

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias
de la Producción**

Reducción de diferencia de inventario de aditivos en el área
de producción para una compañía de balanceado de
alimentos

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

Presentado por:

Johnny Gabriel Castillo

Migues

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

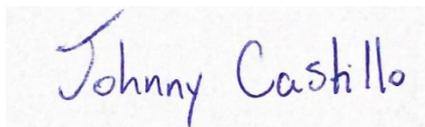
Dedico este proyecto a mi familia, porque han sido los pilares fundamentales en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por permitirme lograr lo que hasta ahora he conseguido, a través de mis esfuerzos y apoyo de mis padres. Agradezco a mis padres de igual forma por su apoyo incondicional.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Johnny Gabriel Castillo Miques* doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink that reads "Johnny Castillo".

Johnny Gabriel
Castillo Miques

EVALUADORES

.....
Jorge Abad Morán, Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La empresa de balanceado de alimentos se desarrolla en la industria agropecuaria formando parte de una corporación a nivel nacional, cuenta con alrededor de 193 puntos de ventas y agencias en Ecuador. Es considerada entre las 500 mejores empresas y los productos que ofrecen son destinados a sectores acuícola y agrícola. Con el objetivo de satisfacer de mejor forma a los clientes, la empresa lleva inventario de materia prima, entre ellos los “aditivos”, para poder desarrollar sus actividades productivas, en los últimos meses se ha evidenciado diferencias de inventario en los sistemas manejados por la empresa y del mismo modo sus costos asociados con un promedio de \$4403 mensuales; por lo que se establece como objetivo del proyecto disminuir dicho valor en un 59,6% del valor.

Para el desarrollo del proyecto se implementó la metodología de manufactura esbelta “DMAIC” y sus herramientas más eficaces como lo son: casa de la calidad, voz del cliente, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, matriz causa-efecto, cuadro de verificación de causas y otros asociados a la metodología. Estas permitieron la recolección y análisis de datos para llegar a la causa raíz del problema.

Como resultados se obtuvo, una reducción del 45% aplicando el método complementario de medición de stock en tolvas para los aditivos, también una reducción del 67% al estandarizar el etiquetado y la ubicación de los sacos de aditivos, por último, se tuvo una mejora por la no inhalación del aditivo “liptocitro”, el cual afecta a los pulmones de las personas en un 47%.

Palabras clave: Inventario, aditivos, diferencia de inventario, manufactura esbelta.

ABSTRACT

The feed balancing company operates in the agricultural industry as part of a nationwide corporation, with approximately 193 sales points and agencies in Ecuador. It is also considered among the 500 best companies and the products they offer are intended for the aquaculture and agricultural sectors. In order to better satisfy its customers, the company has an inventory of raw materials, including "additives", to be able to develop its productive activities. In recent months, inventory differences have become evident in the systems managed by the company and, likewise, its associated costs have averaged \$4403 per month; therefore, the objective of the project is to reduce this value by 59.6% of the value.

For the development of the project, the lean manufacturing methodology "DMAIC" and its most effective tools were implemented, such as: quality house, voice of the customer, brainstorming, Ishikawa diagram, cause-effect matrix, cause verification table and others associated to the methodology. These allowed the collection and analysis of data to get to the root cause of the problem.

As a result, a 45% reduction was obtained by applying the complementary method of measuring stock in hoppers for additives, as well as a 67% reduction by standardizing the labeling and location of the bags of additives, and finally, there was an improvement by not inhaling the additive "liptocitro", which affects people's lungs by 47%.

Keywords: *Inventory, additives, inventory difference, lean manufacturing.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
CAPÍTULO 1	1
1 Introducción	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos de diseño	3
1.4 Alcance	4
1.5 Cronograma de actividades	4
1.6 Equipo de proyecto	5
1.7 Marco teórico	5
CAPÍTULO 2.....	8
2 Metodología	8
2.1 Definición	8
2.1.1 Voz del cliente	8
2.1.2 Árbol de la calidad (CTQ)	9
2.1.3 Planteamiento del problema	10
2.1.4 Restricciones.....	10

2.1.5	Pilares de la sostenibilidad	11
2.2	Medición.....	11
2.2.1	Estratificación del problema	11
2.2.2	Problema enfocado.....	14
2.2.3	Plan de recolección de datos	15
2.2.4	Confiabilidad de los datos	18
2.2.5	Estabilidad del proceso – Situación actual	28
2.3	Análisis de causas.....	30
2.3.1	Identificación de las causas	30
2.3.2	Causas potenciales	33
2.3.3	Ponderación de causas	36
2.3.4	Plan de verificación de causas.....	38
2.3.5	Análisis “5 ¿Por qué?”	55
2.4	Mejora	56
2.4.1	Propuesta de soluciones.....	57
2.4.2	Evaluación de soluciones	57
2.4.3	Estimación de costos de las soluciones.....	59
2.4.4	Plan de implementación.....	59
2.4.5	Implementación de soluciones.....	60
2.5	Control	64
CAPÍTULO 3		66
3	Resultados y análisis.....	66
3.1	Estandarización de las etiquetas y ubicación de los sacos.....	66
3.2	Seccionamiento de área acordes a las divisiones y establecer bases de 5s ..	68
3.3	Método complementario de medición de inventario en tolvas.....	74
3.4	Resultados de pilares de sostenibilidad.....	78
3.4.1	Pilar Social.....	78
3.4.2	Pilar económico	79
3.4.3	Pilar ambiental	80
CAPÍTULO 4		81

4	Conclusiones y recomendaciones	81
4.1	Conclusiones	81
4.2	Recomendaciones	81

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DMAIC	Metodología de mejora continua, Lean Six Sigma

SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramo
Ton	Toneladas
USD	Moneda de dólar

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Costo de diferencia de inventario (agosto - abril) [Fuente: Elaboración propia]	2
Figura 1.2 Costo de diferencia de inventario (agosto - abril) modificado [Fuente: Elaboración propia]	3
Figura 1.3 Plan de trabajo por etapas [Fuente: Elaboración propia]	5
Figura 2.1 Herramienta Voz del cliente [Fuente: Elaboración propia]	8
Figura 2.2 Árbol de la calidad [Fuente: Elaboración propia]	9
Figura 2.3 Herramienta 3W+2H - definición del problema [Fuente: Elaboración propia]	10
Figura 2.4 Diagrama de Pareto de aditivos [Fuente: Elaboración propia]	12
Figura 2.5 Diagrama de Pareto en divisiones [Fuente: Elaboración propia]	13
Figura 2.6 Validación de cantidad de aditivos en SAP - Data de Excel [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	19
Figura 2.7 Validación de cantidad de aditivos en SAP - Data SAP [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	20
Figura 2.8 Validación de cantidad de aditivos en físico [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	21
Figura 2.9 Validación de costo unitario por aditivo [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	22
Figura 2.10 Validación de división de aditivos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	22
Figura 2.11 Validación de peso de saco de aditivos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	23
Figura 2.12 Datos de peso de saco de aditivos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	23
Figura 2.13 Datos de peso de saco de aditivos [Fuente: Elaboración propia]	24
Figura 2.14 Datos de peso en SAP [Fuente: Elaboración propia]	25
Figura 2.15 Prueba Mann-Whitney para validación de peso de saco de aditivos [Fuente: Elaboración propia]	26
Figura 2.16 Validación de registro de Kardex [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	27
Figura 2.17 Reporte personal y reporte de auxiliar de producción [Fuente: Empresa de	

balanceado de alimentos]	27
Figura 2.18 Reporte de contenido en tolvas en Excel [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	28
Figura 2.19 Carta de control I-MR / Situación actual [Fuente: Elaboración propia]	28
Figura 2.20 Prueba de normalidad de datos de costo por diferencia de inventario [Fuente: Elaboración propia]	29
Figura 2.21 Capacidad del proceso - Situación actual [Fuente: Elaboración propia]	30
Figura 2.22 Equipo clave en lluvia de idea [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	31
Figura 2.23 Diagrama de Ishikawa [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos y elaboración propia]	33
Figura 2.24 Diagrama de Pareto - Causas [Fuente: Elaboración propia]	35
Figura 2.25 Matriz Impacto - control [Fuente: Elaboración propia]	37
Figura 2.26 Reporte para sacos "No identificados" [Fuente: Elaboración propia]	40
Figura 2.27 Diagrama de caja de Costo de sacos no identificados por producción [Fuente: Elaboración propia]	41
Figura 2.28 Evidencia de información en reportes de asistentes [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	42
Figura 2.29 Reporte para reporte de aditivos [Fuente: Elaboración propia]	42
Figura 2.30 Reporte para reporte de SAP [Fuente: Elaboración propia]	43
Figura 2.31 Prueba de Mann - Whitney para datos en SAP y Excel [Fuente: Elaboración propia]	44
Figura 2.32 Registros de tolvas de producción (marzo y abril) [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	45
Figura 2.33 Reporte para densidad Utilizada [Fuente: Elaboración propia]	46
Figura 2.34 Reporte para densidad real [Fuente: Elaboración propia]	46
Figura 2.35 Diagrama de caja: densidad real y densidad usada [Fuente: Elaboración propia]	47
Figura 2.36 Reporte para cantidad suministrada de aditivos [Fuente: Elaboración propia]	48
Figura 2.37 Reporte para cantidad dosificada de aditivos [Fuente: Elaboración propia]	49
Figura 2.38 Diagrama de caja (aditivos suministrados - aditivos dosificados) [Fuente: Elaboración propia]	50

Figura 2.39 Prueba de normalidad para datos Kardex operador 1 [Fuente: Elaboración propia].....	51
Figura 2.40 Prueba de normalidad para datos Kardex operador 2 [Fuente: Elaboración propia].....	51
Figura 2.41 Prueba de normalidad para datos Kardex operador 3 [Fuente: Elaboración propia].....	52
Figura 2.42 Diagrama de caja para kardex registrado [Fuente: Elaboración propia]	53
Figura 2.43 Prueba de normalidad de registro de inventario de aditivos [Fuente: Elaboración propia]	54
Figura 2.44 Prueba de normalidad de registro en Kardex [Fuente: Elaboración propia]	54
Figura 2.45 Matriz Impacto - Esfuerzo [Fuente: Elaboración propia].....	58
Figura 2.46 Estandarización de ubicación de etiquetas en sacos [Fuente: Elaboración propia].....	61
Figura 2.47 Ejemplo de estandarización de ubicación de etiquetas en sacos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	61
Figura 2.48 Seccionamiento de áreas [Fuente: Elaboración propia].....	62
Figura 2.49 Kardex - método de almacenamiento en tolvas [Fuente: Elaboración propia]	63
Figura 3.1 Proceso de etiquetado y ubicación de los sacos [Fuente: Elaboración propia]	66
Figura 3.2 Etiquetado de sacos "antes y después" [Fuente: Elaboración propia].....	67
Figura 3.3 Tarjeta roja [Fuente: Elaboración propia].....	70
Figura 3.4 Radar 5S [Fuente: Elaboración propia].....	73
Figura 3.5 Formato de registro en papel [Fuente: Elaboración propia]	75
Figura 3.6 Formato de registro en Excel [Fuente: Elaboración propia]	75
Figura 3.7 Ejemplo de registro en Excel [Fuente: Elaboración propia].....	76
Figura 3.8 Medición de inventario en tolvas "antes y después" [Fuente: Elaboración propia].....	76
Figura 3.9 Comparación pilar social "antes y después" [Fuente: Elaboración propia] ...	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Diagrama SIPOC de alcance de proyecto [Fuente: Elaboración propia]	4
Tabla 2.1 Indicadores de los pilares de la sostenibilidad [Fuente: Elaboración propia].	11
Tabla 2.2 Listado de aditivos que representan altos costos por diferencia de inventario [Fuente: Elaboración propia]	13
Tabla 2.3 Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia]	17
Tabla 2.4 Causas del problema - lluvia de ideas [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	32
Tabla 2.5 Matriz Causa-Efecto [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos y elaboración propia]	34
Tabla 2.6 Listado de causas en matriz causa-efecto [Fuente: Elaboración propia].....	35
Tabla 2.7 Listado de causas prioritarias según matriz impacto - control [Fuente: Elaboración propia].....	37
Tabla 2.8 Plan de verificación de causas [Fuente: Elaboración Propia].....	39
Tabla 2.9 Análisis de los cinco porqués [Fuente: Elaboración propia]	56
Tabla 2.10 Valoración Impacto - Esfuerzo [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	57
Tabla 2.11 Valoración final Impacto - Esfuerzo [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]	58
Tabla 2.12 Soluciones finales [Fuente: Elaboración propia]	59
Tabla 2.13 Costos estimados de las soluciones escogidas [Fuente: Elaboración propia]	59
Tabla 2.14 Plan de implementación de soluciones [Fuente: Elaboración propia]	60
Tabla 2.15 Plan de control [Fuente: Elaboración propia]	65
Tabla 3.1 Tabla comparativa [Fuente: Elaboración propia].....	68
Tabla 3.2 Requerimiento de materiales - Seccionamiento de áreas [Fuente: Elaboración propia]	69
Tabla 3.3 Lista de innecesarios [Fuente: Elaboración propia].....	70
Tabla 3.4 Formato de auditoria "5S" [Fuente: Elaboración propia]	71
Tabla 3.5 JBS - Hoja de detalle de trabajo [Fuente: Elaboración propia]	74
Tabla 3.6 Plan de control "5S" [Fuente: Elaboración propia]	74
Tabla 3.7 Costos de inventario en tolvas "antes" [Fuente: Elaboración propia]	77

Tabla 3.8 Costos de inventario en tolvas "después" [Fuente: Elaboración propia].....	77
Tabla 3.9 Calificación pilar social "antes" [Fuente: Elaboración propia]	78
Tabla 3.10 Calificación pilar social "después" [Fuente: Elaboración propia]	78
Tabla 3.11 Costos por diferencia de inventario - pilar económico [Fuente: Elaboración propia].....	79
Tabla 3.12 Crecimiento de Liptocitro - pilar ambiental [Fuente: Elaboración propia]	80

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolla en una empresa que opera en la industria agropecuaria a nivel nacional y forma parte de una gran corporación. La empresa se ubica entre las mejores 500 empresas y cuenta con 1350 colaboradores para el desarrollo de sus actividades, logrando beneficiar a 14000 agricultores. Así también, cuenta con 193 puntos de ventas y agencias a nivel país.

Los productos que ofertan son alimentos balanceados para pollo, cerdo, ganado, camarón, tilapia y mascotas; es decir, comprende sus líneas de productos para los sectores acuícola y agrícola. Por otro lado, las actividades que comprende esta compañía son producir, comercializar y distribuir sus productos terminados a los clientes finales, siendo estos alrededor de 500 clientes directos.

1.1 Descripción del problema

La empresa maneja el sistema SAP para llevar control de inventario de materia prima y la liberación de esta, considerando que existe un cambio en las cantidades que se utilizan para la producción, también se maneja un sistema de control físico de inventario por medio de Kardex realizado por el personal auxiliar de producción al final de cada turno y registrados en una base de datos en Excel.

Actualmente, la empresa registra altos costos debido a las diferencias entre inventario en sistema e inventario físico de aditivos utilizados en la producción de balaceado. El proceso de registro de inventario comienza con el requerimiento de aditivos, se verifica en el sistema SAP la disponibilidad y se procede a liberar el producto de acuerdo con las cantidades requeridas; al final de cada turno se registra de forma manual en el Kardex lo que se mantiene en producción. Sin embargo, cuando se

realiza el cuadro de inventario al final de cada turno se evidencia diferencias entre los sistemas de control.

1.2 Justificación del problema

Los costos por diferencias de inventario se pueden observar en la figura 1.1 en los meses de agosto de 2020 hasta abril 2021, mostrando un promedio de \$6488.

