la falla en los procesos establecidos. En la etapa de mejorar se planteó un nuevo proceso, finalmente, en la etapa de controlar se plasmó un plan de auditoria a los principales procesos.

Al evaluar los procesos antes y después se identificó que beneficios de la aplicación de Six Sigma, está relacionado con la robustez para de la metodología y su flexibilidad de con otros métodos y técnicas.

4.3. Recomendaciones

A pesar de la mejora, es crucial seguir monitoreando el proceso para mantener o incluso mejorar aún más el valor sigma tal como lo realizó Aliaga y Del Rio (2022) en su investigación mencionada. Esto podría incluir revisiones periódicas y análisis de datos para identificar cualquier desviación del nuevo estándar.

Se recomienda realizar un análisis exhaustivo de cada etapa del proceso de producción de arándanos para identificar las áreas específicas que necesitan mejoras, de la misma forma que Coronado y Nuñez (2021) para su investigación sobre reducción de merma. Esto puede incluir la revisión de los procedimientos actuales, la identificación de cuellos de botella y la evaluación de posibles riesgos.

Es recomendable proporcionar capacitación continua a los empleados sobre la metodología Six Sigma y las herramientas asociadas del mismo modo que realizó Romero (2021) en su investigación. Esto ayudará a mantener el conocimiento y la habilidad necesarios para implementar eficazmente cada etapa del proceso de mejora en futuros proyectos.

Fomentar la formación de equipos multidisciplinarios es recomendable para que puedan aprovechar la flexibilidad de Six Sigma para adaptarse a diferentes contextos y necesidades. Esto puede implicar la colaboración entre expertos en Six Sigma, Lean, y otras áreas relevantes para abordar eficazmente los desafíos de mejora de procesos.

Referencias

- Aguilar, Y. y Parrales, D. (2019). *Modelo de gestión para reducir mermas y desperdicios de inventario en los procesos productivos de una empresa de plástico*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/0d9b590a-f793-453a-b2ad-a305c86fdc10>
- Aleu, E. (2021). *Estrategias para la elaboración de manuales de procedimiento integrados al sistema de control interno y a los procesos de mejora continua de la organización*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio institucional de la UNLP. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/129709>
- Aliaga, M. y Del Rio, J. (2022). *Mejoras en los procesos de cosecha y post cosecha de arándano para disminuir mermas en el fundo santo domingo de la empresa Danper Trujillo S.A.C. 2022*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9573>
- Álvarez, A. (2020). Clasificación de las Investigaciones. Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Anampa, C. (2020). *Propuesta de mejora para reducir mermas en el proceso de producción de prendas de vestir en la empresa CMT del sur SAC*. [Tesis de Pregrado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Repositorio institucional de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5209>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. Sexta edición. Venezuela: Editorial Episteme.

- Bautista, E. (2015). *Control de mermas en los inventarios para la cadena de suministro farmacéutico*. [Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio institucional de la UMNG. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6800>
- Bazan, C., Saturnino, S. y Rojas, J. (2021). Six Sigma en la reducción de merma del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 21-23. <https://laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/meta/FP248.html>
- Blueberriesconsulting (27 de setiembre 2022). *Los movimientos en los rankings TOP 10 de la industria del arándano*. <https://blueberriesconsulting.com/los-movimientos-en-rankings-top-10-de-la-industria-del-arandano/>
- Burgasí, D., Cobo, D., Pérez, K., Pilacuan, R. y Rocha, M. (2021). El diagrama de ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años. *Revista electrónica Tambara*, 14(84), 1212-1230. https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
- Cabrera, J. y Gamarra, J. (2020). *Plan de mejora continua para reducir la merma de arándano en el área de empaque en la empresa Agroindustrial Camposol S.A. 2019*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47331>
- Cabrera, S. (2012). Gráficos de Control. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/16262>
- ComexPerú (21 de junio 2022). *70% Anualmente durante los últimos nueve años*. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-de-arandanos-crecieron-un-70-anualmente-durante-los-ultimos-nueve-anos>

- Coronado, S. y Núñez, Y. (2021). *Evaluación del proceso de llenado mediante la aplicación de herramientas de mejora continua para disminuir las mermas en el área de envasado de una industria cervecera*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio institucional de la ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53664>
- Chuco, T. y Taípe, H. (2023). *Propuesta de mejora para la reducción de mermas en una empresa de fabricación de explosivos aplicando Poka Yoke y Kaizen*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional de la UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671208>
- Crespi, G. (08 setiembre del 2022). *Los arándanos y la promesa de la innovación agrícola en América Latina*. <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/los-arandanos-y-la-promesa-de-la-innovacion-agricola-en-america-latina/>
- Dávila, M. y Huamán, J. (2022). *Implementación de mejora continua para reducir la merma en el área de producción en la empresa KURESA S.A. - Huachipa 2022*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/120136>
- Del Castillo, E. y Noriega, V. (2018). *Propuesta de un modelo de gestión, para incrementar la productividad, aplicando la metodología six sigma en una empresa pesquera*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23787>
- Diario Gestión (2023, 20 de junio). Conoce las diferencias entre eficiencia y eficacia. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/management-empleo/eficiencia-eficacia-diferencias-eficaz-eficiente-significado-conceptos-nnda-nnlt-249921-noticia/>
- Diario Sixsigma (2020, 28 de diciembre). *Six Sigma Tools: DPU, DPMO, PPM and RTY*. Sixsigmadaily. <https://www.sixsigmadaily.com/dpu-dpmo-ppm-and-rtly/>
- Donayre, R. (2017). *Gestión de almacén en una empresa constructora en el distrito de San Isidro-Lima 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio

institucional de la Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8593>

ESAN (2015, 01 de octubre). *¿Qué es la Teoría de las Restricciones (TOC)?*. ESAN.

<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/que-teoria-restricciones-toc>

ESAN (2016, 30 de junio). *La metodología Six Sigma*. ESAN.

<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/la-metodologia-six-sigma>

ESAN (2022, 02 de febrero). *Six Sigma: ¿Qué beneficios otorga esta metodología?*. ESAN.

<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/six-sigma-que-beneficios-otorga-esta-metodologia>

Flores, N. (2023, 30 de marzo). *Six sigma: todo lo que debes saber para aplicarla*. TEC.

<https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/six-sigma-todo-lo-que-debes-saber-para-aplicarla>

Flores, A. y García, V. (2023). *Aplicación de machine learning para el control interno de la identificación de anomalías y proyección de mermas en la producción de papel higiénico: un enfoque de auditoría*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Recuperado del repositorio de la ESPOL.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/58323>

Fische, R., Ferreira, M., Fernandez, M. y Tassara, F. (2018). *Modelo SMART de gestión por objetivos en la Universidad: el caso de la Universidad de Flores*. [Tesis de Pregrado, Universidad UFSC]. Repositorio institucional de la UFSC.

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/190944>

Galvéz, R. (2019). *Mejora del proceso productivo de fabricación de ladrillos para la reducción de mermas en la empresa cerámicos Dett S.A.C., rioja – San Martín*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

Repositorio institucional de la USAT
<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2042>

García, J. (2021). *Propuesta de metodología Lean Seis Sigma para el control de merma en la cadena de suministro de cafeterías industriales: en asocio con Goddard*

Catering Group, Zacatecoluca, La Paz. [Tesis de Pregrado, Universidad de Ciencia y Cultura de El Salvador]. Repositorio institucional de Ciencia y Cultura de El Salvador. <http://www.redicces.org.sv/jspui/handle/10972/4346>

González, D. (2021). *Estudio para reducción de porcentaje de desperdicio (merma) en el proceso de soplado de una manufacturera de envases plásticos aplicando Lean Six Sigma.* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21466>

González, E. y Quispe, E. (2020). *Mejora de proceso para reducir las mermas del área de preparación de la empresa Concesionaria de Alimentos S.A.C, Lurín, 2020.* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65842?show=full>

Gutiérrez, P., y de la Vara, S. (2013). *Control estadístico de la calidad y seis sigmas (3.a ed.).* McGraw-Hill Education. <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>

Hamid, A. (01 de noviembre 2018). *Application of Six Sigma Methodology in Software Development.* International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE), SUDAN. 1-5, doi: [10.1109/ICCCEEE.2018.8515773](https://doi.org/10.1109/ICCCEEE.2018.8515773)

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C (2018), *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGraw – Hill Education.