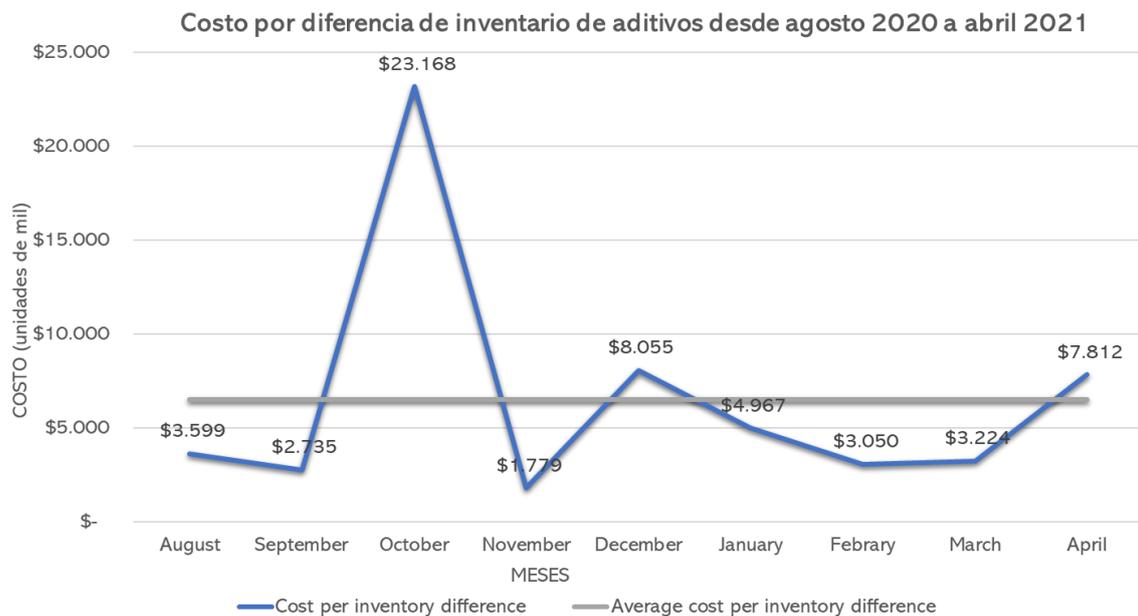


Figura 1.1 Costo de diferencia de inventario (agosto - abril) [Fuente: Elaboración propia]

En la figura 1.1 se puede evidenciar un dato aberrante que logra subir el promedio, el costo del mes de octubre de 2020 con un valor de \$23168 es considerado muy alto en comparación a los valores de los otros meses, a este dato se le puede eliminar debido a que tiene una causa asignable. Por este motivo, se grafica nuevamente los datos y se obtiene la siguiente gráfica en la figura 1.2, lo que genera un nuevo promedio.

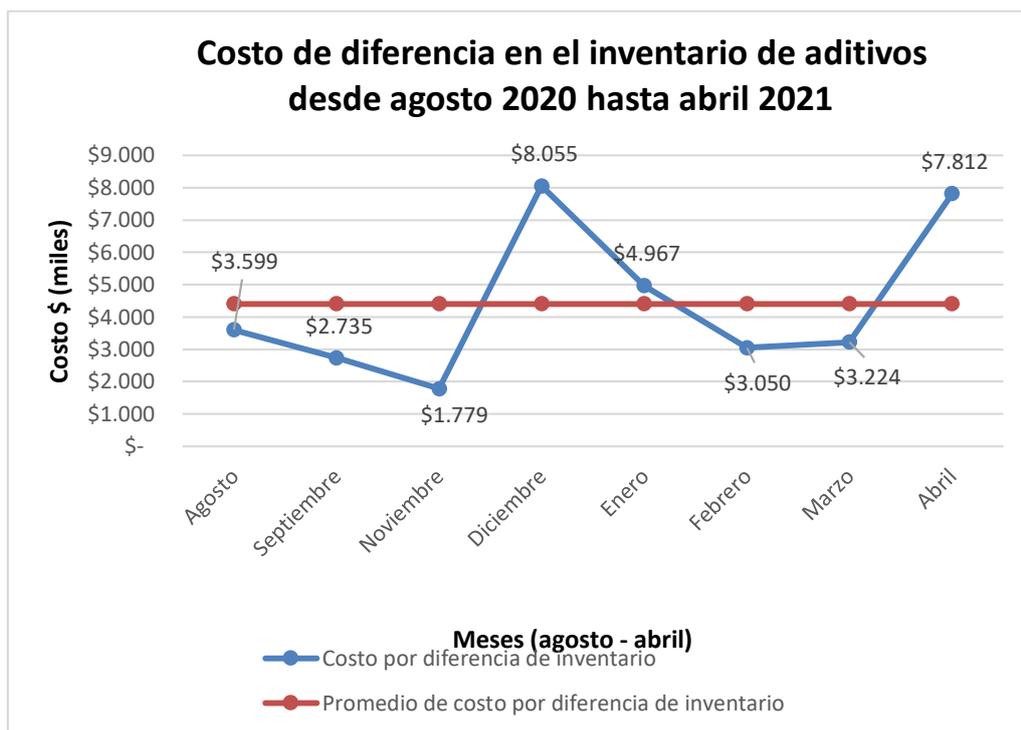


Figura 1.2 Costo de diferencia de inventario (agosto - abril) modificado [Fuente: Elaboración propia]

En la gráfica mostrada se puede observar que el promedio efectivamente se redujo a \$4403 mensuales. Así también, se identifica el dato más bajo en el mes de noviembre con un valor en costo de \$1779, obteniendo un gap de 2624 o 59,6% del promedio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir el costo por diferencia entre inventario en sistema e inventario físico de aditivos en un 59,6%, de 4403 \$/mes a 1799 \$/mes, en el área de producción mediante la aplicación de la metodología DMAIC con el fin de mejorar la rentabilidad en inventarios de aditivos a la compañía.

1.3.2 Objetivos de diseño

1. Reducir la cantidad de desperdicio de aditivos
2. Mejorar la disposición y el orden de la zona de preparación del núcleo
3. Verificar el uso eficiente del ERP en las áreas involucradas

1.4 Alcance

El alcance del presente proyecto es en el área de preparación de núcleos, abastecimiento de tolvas y líneas de producción donde se utilizan dichos núcleos. En el siguiente diagrama de SIPOC, la tabla 1.1, se puede evidenciar de forma esclarecedora la dimensión del proyecto.

Tabla 1.1 Diagrama SIPOC de alcance de proyecto [Fuente: Elaboración propia]

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Ciente
Nutricionista	Productos para fabricar	Preparar fórmulas y reemplazos emergentes	Listado de fórmulas	Planificador de producción
Planificador de producción	Listado de fórmulas	Planificar producción	Plan de producción	Asistente de producción
Asistente de producción	Plan de producción	Solicitar Materia prima / Generar órdenes de producción	Ordenes de producción	Bodega
Montacarguista	Ordenes de producción	Despachar materia prima	Materia prima despachada (aditivos)	Dosificador (aditivos)
Dosificador (aditivos)	Materia prima despachada (aditivos)	Dosificar productos (Preparación de núcleos)	Núcleos elaborados	Líneas de producción
Abastecedor de tolvas	Núcleos elaborados/ Materia prima (aditivos)	Abastecer tolvas	Productos semielaborados	Líneas de producción

Los procesos que se encuentran sombreados con color rojo son los procesos en que se enfoca este proyecto.

1.5 Cronograma de actividades

Las actividades que van a ser desempeñadas durante el desarrollo de este proyecto se detallan en el siguiente cronograma de actividades, estableciendo de esta forma una correcta gestión para cada una de las etapas que serán ejecutadas en el proyecto. En la figura 1.3 se evidencia el detalle.

PLAN DE TRABAJO



Figura 1.3 Plan de trabajo por etapas [Fuente: Elaboración propia]

1.6 Equipo de proyecto

El equipo está conformado por miembros de la empresa y comunidad politécnica:

- ✓ Johnny Castillo, líder de proyecto
- ✓ Jefe de producción
- ✓ Asistente de producción
- ✓ Asesor de proyecto
- ✓ Auxiliares de producción

1.7 Marco teórico

En esta sección se definen términos que serán utilizados en el desarrollo del proyecto, para mejor entendimiento de este.

Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es una técnica de Six sigma utilizada para estudiar y analizar la reducción de defectos en la producción. Consta de 5 etapas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. En definir se encuentra el alcance del proyecto y con el uso de Pareto se logra enfocar el problema, en la segunda etapa se identifica y prioriza las causas, en análisis se encuentra la causa raíz del problema y sus posibles acciones, en la etapa de mejora se diseña el plan de mejora y las acciones a tomar en cuenta; en la última etapa “control” se estandariza las mejoras de los procesos que fueron involucrados en el proyecto. (Kaoudom, Tritippayanipa , & Ninlawan , 2019)

Voz del cliente

Se utiliza para encontrar y describir las necesidades del cliente en relación con los servicios y/o productos para la compañía. Usualmente se realiza encuestas, entrevistas y/o foros grupales para recolectar la información de las expectativas y necesidades del cliente. (Grotz, 2018)

CTQ

Sus siglas se encuentran en inglés, dando como traducción “Árbol de la calidad”, es una herramienta de Six Sigma usada para identificar las necesidades del cliente y transformar dicha información en requerimientos medibles. (Sandrine, A Critical to Quality (CTQ) Tree Helps Businesses Define and Meet Customer Needs, 2020)

SIPOC

Es un diagrama que se implementa en procesos de manufactura, se realiza primero el diagrama de flujo de forma detallado. Se muestra el proceso de interés y el alcance del este. Este diagrama muestra los proveedores, entradas, procesos de transformación, salidas y clientes. (Sandrine, 2020)

Inventario

Es el activo corriente de una empresa, se considera también como una capacidad almacenada para la materia prima, consumibles y producto terminado; de esta forma, ayuda a la compañía a no perder clientes en caso de faltantes y a no detener la producción. (Chapman, 2016)

Kardex

Es un registro con datos de las existencias de inventario en una empresa, para el llenado de información se debe considerar varios criterios, como los sistemas de almacenamiento, la cantidad, el valor, precio unitario, valor de medida y otros pertinentes. (Vázquez, 2015)

Diferencia de inventario

La diferencia surge al realizar la comparación entre el inventario teórico o del sistema, lo que sugiere la contabilidad, versus el inventario físico o real, lo que realmente hay; dando la opción de diferencia igual a "0" como una diferencia positiva, transformándose como pérdidas para la compañía. (García, 2018)

Costo de diferencia de inventario

El costo asociado a la diferencia que se presente al comparar el inventario del sistema con el inventario real o físico en el almacén. (García, 2018)

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolla con la metodología DMAIC, la misma que forma parte del diseño six sigma y manufactura esbelta. Se compone de 5 etapas que representan sus siglas en inglés, definición, medición, análisis, mejora y control; estas serán desarrolladas a lo largo del proyecto.

2.1 Definición

2.1.1 Voz del cliente

La herramienta Voz del cliente (VOC) permite recolectar información clave para identificar cuáles son las necesidades que surgen de acuerdo con el problema presente y con estas aludir a posibles soluciones. Las entrevistas fueron realizadas al equipo del proyecto presentado anteriormente, tres operadores o auxiliares de producción, asistente de producción y jefe del área.

Operadores de producción	Asistente de producción	Jefe de producción
<ul style="list-style-type: none">✓ Al recibir los sacos o materia prima de aditivos, un porcentaje de ellos suelen venir rotos.✓ Inexperiencia de los asistentes de producción al liquidar materia prima para fabricar los productos.✓ Los operadores suelen confundirse cuando dosifican los núcleos, debido al desorden y espacio reducido en el área que se encuentran.✓ Errores de tipeo por parte de ellos al llenar los Kardex, suelen confundirse.✓ Los asistentes de producción piden más de lo requerido para producir.✓ Aditivos permanecen varios días sin ser usados.	<ul style="list-style-type: none">✓ Cierta registro de información por parte de los operadores, ellos no la consideran o se les olvida ir a recolectar.✓ Sobredosificación por parte del que prepara los núcleos.✓ Mala manipulación de aditivos por parte del montacarguista, no toma de manera correcta los pallets y va dañando sacos.✓ Hay desperdicio que no es identificado o reportado.✓ Kardex no son tan confiables por parte de los auxiliares de producción.✓ Operadores suelen olvidarse de llenar los reportes de inventario al final del turno.✓ La balanza tal vez no sea la adecuada.	<ul style="list-style-type: none">✓ La balanza no es chequeada con frecuencia.✓ La cantidad de sacos rotos no son reportados.✓ Kardex no son tan confiables por parte de los auxiliares de producción.✓ Fatiga del operador✓ Operadores de dosificar núcleos olvidan encerrar la balanza al inicio de cada turno.✓ El área de producción no cuenta con suficiente espacio.

Figura 2.1 Herramienta Voz del cliente [Fuente: Elaboración propia]

Con la información recolectada y mostrada en la figura 2.1 se procede a segmentarla para extraer las necesidades reales del cliente y con ello establecer las especificaciones técnicas para que estas sean medidas.

2.1.2 Árbol de la calidad (CTQ)

La herramienta CTQ permite conocer la forma correcta de medir las necesidades expresadas por el cliente, lo que a su vez ayuda a identificar la variable crítica que será estudiada. En la figura 2.2 se muestra la herramienta con la información pertinente.



Figura 2.2 Árbol de la calidad [Fuente: Elaboración propia]

Como se puede observar en la figura 2.2 la variable de interés es el costo mensual de diferencia de inventario, será considerada como indicador para medir el nivel de cumplimiento de los objetivos planteados en el capítulo anterior.

$$Y = \sum_{i=1}^n [\text{Costo unitario del producto } i \times |\text{Inventario SAP} - \text{Inventario físico}|] \left(\frac{\$}{\text{mes}} \right)$$

$$Y = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$$

$$X_1 = \text{calibración de balanza}$$

$$X_2 = \text{sacos defectuosos}$$

$$X_3 = \text{Control en SAP y Kardex}$$

$$X_4 = \text{fatiga del operador}$$

$X_5 = \text{planificación}$

2.1.3 Planteamiento del problema

La primera etapa de la metodología DMAIC permite el uso de la herramienta 3W+2H para obtener una definición formal del problema presentado por la compañía, se puede evidenciar el desarrollo de la herramienta en la figura 2.3.

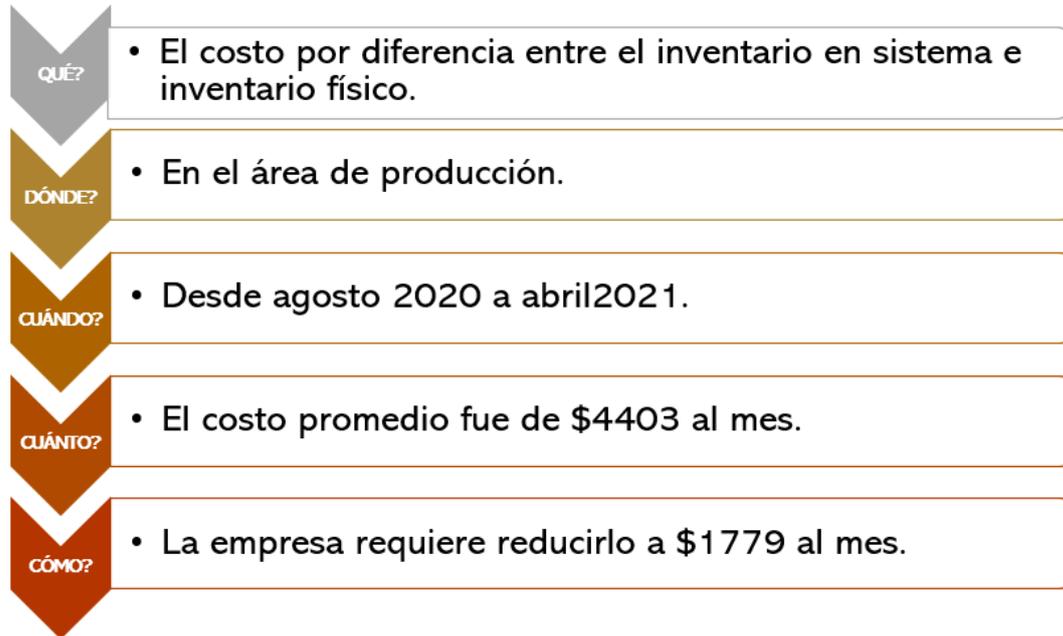


Figura 2.3 Herramienta 3W+2H - definición del problema [Fuente: Elaboración propia]

El problema se estableció de la siguiente forma:

“El costo de la diferencia entre el inventario en sistema y el inventario físico en el área de producción desde agosto de 2020 hasta abril de 2021 fue un promedio de 4403 \$/mes, sin embargo, la empresa ha tenido un mínimo de 1779 \$/mes; surgiendo así la necesidad de reducir el Gap obtenido en 59,6%”.

2.1.4 Restricciones

Las restricciones son limitantes del proyecto y se detallan a continuación:

- ✓ Resistencia del operador al cambio en la aplicación de las mejoras
- ✓ Las líneas de producción no pueden modificarse
- ✓ La capacidad de las zonas de almacenamiento
- ✓ El costo en el cambio del sistema ERP

2.1.5 Pilares de la sostenibilidad

Los pilares de la sostenibilidad son tres: económico, social y ambiental, se definen en este proyecto con los indicadores que se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Indicadores de los pilares de la sostenibilidad [Fuente: Elaboración propia]

Indicadores	Pilar de sostenibilidad	Justificación
Costos generados por la diferencia de inventario de los aditivos al mes	Económico	La reducción de costos por diferencia de inventario aumenta la rentabilidad de la compañía, generando ahorros.
Cantidad de operadores fatigados/ total de operadores	Social	Para mejorar la organización del entorno de trabajo
Cantidad de residuos generados por los residuos de aditivos al mes	Ambiental	Al disminuir los residuos se evita contaminar al medio ambiente, cumpliendo con los porcentajes requeridos de forma legal para la compañía.

2.2 Medición

En esta etapa se recolecta toda la información histórica de las variables que influyan con el indicador.

2.2.1 Estratificación del problema

Se realizó una clasificación y subclasificación del problema para aislar la causa. En esta sección se va a considerar los factores que tienen mayor influencia en el proceso.

2.2.1.1 Costo por diferencia de inventario de aditivos

Existen 89 aditivos en inventario y cada uno de ellos presenta diferencias y sus costos asociados, sin embargo, para efectos del estudio se deben considerar aquellos aditivos que sean más representativos en costo por diferencia de inventario. Por este motivo, se realiza un diagrama de Pareto, figura 2.4, de los costos por diferencia de inventario de cada aditivo, se identificó que 37 de ellos representan el 80% del total.

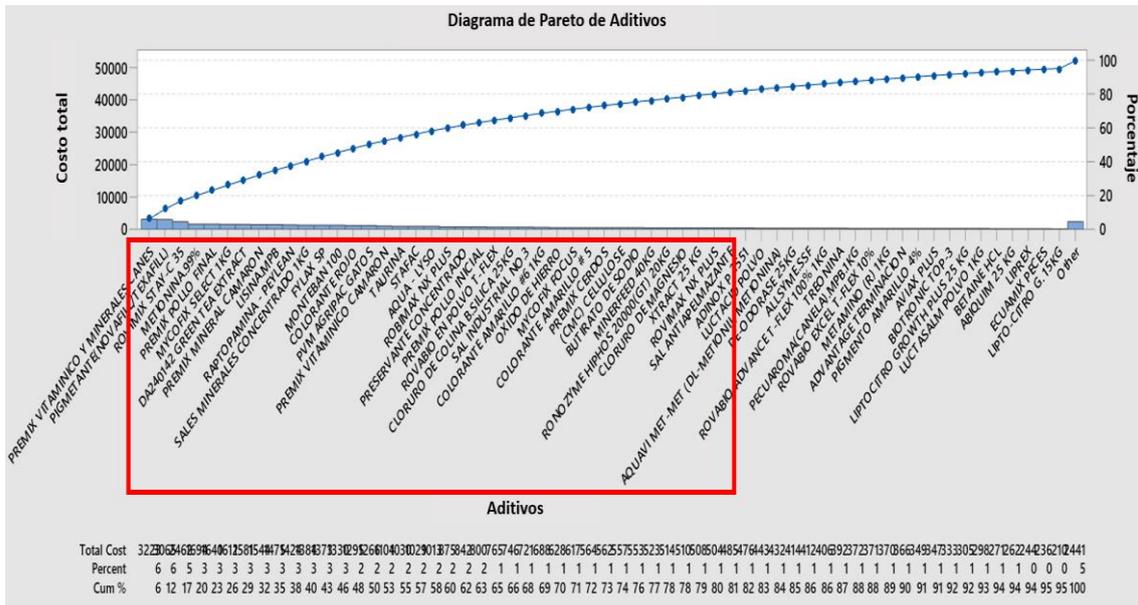


Figura 2.4 Diagrama de Pareto de aditivos [Fuente: Elaboración propia]

2.2.1.2 Costo por diferencia de inventario en divisiones

La empresa cuenta con tres divisiones de los aditivos, las cuales son: Salud animal (SA), Acuicultura (AC) y Consumo (CO). De la clasificación anterior de aditivos con altos costos por diferencia de inventario, se va a realizar una subclasificación respecto a las divisiones mencionadas para identificar cuál o cuáles de ellas representan el 80% de los costos.

En la figura 2.5 se muestra como resultado que el 80% lo representan las divisiones “Salud Animal (SA)” y “Acuicultura (AC)”, quienes encierran 27 aditivos, listados en la tabla 2.2.

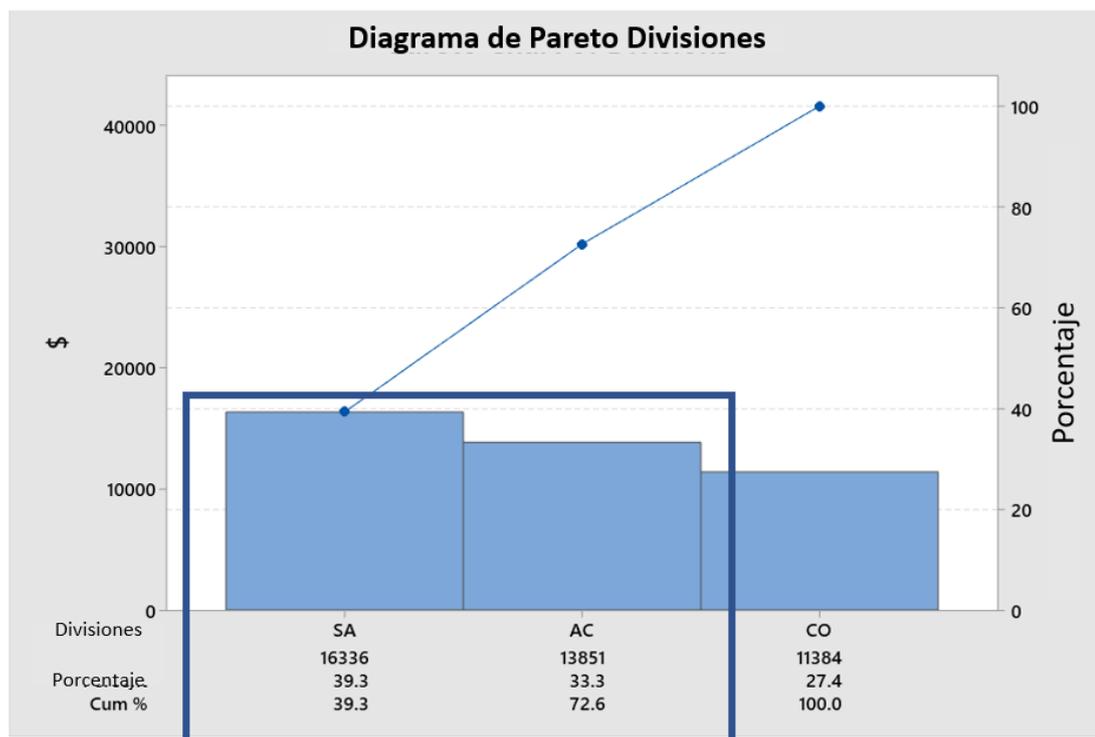


Figura 2.5 Diagrama de Pareto en divisiones [Fuente: Elaboración propia]

Tabla 2.2 Listado de aditivos que representan altos costos por diferencia de inventario

[Fuente: Elaboración propia]

ADITIVOS			
1	Aqua – lyso	15	Premix pollo final
2	Butirato de sodio	16	Premix pollo inicial
3	Cloruro de colina b. Silica 25kg	17	Preservante concentrado
4	Cloruro de magnesio	18	Raptopamina-peylean
5	Lisina.mpb	19	Robimax nx plus
6	Metionina.99%	20	Ronozyme hippos 20000 (gt) 20kg
7	Minerfeed 40kg	21	Rovabio en polvo t-flex
8	Monteban 100	22	Rovimix stay-c 35
9	Mycofix focus	23	Sal industrial no.3
10	Mycofix select 1kg	24	Sales minerales concentrado 1kg
11	Oxido de hierro	25	Stafac
12	Pigmetante (novafill/texafill)	26	Taurina
13	Premix cerdos	27	Xtract 25kg
14	Premix mineral camaron		

2.2.2 Problema enfocado

Se reestableció el problema planteado en la sección anterior, esta nueva definición del problema se debe a los hallazgos encontrados en la estratificación. Estableciendo el problema de la siguiente forma:

Y1: “El costo de la diferencia entre el inventario en sistema y el inventario físico en el área de producción de los aditivos en la división Salud Animal, desde agosto de 2020 hasta abril de 2021 fue un promedio de 886 dólares, la empresa ha tenido un valor mínimo de 513 dólares al mes”

Y2: “El costo de la diferencia entre el inventario en sistema y el inventario físico en el área de producción de los aditivos en la división Acuicultura, desde agosto de 2020 hasta abril de 2021 fue un promedio de 856 dólares, la empresa ha tenido un valor mínimo de 534 dólares al mes”

2.2.2.1 Objetivos

Y1: Reducir el costo por diferencia de inventario de aditivos de 886 dólares mensuales a 513 dólares mensuales para la división “Salud Animal”.

Y2: Reducir el costo por diferencia de inventario de aditivos de 856 dólares mensuales a 534 dólares mensuales para la división “Acuicultura”.

2.2.2.1 Diagrama del proceso enfocado

El diagrama muestra las funciones que se realizan para la entrada y salida actualizada de aditivos entre el sistema SAP y el área de producción. En la figura 2.6 se muestran tres áreas involucradas, área administrativa de producción, bodega y área operativa de producción; así también, se logra evidenciar actividades que no agregan valor al proceso, fábricas ocultas, cuellos de botella y otros factores que influyen en una deficiencia en el manejo de inventario. El diagrama del proceso se encuentra en Anexo A.

Actividades que no agregan valor (NAVN O NAV)

- ✓ El asistente de producción revisa los pedidos (Producción Adm.)
- ✓ Valida las existencias físicas con el Kardex (Producción Adm.)
- ✓ Revisa si hay exceso de aditivos en planta (Producción Adm.)
- ✓ Envía el pedido de producción (Producción Adm.)
- ✓ Imprime el pedido de material (Bodega)
- ✓ Valida el pedido de aditivos (Producción Op.)
- ✓ Almacena los sacos vacíos (Producción Op.)

Cuellos de botella

- Sacos incompletos
- Errores de dosificación

Fábricas ocultas

- Sacos de materia prima sin identificación
- Liquidaciones erróneas

2.2.3 Plan de recolección de datos

El plan de recolección de datos ayuda a identificar cuál es la información que se requiere para ser analizada, por ello en este plan se debe detallar las variables o factores influyentes, la unidad en que estas se miden, cuándo y cómo se va a recolectar la información, qué tipo de dato es y el porqué de su recolección. Se puede observar el plan en la tabla 2.3.

Descripción de variables

Cantidad de aditivos en SAP: Es el registro de la cantidad de aditivos en el sistema SAP, la cantidad teórica que debe existir en inventario.

Cantidad de aditivos en físico: Es el registro de la cantidad de aditivos en el almacén, se considera la cantidad real que existe en inventario.

Costo unitario de aditivos: Es el costo unitario de cada aditivo.

División de los aditivos: Es la clasificación dependiendo su destino, hay tres divisiones: “Salud Animal”, “Acuacultura” y “Consumo”.

Peso de saco de aditivos: Es el valor del peso que registra cada saco de aditivos.

Registro de Kardex: Son los registros en tarjetas sobre el inventario físico observado en las tolvas de producción por parte de los operarios de esta área.

Registro de preparación de núcleos: Cantidad de micro ingredientes mezclados en un saco.

Cantidad de sacos defectuosos: Es la cantidad de sacos rotos o con problemas en su estructura física que impide la entrega correcta de sacos.

Registro físico de aditivos en las tolvas: Es el registro de la cantidad real y tipo de aditivo que se quedó almacenado en las tolvas para el siguiente lote producción.

Registro de aditivos en el sistema de tolvas: Es la cantidad y tipo de aditivo que se registra en el sistema como resta de la cantidad pedida en la orden menos la cantidad usada en producción.

Tabla 2.3 Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia]

¿Qué?			¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Quién?
Variable	Unidad de medida	Tipo de Dato	¿Dónde se obtiene?	¿Cuándo se obtiene?	Método de recolección	¿Por qué recolectar?	Responsable
Cantidad de aditivos en SAP	kg	Cuantitativo - continuo	Base de datos SAP	Etapa de medición	Permiso de ingreso al sistema SAP de la empresa	Permitirá validar que la información de aditivos en SAP se encuentra actualizada	Johnny Castillo
Cantidad de aditivos en físico	kg	Cuantitativo - continuo	Área de preparación de núcleos	Etapa de medición	GEMBA - Registro manual	Permitirá validar la información de aditivos en físico	Johnny Castillo
Costo unitario de aditivos	\$	Cuantitativo - discreto	Base de datos SAP	Etapa de medición	Permiso de ingreso al sistema SAP de la empresa	Permitirá validar el costo generado por la diferencia de aditivos	Johnny Castillo
División de los aditivos	N/A	Cualitativo	Base de datos SAP	Etapa de medición	Permiso de ingreso al sistema SAP de la empresa	Permitirá validar que la información de aditivos en SAP se encuentra actualizada	Johnny Castillo
Peso de saco de aditivos	kg	Cuantitativo - continuo	Área de preparación de núcleos	Etapa de medición	Pesar sacos de aditivos en balanza	Permitirá validar el peso del saco de aditivo de la balanza con el sistema SAP	Johnny Castillo
Registro de kardex	N/A	Cualitativo	Base de datos Excel	Etapa de medición	Permiso de ingreso al sistema para verificar el ingreso de aditivos	Permitirá validar la información registrada por el operador del inventario de aditivos	Johnny Castillo
Registro de preparación de núcleos	kg	Cuantitativo - continuo	Área de preparación de núcleos	Etapa de medición	GEMBA, pesar un saco de preparación de núcleos y pesar en balanza	Permitirá validar el peso de los sacos vs la orden de producción	Johnny Castillo

Cantidad de sacos defectuosos	unidad	Cuantitativo - discreto	Área de preparación de núcleos	Etapa de medición	GEMBA - Registro manual	Permitirá validar el registro y contabilidad de los sacos defectuosos	Johnny Castillo
Registro físico de aditivos en las tolvas	kg	Cuantitativo - continuo	Área de abastecimiento de tolvas	Etapa de medición	GEMBA - Registro manual	Permitirá validar la forma de medir sobrante de aditivos dentro de la tolva	Johnny Castillo
Registro de aditivos en el sistema de tolvas	kg	Cuantitativo - continuo	Sistema de dosificación de tolvas	Etapa de medición	GEMBA - Registro manual	Permitirá validar el registro de diferencias en aditivos con la orden de producción	Johnny Castillo

2.2.4 Confiabilidad de los datos

La validación de la información recolectada se realiza mediante la obtención de la muestra estadística de cada variable, considerando los ítems de la segunda estratificación como población total.