Instituto Mudanai (2021, 30 de junio). *¿Qué es el Six Sigma?*. Mudanai. <https://blog.mudanai.org/kaizen-mejora-continua/calidad/six-sigma/>

Jimeno, E. (2020). *Aplicación de la metodología six sigma para la reducción de saldos de prenda de la empresa textil del valle S.A.* [Tesis de Pregrado, Universidad Inca

Garcilaso de la Vega]. Repositorio institucional de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. <http://168.121.45.179/handle/20.500.11818/5703>

Laoyan, S. (2022, 02 de noviembre). *Six Sigma: todo lo que necesitas saber sobre esta metodología de mejora de procesos*. Asana. <https://asana.com/es/resources/six-sigma>

Lima, E. (2020). *Importancia del control de inventario en las empresas comerciales*. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio institucional de la UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5512>

Loo, F. (2020). *Aplicación del método KAIZEN para reducir la merma de láminas de cartón corrugado en el área de producción de la Empresa Trupal S.A.* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79661>

Maldonado, M. (2021). *Propuesta para la disminución del indicador de merma en inventario de producto tercerizado en la empresa decoraciones david's sas utilizando herramientas de la metodología lean six sigma*. [Tesis de Pregrado, Universidad de la Salle]. Repositorio institucional de la Universidad de la Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/176/

Marlon, A. y Del Rio, J. (2022). *Mejoras en los procesos de cosecha y post cosecha de Arándano para disminuir mermas en el fundo Santo Domingo de la empresa Danper Trujillo S.A.C 2022*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

Recuperado de repositorio UPAO: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9573>

Martínez, S. y Rocha, S. (2019). *Implementación de un sistema de control de inventario en la empresa Ferretería Benjumea & Benjumea ubicada en el municipio de Cerete Córdoba*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8b67b2f3-df1b-4804-b06c-70e74809dc60/content>

- Paniagua, F. y Condori, P. (2018). *Investigación científica en educación*. Acta Académica. <https://www.academica.org/cporfirio/5>
- Patricio, C. (2021). *Propuesta de mejora para la reducción de merma en el proceso de envasado de gas licuado de petróleo utilizando la metodología six sigma, en una empresa de hidrocarburos de lima – callao*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/22421>
- Osinermin. (2021). Resolución del Consejo Directivo. OSINERMIN N° 095-2021-OS/CD: <https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2021/Osinergmin-095-2021-OSCD.pdf>
- Real Academia Española (RAE, 2023). *Merma*. <https://dle.rae.es/merma>
- Ribas, E. (2022, 8 de agosto). *Qué es Six Sigma: la metodología para mejorar los procesos de una empresa*. IEBS. <https://www.iebschool.com/blog/metodologia-six-sigma-mejorar-procesos-empresa-tecnologia/>
- Romero, V. (2021). *Propuesta de mejora en la gestión de la producción para reducir el volumen de la merma en una empresa agropecuaria*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29444>
- Romainville, M. (01 de noviembre 2022). *Perú: El principal exportador de arándanos del mundo se enfrenta a retos de sostenibilidad*. <https://dialogochino.net/es/comercio-y-inversiones-es/60107-peru-el-principal-exportador-de-arandanos-del-mundo-se-enfrenta-a-retos-de-sostenibilidad/>
- Santos, D. (2023, 13 de diciembre). *Six sigma: qué es, para qué sirve y ejemplos*. Hubspot. <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-six-sigma#que-es>
- Serna, J. Gonzales, L. y Aristizabal, A. (2018). *Sistema de control de inventario*. ([Tesis de Pregrado, Instituto Universitario Tecnológico de Antioquia]. Repositorio Digital

Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria.