2.2.4.1 Muestra representativa

Para efectos de estudio se va a considerar un nivel de significancia de 0,05, lo que indica un nivel de confianza del 95%. La ecuación de tamaño de muestra se indica a continuación.

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

n: tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza

p: probabilidad a favor

q: probabilidad en contra

e: error muestral

N: población

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 27}{(0,05)^2 * (27 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 25$$

Se debe recolectar una cantidad de 25 registros para cada variable.

2.2.4.2 Validación de cantidad de aditivos en SAP (kg)

Se tomaron datos durante la liberación de producto para consumo de la orden de producción, con ayuda de los asistentes de producción se procedió a validar la información. Por ejemplo, en el caso del aditivo AQUA-LISO, los registros en Excel muestran 796,80 kg (figura 2.6) y los registros en SAP muestran 796,80 kg (figura 2.7). Se procede a validar con cada uno de los aditivos.

Data Base Excel	
Texto breve de material	TOTAL SAP
AQUA - LYSO	796.80
BUTIRATO DE SODIO	1.49
LISINA.MPB	226.87
MYCOFIX SELECT 1KG	293.81
PREMIX MINERAL CAMARON	150.40
PREMIX POLLO FINAL	65.00
PRESERVANTE CONCENTRADO	193.58
RONOZYME HIPHOS 20000(GT) 20KG	16.89
ROVIMIX STAY-C 35	36.44
AQUA - LYSO	35.00
CLORURO DE COLINA B.SILICA 25KG	206.43
CLORURO DE MAGNESIO	175.00
LISINA.MPB	427.15
METIONINA.99%	257.16
PIGMENTANTE(NOVAFILL/TEXAFILL)	3.50
PREMIX CERDOS	20.06
PREMIX MINERAL CAMARON	253.50
PREMIX POLLO INICIAL	28.03
PRESERVANTE CONCENTRADO	133.64
ROVABIO EN POLVO T-FLEX	25.34
SAL INDUSTRIAL NO.3	445.87
TAURINA	71.69
CLORURO DE COLINA B.SILICA 25KG	444.25
MYCOFIX FOCUS	102.70
MYCOFIX SELECT 1KG	109.09
PREMIX CERDOS	51.60
PREMIX MINERAL CAMARON	450.56

Figura 2.6 Validación de cantidad de aditivos en SAP - Data de Excel [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

Sistema SAP

Visualizar stocks en almacén por material

Ce.	Gpo.artíc.	Alm.	Material	Lote	Texto breve de material	UMB	Libre utiliz.
0062	MP038	0010	2004049	0002293300	AQUA - LYSO	KG	276.800
0062	MP038	0010	2004049	0002293543	AQUA - LYSO	KG	230
0062	MP038	0010	2004049	0002294011	AQUA - LYSO	KG	290
0062	MP038	0010	2004049	0002294114	AQUA - LYSO	KG	0
*						KG	796.800

Figura 2.7 Validación de cantidad de aditivos en SAP - Data SAP [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

2.2.4.3 Validación de cantidad de aditivos en físico (kg)

La información fue obtenida en el instante que el asistente de producción libera el producto para consumo de la orden. Se revisó la información en la base de datos de Excel y se procedió a buscar el producto en bodega y pesarlo para validar la información. Por ejemplo: en la figura 2.8, el aditivo Premix cerdos consta con un valor de 30,18 kg en los registros de Excel, al buscar y pesar dicho aditivo en piso se registró 30,18kg, este conteo se realiza al final de cada turno para conocimiento de los asistentes de producción y liberaciones de próximas órdenes.



Figura 2.8 Validación de cantidad de aditivos en físico [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

2.2.4.4 Validación de costo unitario por aditivo (\$)

Se revisó los valores de costo unitario de producto en la base de datos de Excel y se procedió a validar con la base de datos del sistema SAP y el jefe de compras. Como ejemplo en la figura 2.9 tenemos los aditivos AQUA-LISO y Butirato de sodio, con costos unitarios de \$5,60 y \$5,49 respectivamente.

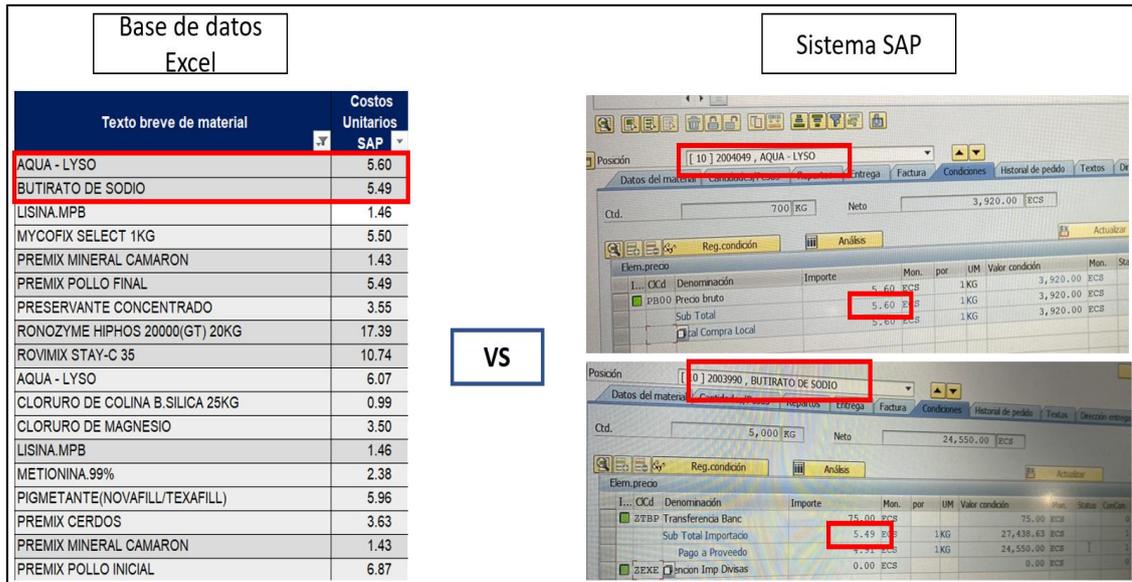


Figura 2.9 Validación de costo unitario por aditivo [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

2.2.4.5 Validación de división de aditivos

Se realiza una comparación entre los sistemas Excel y SAP para observar la clasificación de los aditivos en sus respectivas divisiones. En la figura 2.10 se observa el ejemplo del aditivo AQUA-LYSO, el cual pertenece a la división “Acuacultura (AC)” en la base de datos de Excel, se ingresó al sistema SAP junto al asistente de producción para revisar la división del ítem en cuestión, se encontró como resultado “AC”, es decir, que se procede a validar la información.

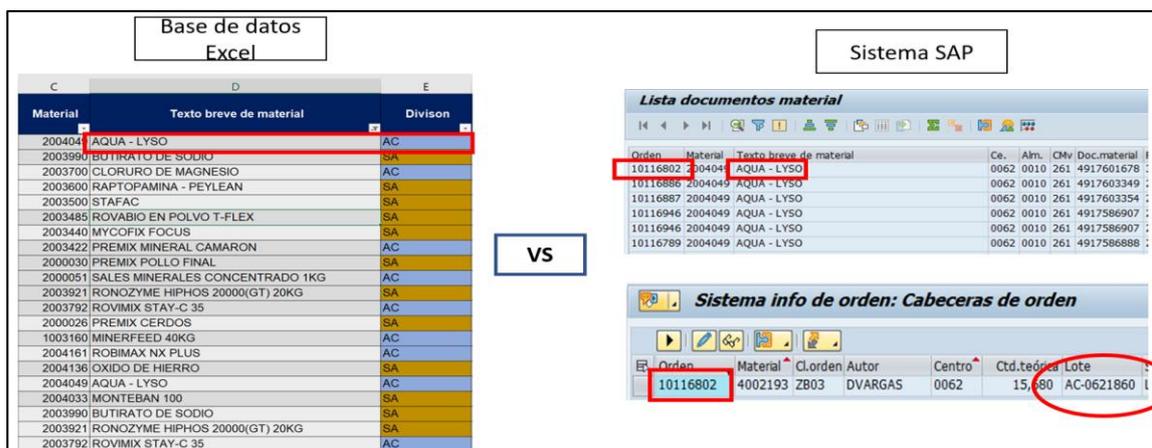


Figura 2.10 Validación de división de aditivos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

2.2.4.6 Validación de peso de saco de aditivos (kg)

Se procedió a pesar los sacos en la balanza y comparar con los datos del sistema como se puede observar en la figura 2.11. Sin embargo, los datos de peso obtenidos de la balanza son continuos y discretos como lo muestra la figura 2.12, debido a ello se realiza un análisis estadístico para una validación de datos ajustada.

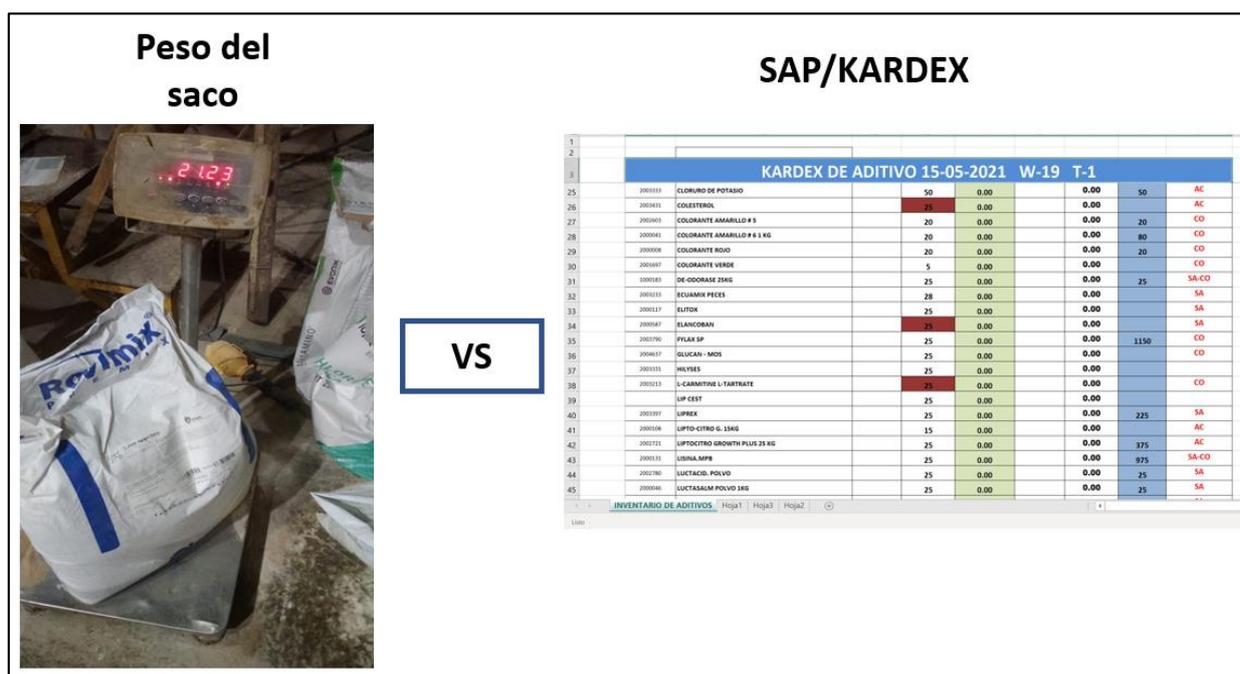


Figura 2.11 Validación de peso de saco de aditivos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

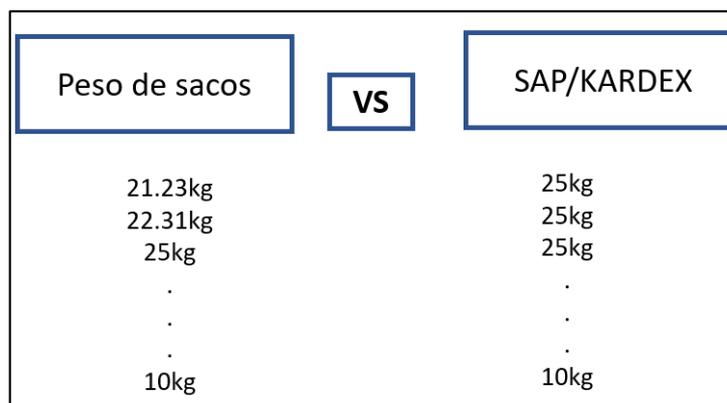


Figura 2.12 Datos de peso de saco de aditivos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

Se realizó una prueba de normalidad de los datos para la variable con ambas fuentes: SAP y peso real. Se establece las siguientes hipótesis para su respectivo análisis:

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

En las figuras 2.13 y 2.14 se muestra los datos de peso de saco de aditivos y en el sistema SAP con un valor P menor a 0,05, por lo que se procede a rechazar la hipótesis nula (Ho). Se concluye que las bases de datos no siguen una distribución normal.

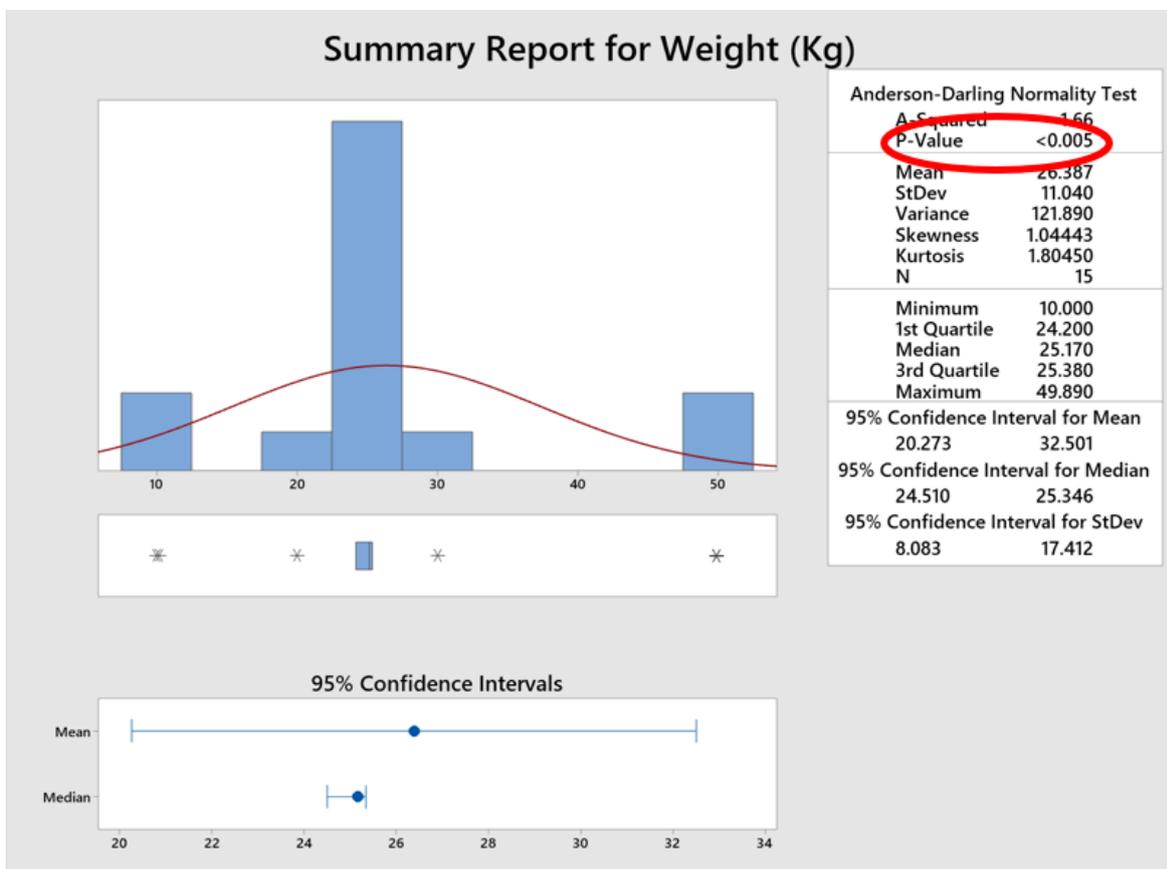


Figura 2.13 Datos de peso de saco de aditivos [Fuente: Elaboración propia]

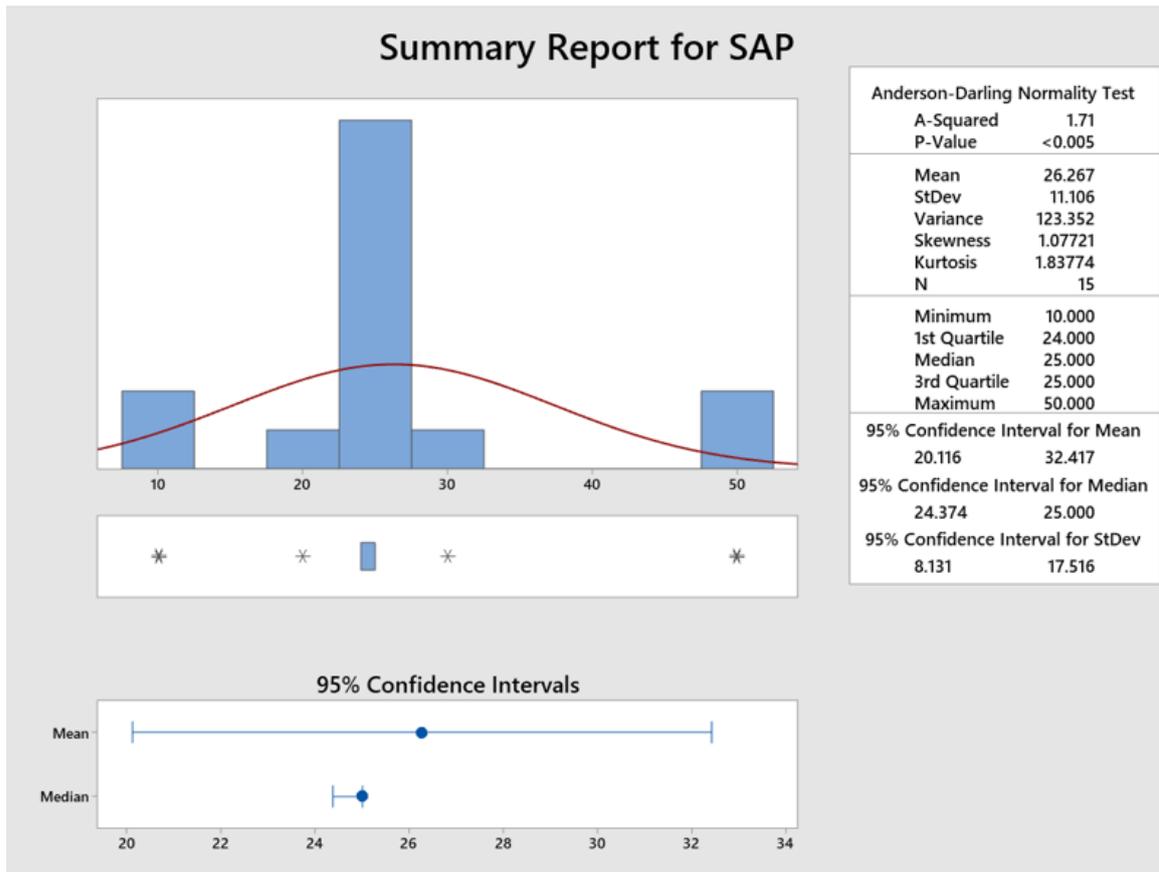


Figura 2.14 Datos de peso en SAP [Fuente: Elaboración propia]

Con los resultados de la prueba de normalidad no se puede validar la información, por ello se realiza una prueba de Mann-Whitney para datos no normales, se puede observar en la figura 2.15. La prueba permite identificar si las medias de ambas fuentes son iguales con un valor p mayor a 0,1999; concluyendo de esta forma, que existe suficiente evidencia estadística para validar que las medias son iguales.

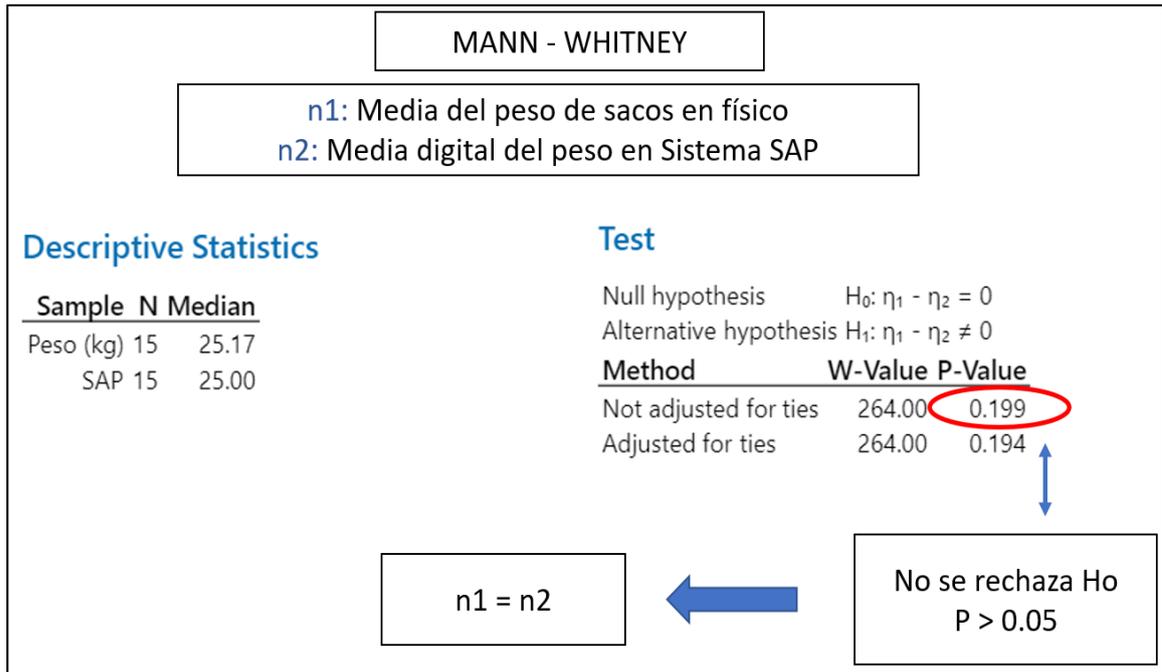


Figura 2.15 Prueba Mann-Whitney para validación de peso de saco de aditivos [Fuente: Elaboración propia]

2.2.4.7 Validación de registro de Kardex

Se realiza una comparación de datos entre los registros que tiene el auxiliar de producción en su base de Excel con los registros que tiene el vitaminero del área de preparación de núcleos en su control diario de aditivos. En la figura 2.16 se muestra como evidencia de comparación ambos registros.

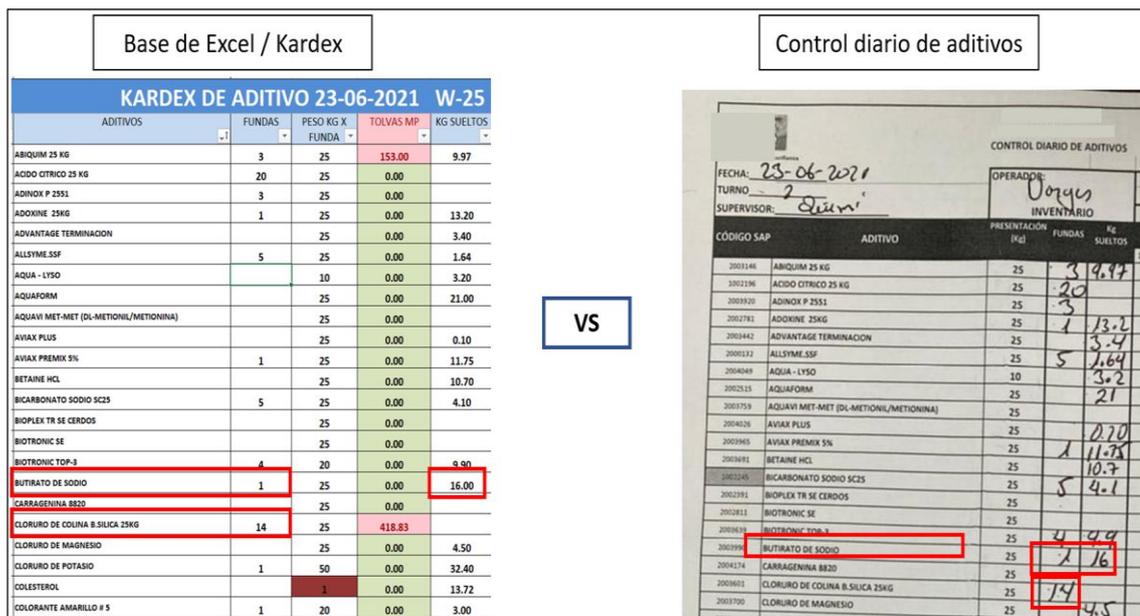


Figura 2.16 Validación de registro de Kardex [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

2.2.4.8 Validación de registro físico de aditivos en tolvas

Se validó el registro del sobrante de aditivos luego de la producción, quienes llevan el registro son los abastecedores de tolvas. Se revisó el método de forma personal vs el operador y a su vez también con el auxiliar de producción para el registro de la cantidad en kg en la base de Excel. En las siguientes figuras se evidencia la toma de registros.

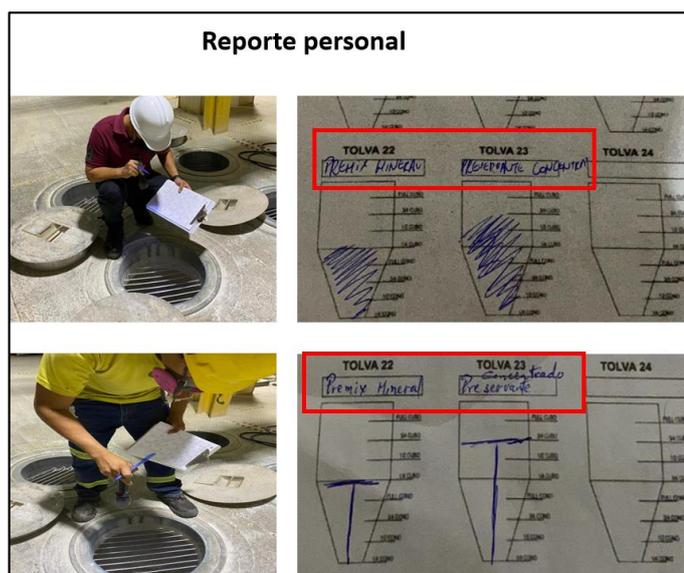


Figura 2.17 Reporte personal y reporte de auxiliar de producción [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

Registro de tolvas en Excel

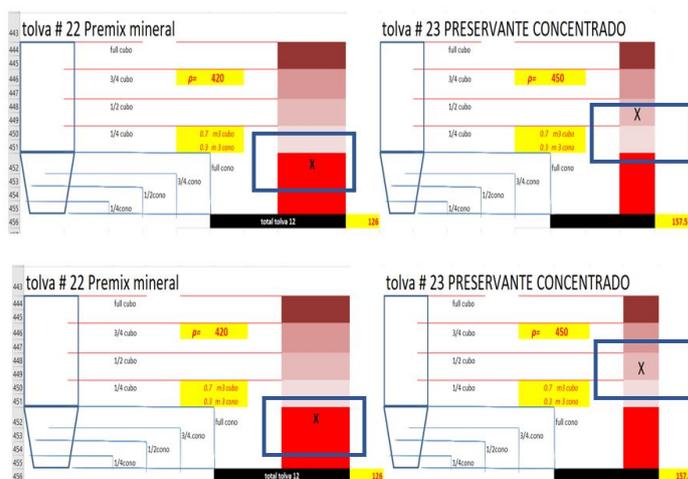


Figura 2.18 Reporte de contenido en tolvas en Excel [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

2.2.5 Estabilidad del proceso – Situación actual

Con la finalidad de verificar la situación actual, se realiza un análisis estadístico de estabilidad con cartas de control de rango móvil I-MR. La cual permite identificar que el proceso se encuentra dentro de los límites de control establecidos como se observa en la figura 2.19.