<https://dspace.tdea.edu.co/handle/tda/375>

Sevilla, A. (2024, 23 de enero). *Productividad: Qué es, fórmula, factores y ejemplo.*

Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>

Tello, J. (2019). Six-Sigma una estrategia de negocios para mejorar la calidad de los

productos. *ProSciences*, 3(25), 12-17. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss25.2019pp12-17>

Universidad Católica de San Pablo (2021, 19 de marzo). *¿Qué es la metodología six sigma?*.

UCSP. <https://postgrado.ucsp.edu.pe/articulos/que-es-six-sigma/#Definicion>

Veliz, P. (2018). *Mejoras en el proceso de producción con la implementación de un plan de*

calidad en la empresa nativas from Perú E.I.R.L. para disminuir el porcentaje de mermas. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21273>

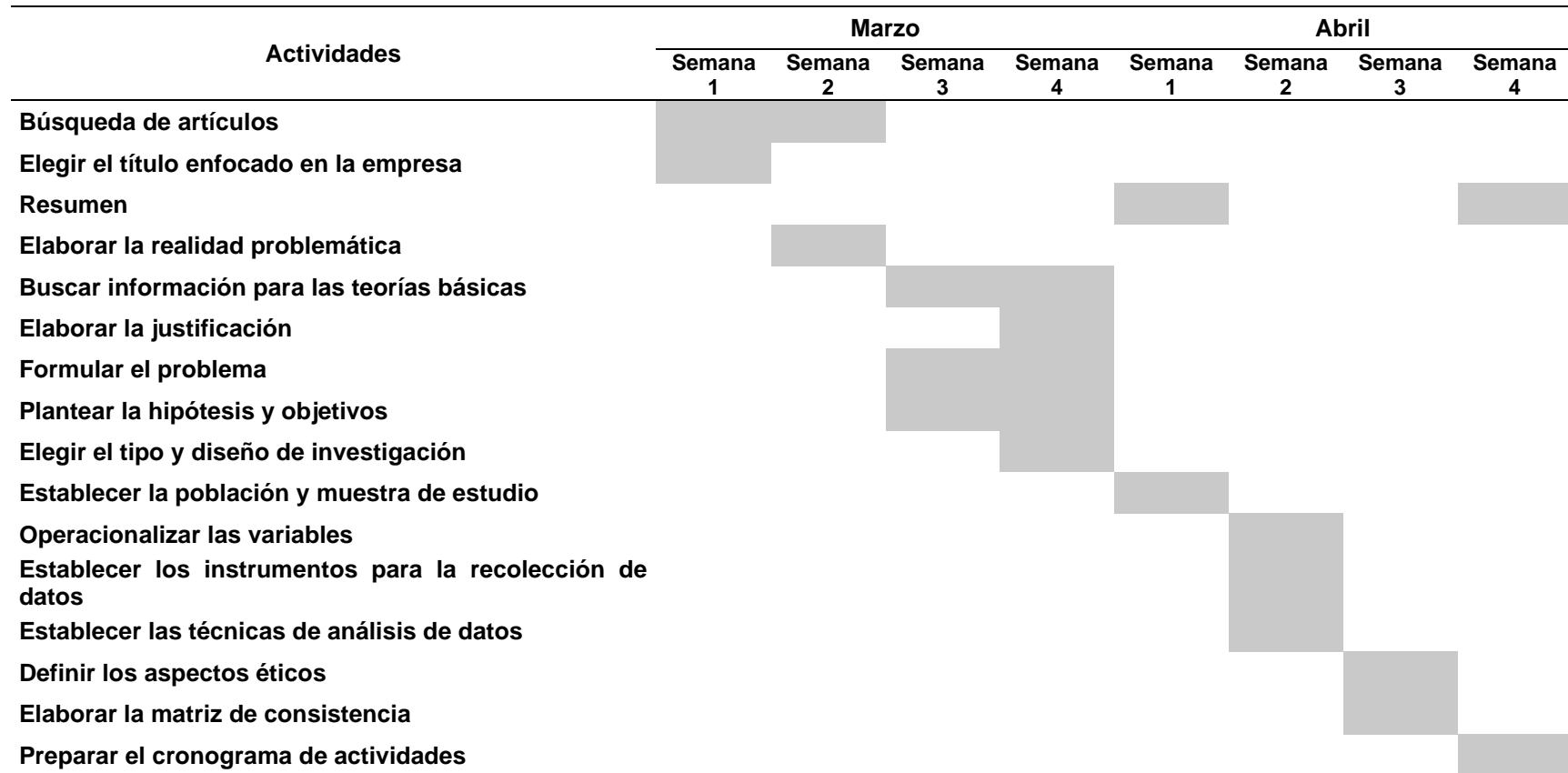
Anexos

ANEXO N° 1. Matriz de consistencia

Título: implementación de la metodología 5's para optimizar la gestión de almacén en la empresa Créditos Galvez E.I.R.L., 2021					
Planteamiento del problema	Objetivos	Variables	Tipo de investigación	Población de estudio	Instrumentos de recolección de datos
¿De qué manera impacta la aplicación de la metodología Six Sigma en la mejora de procesos para reducir la merma de arándano en el área de producción de la empresa Camposol S.A.?	<p style="text-align: center;">Objetivo general</p> <p>Mejorar el proceso del área de producción para reducir la merma de arándanos aplicando la metodología Six Sigma en la empresa Camposol S.A.</p>	<p style="text-align: center;">Variable independiente</p> <p>Metodología Six Sigma</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar el problema - Analizar el problema - Identificación de causas - Establecer alternativas de mejora - Verificar la mejora 	Según su enfoque de estudio es cuantitativa.	Está representado por el proceso de producción de arándanos en la empresa Camposol – Chao de los meses de enero a octubre del 2023.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudio de la merma ▪ Diagrama de Ishikawa ▪ Diagrama de Pareto ▪ Etapas de la metodología Six Sigma