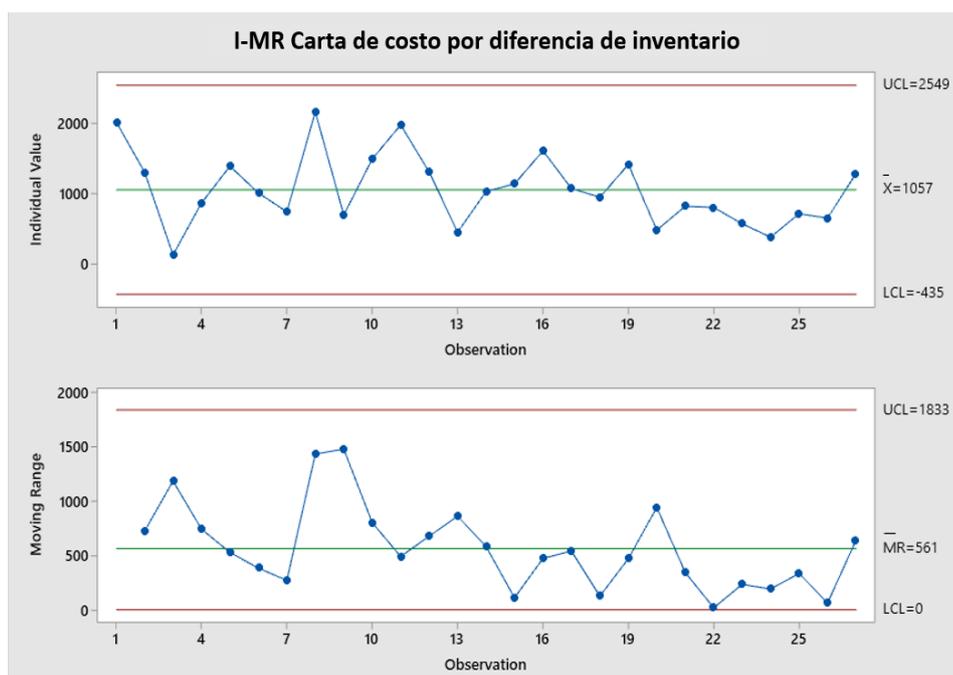


Figura 2.19 Carta de control I-MR / Situación actual [Fuente: Elaboración propia]

Se realiza una prueba de normalidad para evidenciar si los datos siguen una distribución normal. Las hipótesis son:

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

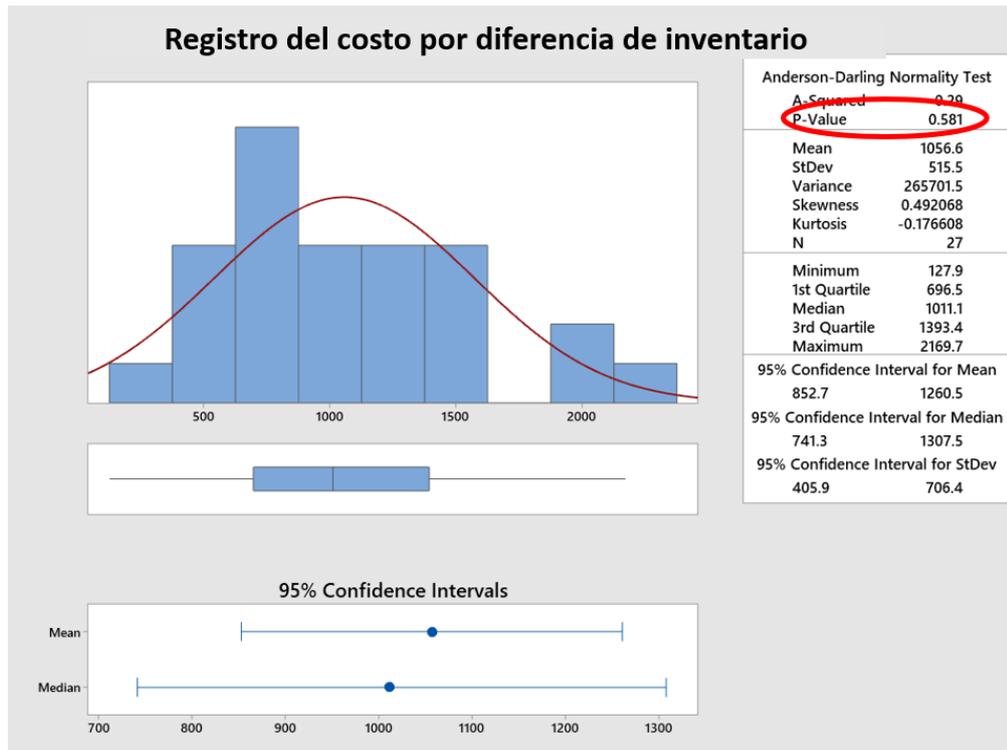


Figura 2.20 Prueba de normalidad de datos de costo por diferencia de inventario

[Fuente: Elaboración propia]

El valor P es mayor a 0,05, lo que indica que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, los datos siguen una distribución normal.

Como último punto de análisis de la situación actual se realiza un análisis de capacidad de los datos recolectados. Se muestra el gráfico estadístico en la figura 2.21. Se debe considerar los valores c_{pk} y c_p , siendo el c_{pk} menor a c_p y evidenciando de esta forma que los datos no se encuentran centrados. El valor de c_p es menor a 1,33, lo que indica que tiene problemas de variabilidad, es un proceso no capaz. Esto hace referencia a que los datos de costos se encuentran bien dispersos de los límites establecidos y esto eleva el promedio. Logrando

establecer que existe oportunidad de mejora para la localización y la dispersión de los costos.

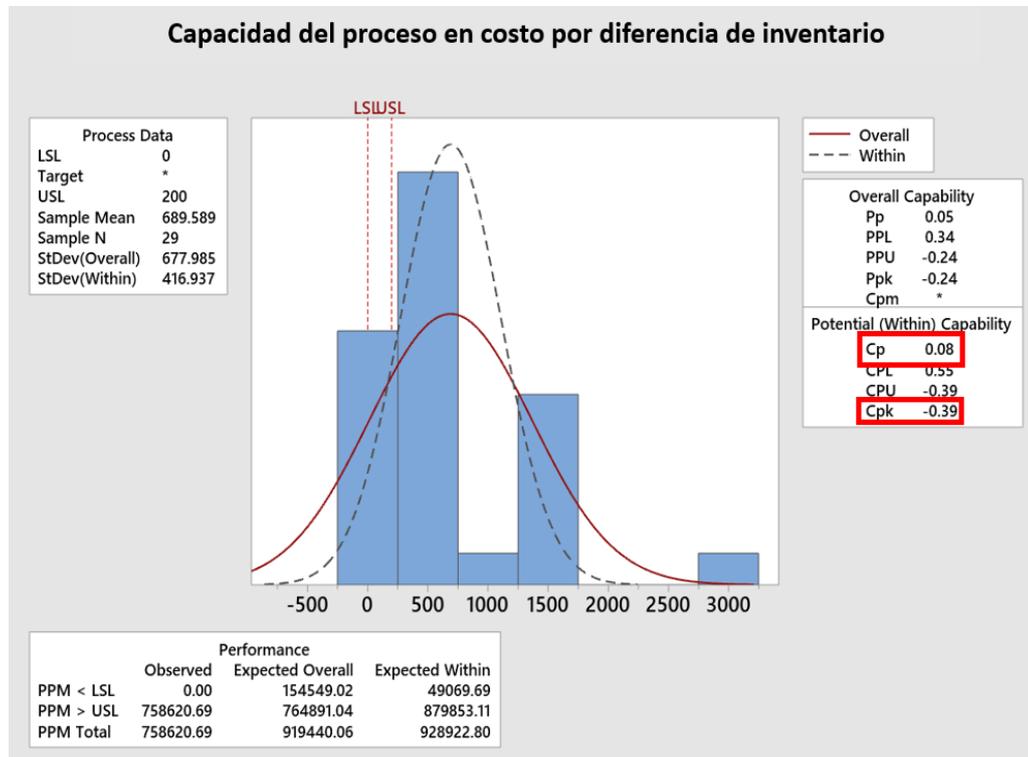


Figura 2.21 Capacidad del proceso - Situación actual [Fuente: Elaboración propia]

2.3 Análisis de causas

En esta etapa se considera las variables estudiadas en la sección anterior para determinar e identificar las causas del problema y de esta forma llegar a la fuente o raíz de este.

2.3.1 Identificación de las causas

El desarrollo de la identificación de las causas se llevó a cabo con el uso de dos herramientas clave de manufactura esbelta, las cuales son la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa o también conocido como “espina de pescado”.

2.3.1.1 Lluvia de ideas

Esta actividad se desarrolla con la participación de miembros claves en la empresa, el equipo está conformado por:

- ✓ Jefe de producción
- ✓ Asistentes de producción (2)
- ✓ Supervisores de producción (2)
- ✓ Operadores (2)
- ✓ Consultor externo - Johnny Castillo



Figura 2.22 Equipo clave en lluvia de idea [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

Se recolectó las causas mencionadas por los participantes, estableciendo el siguiente listado de causas posibles en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Causas del problema - lluvia de ideas [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

No	Causa	Participante
1	Sacos rotos o dañados	Jefe de producción
2	Errores en despacho, transferencia no válida	Jefe de producción
3	No hay control de inventario o procedimiento	Jefe de producción
8	Falta de control en la transferencia por parte de los aditivos SAP	Jefe de producción
9	Supuestos de suministros en tolvas	Jefe de producción
10	Falta de control de la recepción física de los aditivos	Jefe de producción
11	No se solicita lo que es necesario para pedir	Operadores de producción
14	Diferencias en la recepción de los aditivos	Operadores de producción
24	Diferencias que se arrastran a lo largo del mes y no se regularizan	Asistentes de producción
25	Error en el inventario manual reportado	Asistentes de producción
26	Mala dosificación de núcleos	Asistentes de producción
27	No hay un control de la dosificación en tolvas	Asistentes de producción
28	Falta de identificación para productos similares	Supervisores de producción
29	Desorden en la zona de aditivos	Supervisores de producción
33	No hay clasificación por división de aditivo	Supervisores de producción
34	Falta de identificación de aditivos	Supervisores de producción

Se recolectaron 34 causas entre los miembros del equipo, las cuales fueron revisadas y clasificadas según la fuente. La tabla que muestra las 34 causas completas recolectadas en esta actividad se encuentra en anexos, apéndice B.

2.3.1.2 Diagrama de Ishikawa

Se realizó un diagrama de Ishikawa con las ideas de la sección anterior, para el desarrollo de esta herramienta participaron el jefe de producción, los asistentes de producción y un supervisor. Obteniendo la siguiente clasificación mostrada en figura 2.23. El diagrama se encuentra también en anexos, apéndice C para mejor visualización.

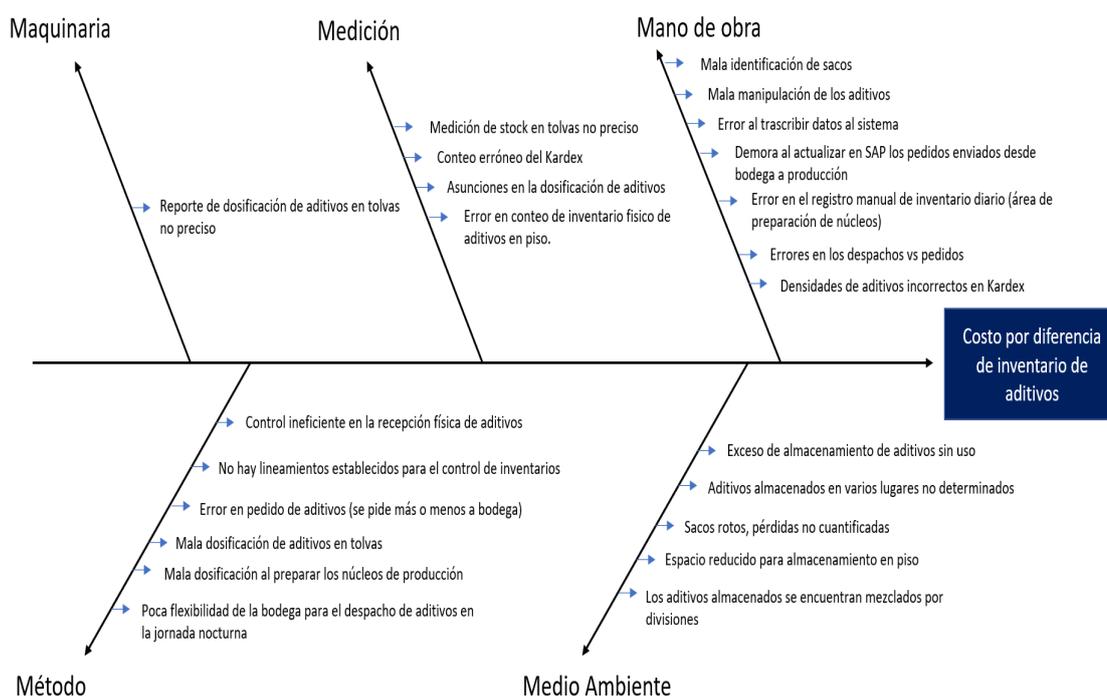


Figura 2.23 Diagrama de Ishikawa [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos y elaboración propia]

Se puede observar que hay mayor concentración de causas en “mano de obra” y “método”; sin embargo, se debe realizar una ponderación de las causas para evidenciar el impacto de estas sobre la variable crítica en estudio.

2.3.2 Causas potenciales

Con la finalidad de encontrar las causas que estén generando mayor impacto en la variable de interés, se realizó una matriz de causa efecto, consiste en dar una calificación a las causas presentes, dicha calificación se otorga por los miembros

de la empresa. Las causas pueden tener tres niveles de impacto: 9 “alto”, 3 “medio”, 1 “bajo”. En la tabla 2.5 se encuentran las causas y su respectivo valor final seleccionado por la moda. En la sección de anexos, en el apéndice D, se muestran las tablas de puntajes otorgados por cada miembro del equipo.

Tabla 2.5 Matriz Causa-Efecto [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos y elaboración propia]

Matriz Causa - Efecto	Total
Mano de obra	Impacto
Mala identificación aditivos, confusión en conteo.	9
Manipulación manual de los aditivos (área de preparación de núcleos)	3
Error en transcribir datos al sistema (Liquidación materiales, etc.)	9
Demora al actualizar en SAP los pedidos enviados de bodega a producción	9
Error en el registro manual de inventario diario (Área de preparación núcleos)	9
No se registra los sacos llevados a las líneas de abastecimiento (Tolvas)	3
Errores en los despachos vs pedidos	9
Densidades de aditivos incorrectos en Kardex	1
Método	Impacto
No hay lineamientos establecidos para el control de inventarios	9
Error en pedido de aditivos (se puede pedir más cantidad o menos)	9
Mala dosificación de micro ingredientes en las tolvas.	3
Mala dosificación al preparar los núcleos de producción	9
Poca flexibilidad de la bodega para el despacho de aditivos en la jornada nocturna	9
Máquina	Impacto
Error en la calibración de la balanza al preparar aditivos	3
Reporte de dosificación de aditivos en tolvas	9
Falta de mantenimiento de balanzas	3
Medio Ambiente	Impacto
Exceso de almacenamiento de aditivos sin uso	1
Aditivos almacenados en varios lugares no determinados	9
Sacos rotos, pérdidas no cuantificadas.	3
Espacio reducido para almacenamiento en piso.	9
Los aditivos almacenados se encuentran mezclados por divisiones	9
Medición	Impacto
Medición de inventario en tolvas no preciso.	9
Conteo errado del “KARDEX”	9
Asunciones en la dosificación de los aditivos	3
Error en traspaso de aditivos en piso al Kardex	9

Se realizó un diagrama de Pareto considerando la puntuación obtenida para cada una de las causas para determinar cuáles de ellas generan mayor impacto. Se obtuvo el siguiente diagrama como resultado, figura 2.24.

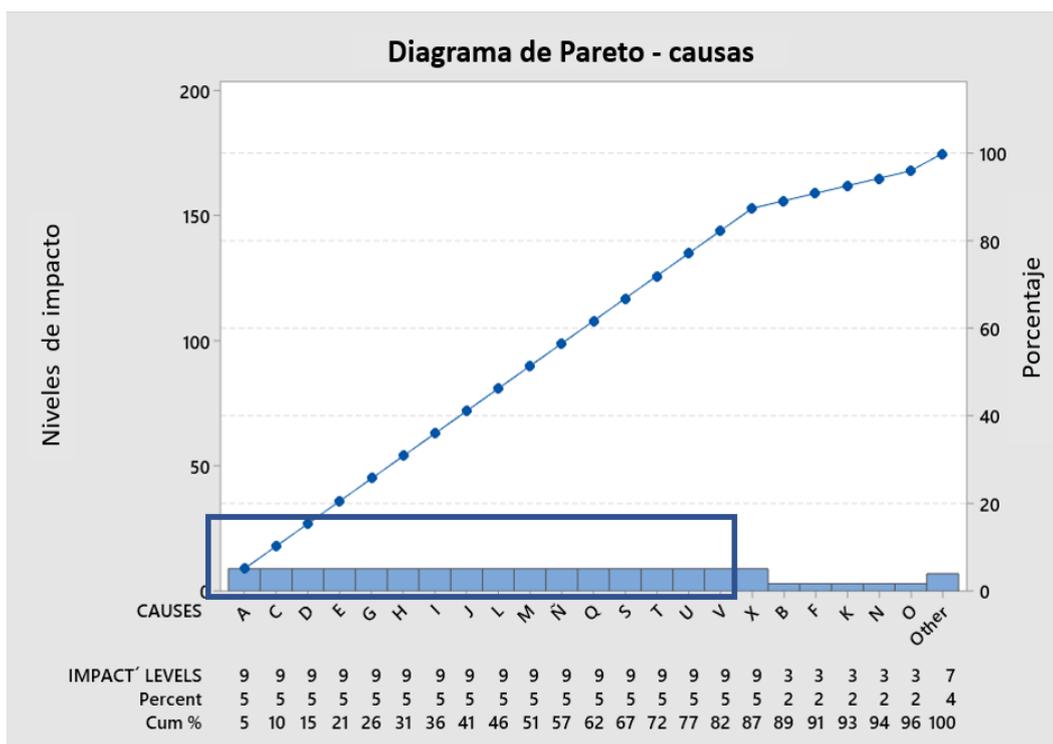


Figura 2.24 Diagrama de Pareto - Causas [Fuente: Elaboración propia]

Estableciendo el siguiente listado de la tabla 2.6 como causas considerables para estudio.

Tabla 2.6 Listado de causas en matriz causa-efecto [Fuente: Elaboración propia]

Causas	
A	Mala identificación aditivos
C	Error en transcribir datos al sistema (Liquidación de materiales)
D	Demora al actualizar en SAP los pedidos enviados de bodega a producción
E	Error en el registro manual de inventario diario (Área de vitaminas)
G	Errores en los despachos vs pedidos

H	Densidades de aditivos incorrectos en Kardex
I	No hay lineamientos establecidos para el control de inventarios
J	Error en pedido de aditivos (se pide más cantidad o menos)
L	Mala dosificación al preparar núcleos en producción
M	Poca flexibilidad de la bodega para el despacho de aditivos en la jornada nocturna
Ñ	Reporte de dosificación de aditivos en tolvas no preciso
Q	Aditivos almacenados en varios lugares no determinados
S	Espacio reducido para almacenamiento en piso
T	Aditivos almacenados se encuentran mezclados por divisiones
U	Medición de inventario en tolvas no preciso
V	Conteo errado del "Kardex"
X	Error en traspaso de registro aditivos al Kardex

2.3.3 Ponderación de causas

Las causas encontradas en la sección anterior son analizadas nuevamente bajo una matriz de impacto – control, esta vez para conocer cuál debe ser la priorización de acuerdo con el impacto que estas generen. En la figura 2.25 se observa en qué sección de la matriz se encuentra y por ende la prioridad que amerita. Se debe considerar los niveles son alto, medio y bajo para el impacto, en control son dos niveles: fácil o difícil.

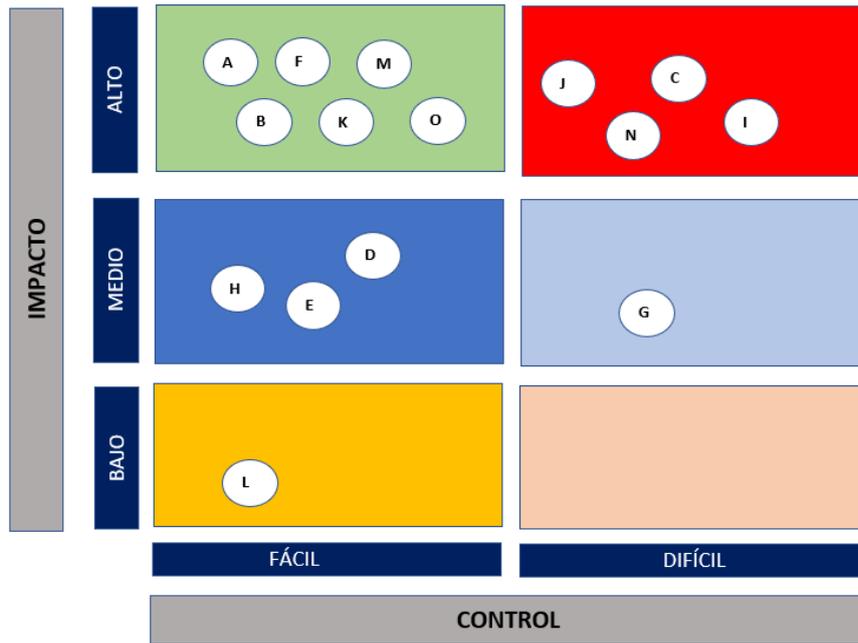


Figura 2.25 Matriz Impacto - control [Fuente: Elaboración propia]

En el cuadrante superior derecho se muestran aquellas causas con mayor impacto y control, por lo que se obtiene que como causas prioritarias están las causas de las variables A, B, F, K, N, O.

Tabla 2.7 Listado de causas prioritarias según matriz impacto - control [Fuente: Elaboración propia]

	Causas
A	Mala identificación de los sacos
B	Error en transcribir datos al sistema
C	Demora del traspaso de pedido de SAP a producción
D	sacos rotos
E	Errores en despachos vs pedidos
F	Densidades incorrectas en el Kardex
H	Errores en las órdenes de pedidos
I	Mala dosificación de aditivos en tolvas
J	Poca flexibilidad de bodega para el despacho de aditivos en jornada nocturna
K	Reporte de dosificación en tolvas no preciso
L	Exceso de aditivos almacenados sin uso
M	Aditivos almacenados en lugares no determinados
N	Medición de stock en tolvas no preciso
Ñ	Asunciones en la dosificación

O Errores en transferir el registro de aditivos al Kardex

2.3.4 Plan de verificación de causas

Se realizó un plan de verificación de causas con el fin de encontrar la causa raíz del problema mediante análisis estadístico. Detallando en la tabla 2.8 el listado con las causas potenciales de la sección anterior y la forma en que se verifica cada una de ellas.

Tabla 2.8 Plan de verificación de causas [Fuente: Elaboración Propia]

x's	Causas Potenciales	Teoría sobre el impacto	¿Cómo lo verificamos? (incluyendo datos y herramientas)	Estado
A	Mala identificación de los sacos	La mala identificación de los aditivos aumenta el coste por diferencia de inventario	Gemba, prueba de hipótesis de una muestras y diagrama de caja	En proceso
B	Error en transcribir datos al sistema	El error en la transcripción de datos al sistema (Liquidación de materiales) aumenta el coste por diferencia de inventario de aditivos	Gemba, prueba de hipótesis de dos muestras y diagrama de caja	En proceso
F	Densidades incorrectas en el Kardex	La densidad incorrecta de los aditivos en el Kardex aumenta el coste por diferencia de inventario	Gemba, prueba de hipótesis de dos muestras y diagrama de caja	En proceso
K	Reporte de dosificación en tolvas no preciso	El reporte de dosificación de aditivos incorrecto aumenta el coste por diferencia de inventario	Gemba, prueba de hipótesis de dos muestras y diagrama de caja	En proceso
N	Medición de inventario en tolvas no preciso	La medición no precisa de las existencias en la tolva aumenta el coste por diferencia de inventario	Gemba, prueba de hipótesis de dos muestras y diagrama de caja	En proceso
O	Errores en transferir el registro de aditivos al Kardex	El error en la transferencia de activos en planta al Kardex aumenta el coste por diferencia de inventario	Gemba, prueba de hipótesis de dos muestras y diagrama de caja	En proceso

2.3.4.1 Mala identificación de los sacos

Se tomaron ocho muestras de producción de un total de 50 aditivos correspondientes a 8 días, para las cuales se analizaron los sacos identificados y no identificados y se realizó una prueba T de una muestra con las siguientes hipótesis:

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

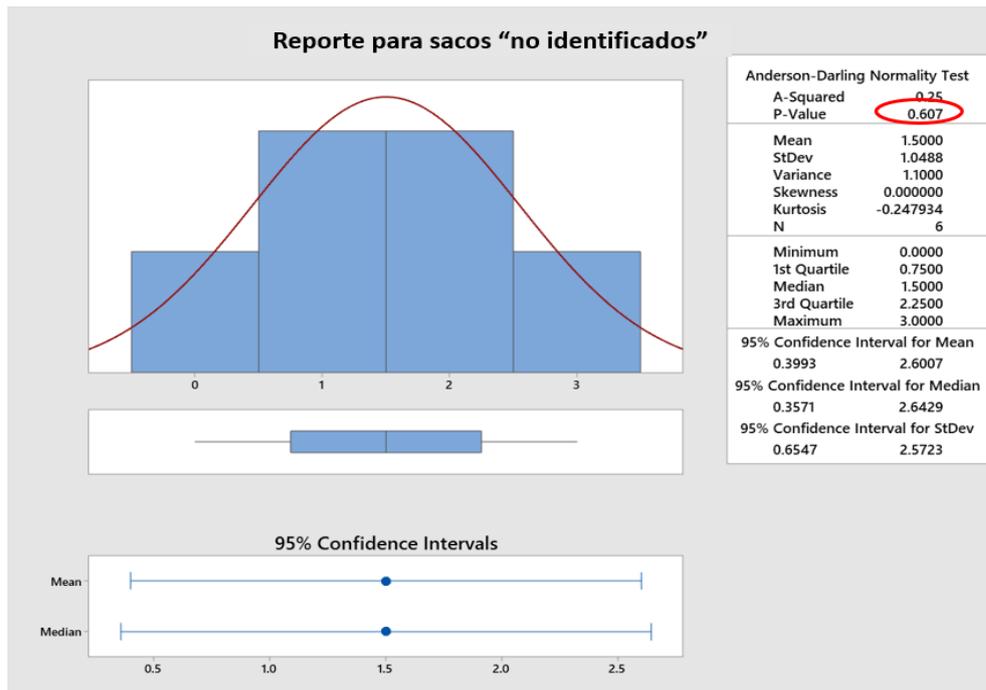


Figura 2.26 Reporte para sacos "No identificados" [Fuente: Elaboración propia]

El valor p es mayor a 0.05, por lo que no hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Los datos siguen una distribución normal.

Una vez analizada la distribución de los datos se realizó la prueba de hipótesis t de una muestra, con las siguientes hipótesis:

Ho: El número de sacos no identificados debe ser igual a 0.

H1: El número de sacos no identificados no es igual a 0.

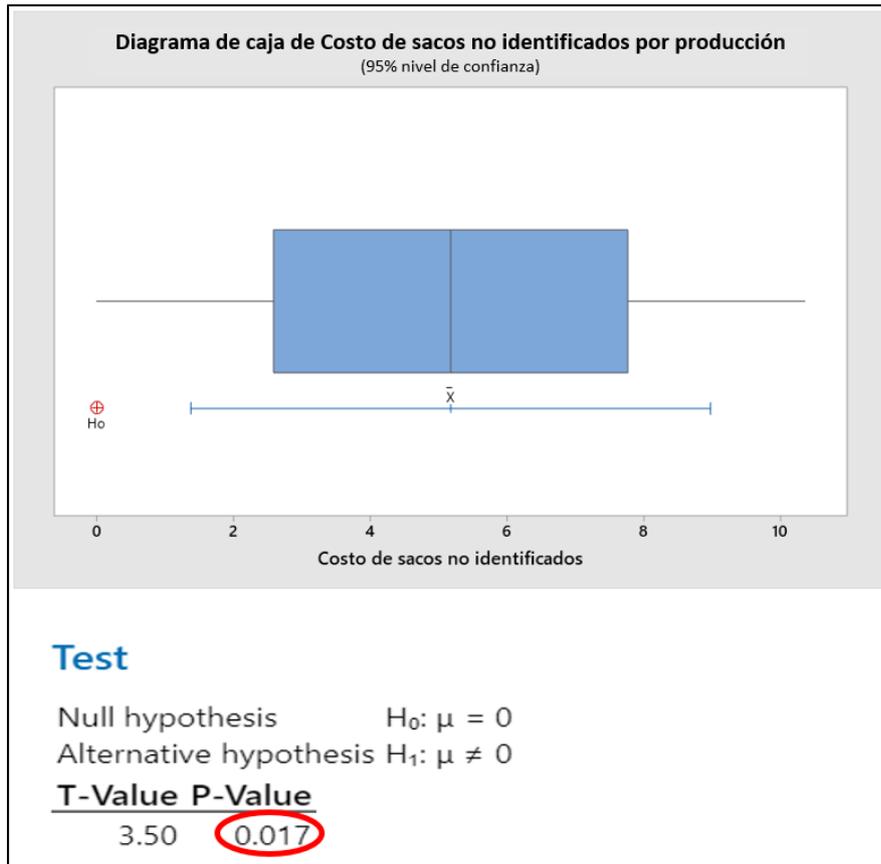


Figura 2.27 Diagrama de caja de Costo de sacos no identificados por producción

[Fuente: Elaboración propia]

El valor p es menor a 0.017 por lo que se procede a rechazar la hipótesis nula, concluyendo que el número de sacos mal identificados no es igual a 0. Así también, se concluye que esta causa verificada es significativa para el análisis.

2.3.4.2 Error en transcribir datos al sistema

Se tomó ocho muestras correspondientes al informe de órdenes de producción de aditivos versus el informe SAP que ingresa el asistente de producción. En la figura 2.28 se observa los informes y datos del sistema SAP y en Excel.

Report execution formula (total)

Start date: 14.07.2021 20:00:08
 Stop date: 20.07.2021 07:55:45
 Formula number: 31
 Formula name: # 16179 ZENPREMIUM MICROS#
 Batch: 38

Code	Material name	Scale	Bin	Percent	formula	Task weight	Actual wei.	Difference
6	water	Scale 0	bin 31	1.87	40.55	1519.89	1519.88	-0.00
11	ABIQUM PREMIX	Scale 3	bin 21	0.17	3.75	141.51	141.79	0.28
18	16179 ZENPREMIUM	Scale 3	bin 17	93.89	2009.21	76353.70	76378.80	25.10
2000016	FFI PROTEINA LINDA	Scale 2	bin 28	0.39	12.50	474.92	476.00	1.08 *
2000018	LECITINA LINDA	Scale 2	bin 29	0.20	11.24	426.93	427.50	0.57 *
2000054	PRESERVANTE CONCENTRAD	Scale 3	bin 23	0.58	1.00	66.30	66.80	0.50 *
2000112	ADULTIVANTE en TOP	Scale 3	bin 27	0.29	6.28	237.46	237.00	-0.46
2000221	LIPTOCITRO growth plus	Scale 3	bin 25	0.09	3.99	75.62	76.20	0.58
2000422	PREMIX MINERAL	Scale 3	bin 22	0.14	2.90	119.98	120.00	0.02
2000430	PREMIX VITAMINICO CAMARON	Scale 3	bin 24	0.09	1.99	75.20	75.00	-0.20
2000481	CLORURO DE COLINA B.SILICA	Scale 3	bin 26	0.19	2.88	121.28	121.90	0.62
2000458	ESTABILIZ	Scale 3	bin 20	0.33	4.68	185.40	186.20	0.80
2000830	ACEITES DE PESCADO DOSIFICADO	Scale 2	bin 30	1.94	29.28	140.28	140.20	-0.08