Hipótesis	Objetivos específicos	Variable dependiente	Diseño de investigación	Muestra de estudio	Técnicas de análisis de datos

<p>La metodología Six Sigma permite reducir la merma de arándanos mejorando el proceso en el área de producción de la Empresa Camposol S.A.</p>	<p>-Diagnosticar el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A. -Aplicar la metodología Six Sigma en el proceso de producción en la empresa Agroindustrial Camposol S.A -Evaluar el antes y después de lo implementado e identificar los beneficios que estos generan.</p>	<p>Merma</p>	<p>Indicadores:</p>	<p>Kg.merma obtenida/Kg. de producción</p>	<p>Costo despilfarro/Costo total</p>	<p>Según su diseño es pre-experimental</p>		<p>O1: Merma antes X X: Mejora proceso con Six Sigma O2: Merma después X</p>	<p>Es no probabilística por conveniencia, representado por los kilogramos de producción de arándanos, sus costos en los meses de enero a octubre del 2023 de la empresa Camposol Chao. –</p>	<p>-Formato de registro -Análisis de merma -Observación</p>
---	---	--------------	----------------------------	--	--------------------------------------	--	--	---	--	---

ANEXO N° 2. Cronograma de actividades para la realización del proyecto de tesis



ANEXO N° 3. Ficha de registro pretest y postest

MESES	KG. PRODUCIDO	KG. MERMA	IND.MERMA (%)

ANEXO N° 4. Formato de identificación de causas

Causas	
C1	
C2	
C3	
C4	
C5	

ANEXO N° 6. Matriz de correlación

MATRIZ DE CORRELACIÓN																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	UNT AJE	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
																			00 %