Reporte de tolvas aditivos

Orden	A	B	H	I	J	K	Nomb
1	Orden	Texto breve de material	Ctd.en UM e	Un.medida de entrada	Importe ML	Lote	
464	10117290	PRESERVANTE CONCENTRADO	-14.080	KG	-49.98	0002283777	DVAR
465	10117290	LIPTOCITRO GROWTH PLUS 25 KG	-17.800	KG	-81.84	0002287079	DVAR
466	10117290	ABIQUM 25 KG	-3.628	KG	-8.12	0002293605	DVAR
467	10117290	PREMIX MINERAL CAMARON	-26.400	KG	-37.75	0002284588	DVAR
468	10117290	PREMIX VITAMINICO CAMARON	-17.072	KG	-115.75	0002284672	DVAR
469	10117290	CLORURO DE COLINA B.SILICA 25KG	-34.144	KG	-35.85	0002280780	DVAR
470	10117290	METAMINO (R) 1KG	-39.488	KG	-111.36	0002289018	DVAR
471	10117333	PRESERVANTE CONCENTRADO	-44	KG	-156.20	0002283777	DVAR
472	10117333	LIPTOCITRO GROWTH PLUS 25 KG	-177.408	KG	-822.92	0002287079	DVAR
473	10117333	ABIQUM 25 KG	-13.200	KG	-29.57	0002293605	DVAR
474	10117333	PREMIX MINERAL CAMARON	-91.520	KG	-130.87	0002283820	DVAR
475	10117333	PREMIX VITAMINICO CAMARON	-88	KG	-596.64	0002283923	DVAR
476	10117333	CLORURO DE COLINA B.SILICA 25KG	-66	KG	-69.30	0002280780	DVAR
477	10117333	METAMINO (R) 1KG	-63.272	KG	-178.43	0002289018	DVAR
478	10117340	PRESERVANTE CONCENTRADO	-88.500	KG	-239.27	0002283777	DVAR
479	10117340	LIPTOCITRO GROWTH PLUS 25 KG	-88.500	KG	-391.05	0002287079	DVAR
480	10117340	ABIQUM 25 KG	-18.168	KG	-40.71	0002293605	DVAR
481	10117340	PREMIX MINERAL CAMARON	-84.800	KG	-120.98	0002284588	DVAR
482	10117340	PREMIX VITAMINICO CAMARON	-84.100	KG	-570.20	0002284672	DVAR
483	10117340	CLORURO DE COLINA B.SILICA 25KG	-81.480	KG	-85.55	0002280780	DVAR
484	10117340	METAMINO (R) 1KG	-122.220	KG	-344.66	0002289018	DVAR
485	10117341	PRESERVANTE CONCENTRADO	-248.400	KG	-874.72	0002283777	DVAR
486	10117341	LIPTOCITRO GROWTH PLUS 25 KG	-26.100	KG	-1,211.19	0002287079	DVAR
487	10117341	ABIQUM 25 KG	-56.992	KG	-127.68	0002293605	DVAR
488	10117341	PREMIX MINERAL CAMARON	-289	KG	-371.80	0002284588	DVAR
489	10117341	PREMIX VITAMINICO CAMARON	-132	KG	-894.96	0002284672	DVAR
490	10117341	METAMINO (R) 1KG	-942.500	KG	-2,657.85	0002289018	DVAR

Reporte de SAP ingresado por Asistente

Figura 2.28 Evidencia de información en reportes de asistentes [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

Se procedió a verificar la distribución de datos para ambos sistemas, encontrando que los valores p son menores a 0.05, lo que indica que la hipótesis nula es rechazada y los datos no siguen una distribución normal. Evidenciando los resultados de minitab en las figuras 2.29 y 2.30.

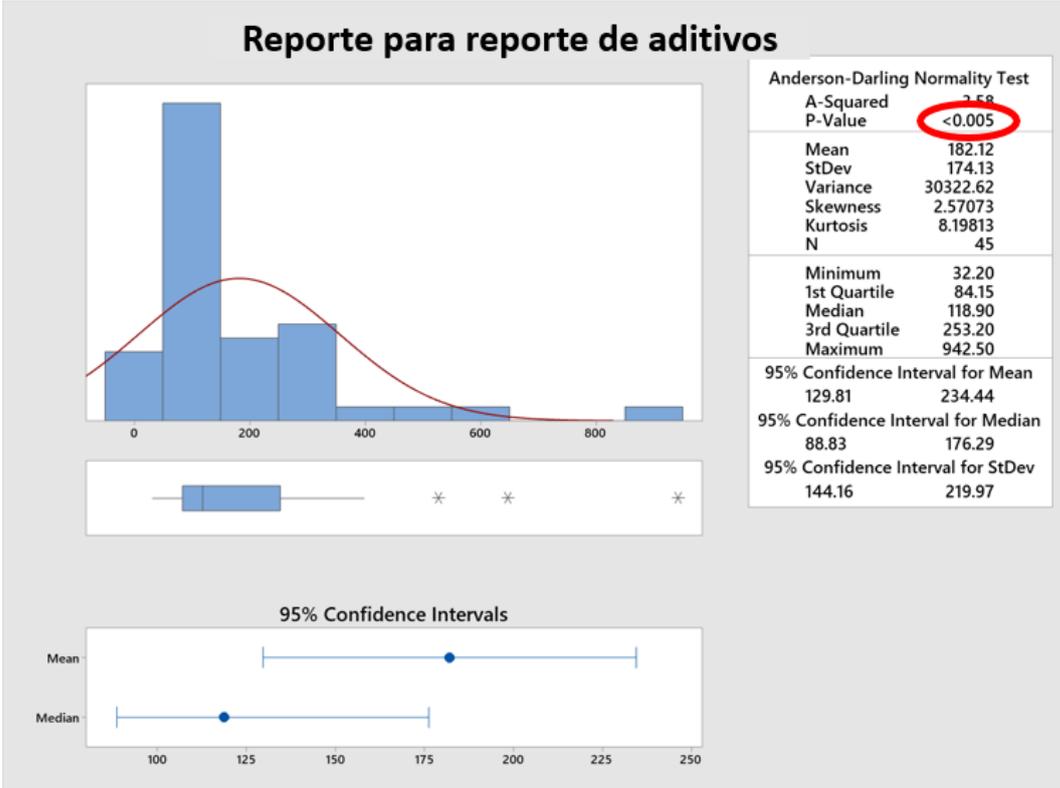


Figura 2.29 Reporte para reporte de aditivos [Fuente: Elaboración propia]

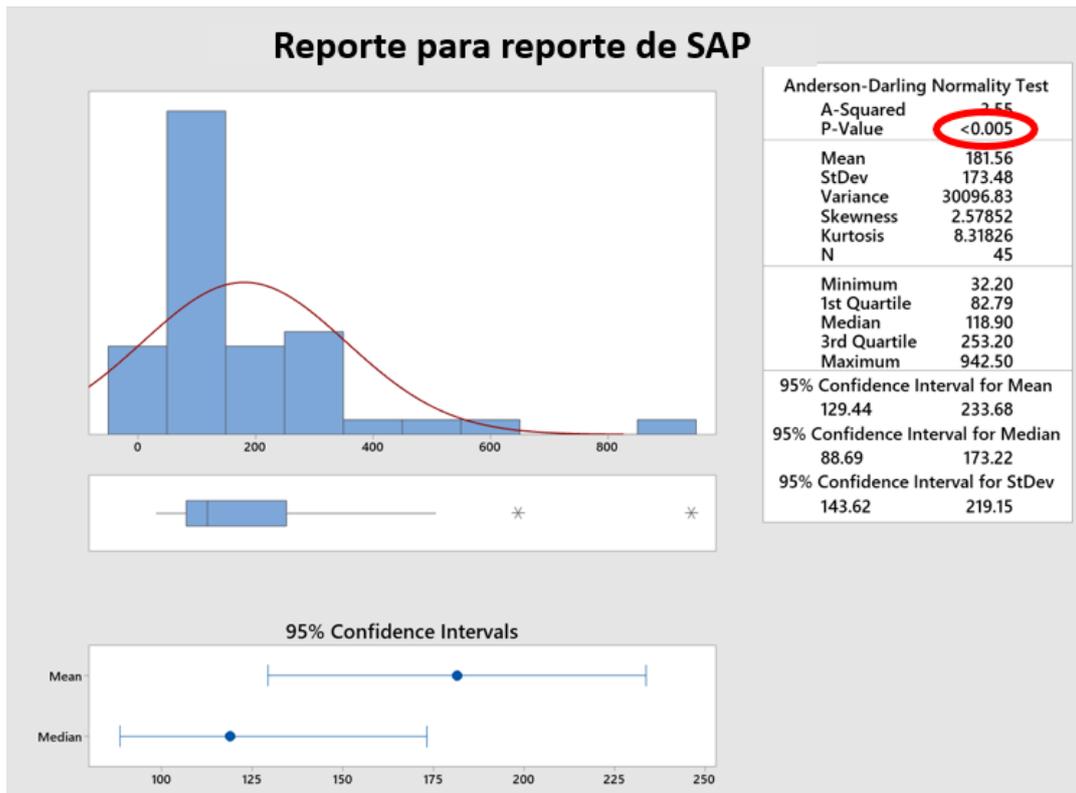


Figura 2.30 Reporte para reporte de SAP [Fuente: Elaboración propia]

Debido a los resultados en las pruebas de normalidad para ambos sistemas, se procede a realizar una prueba de hipótesis de Mann-Whitney, en la figura 2.31, donde se observa el valor p mayor a 0.05 y la hipótesis nula no es rechazada.

Ho: La mediana de registro en SAP es igual al reporte de tolvas aditivos.

H1: La mediana de registro en SAP no es igual al reporte de tolvas aditivos.

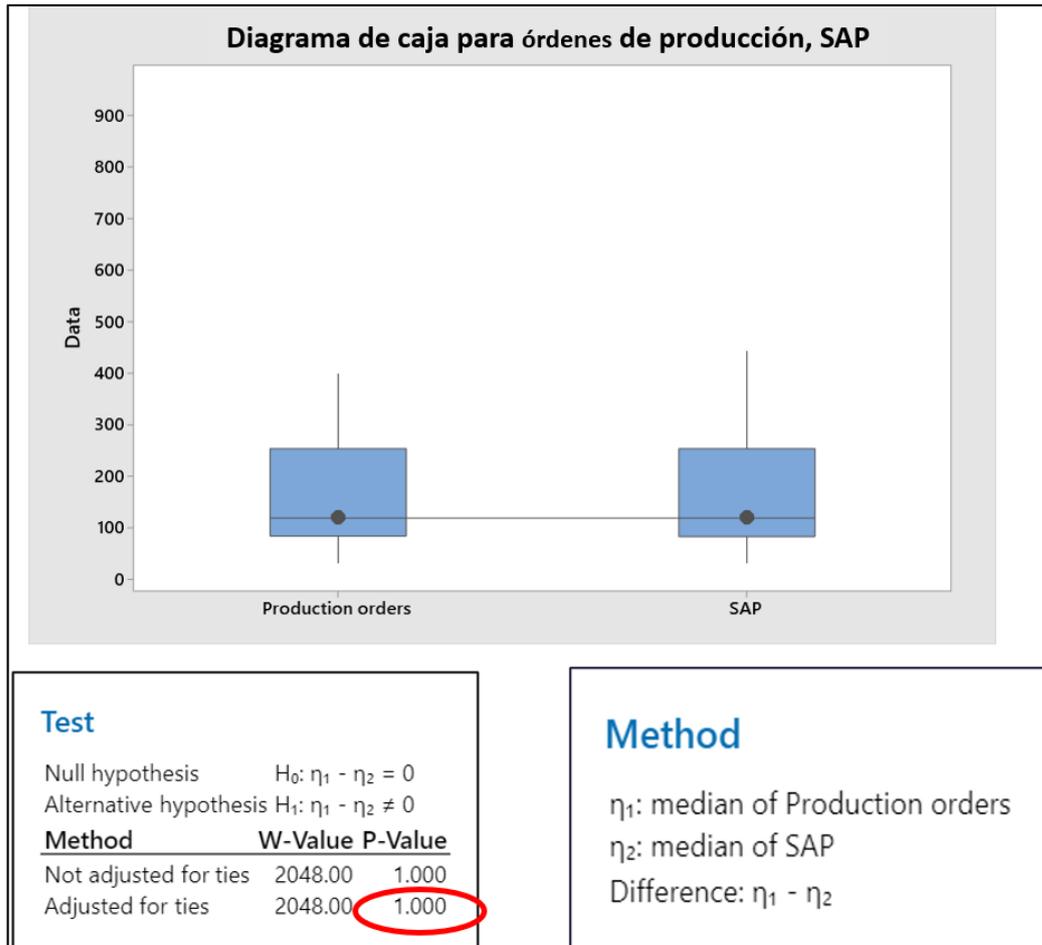


Figura 2.31 Prueba de Mann - Whitney para datos en SAP y Excel [Fuente: Elaboración propia]

Dando como resultado que la mediana del registro en SAP es igual a la mediana del informe del reporte de aditivos. Concluyendo que la causa es verificada y no es significativa.

2.3.4.3 Densidades incorrectas en el Kardex

Las densidades registradas en el Kardex (reporte de tolvas) del mes de marzo y abril no han sido modificadas, como se puede observar en la imagen 2.32 el valor del aditivo A correspondiente a los meses mencionados es de 450 para ambos. La influencia de este factor es determinante al momento de identificar el inventario final que sobra del producto.

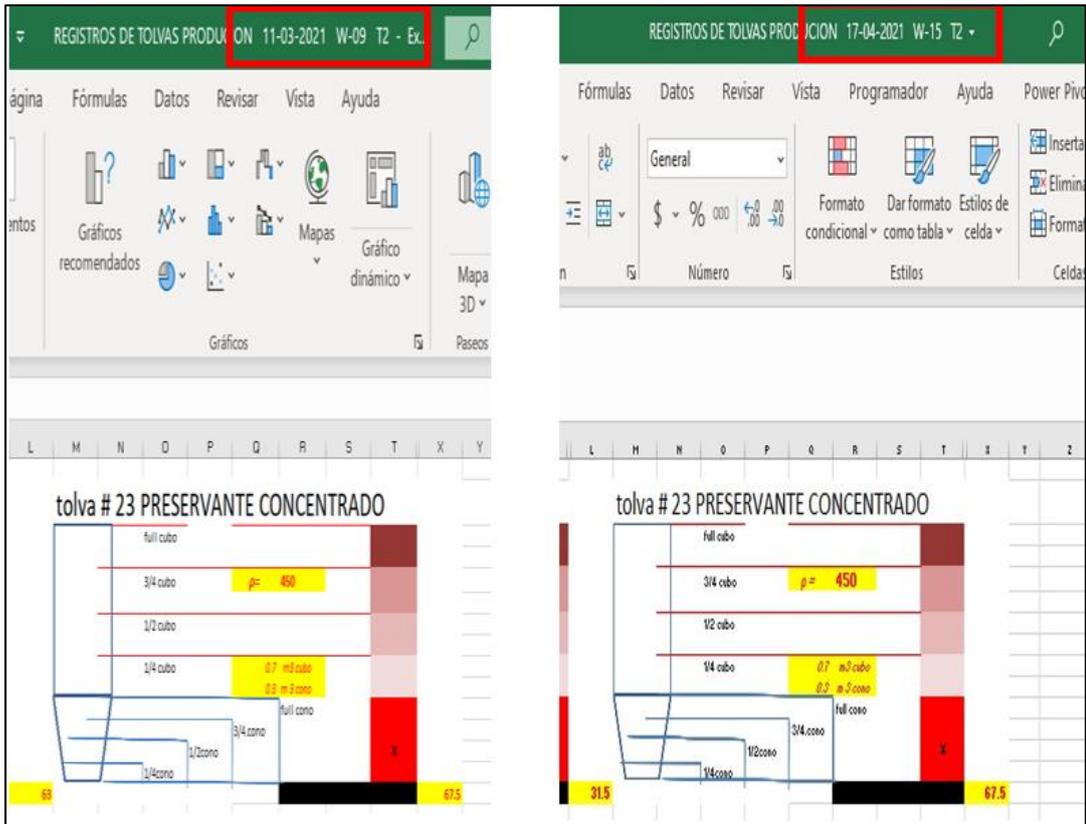


Figura 2.32 Registros de tolvas de producción (marzo y abril) [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

Para efectos del análisis se realizó la toma de ocho muestras de las densidades utilizadas frente a las densidades reales promedio en el Kardex correspondiente a los aditivos utilizados en tolvas. Estableciendo las siguientes hipótesis para la prueba de normalidad:

H₀: Los datos siguen una distribución normal

H₁: Los datos no siguen una distribución normal

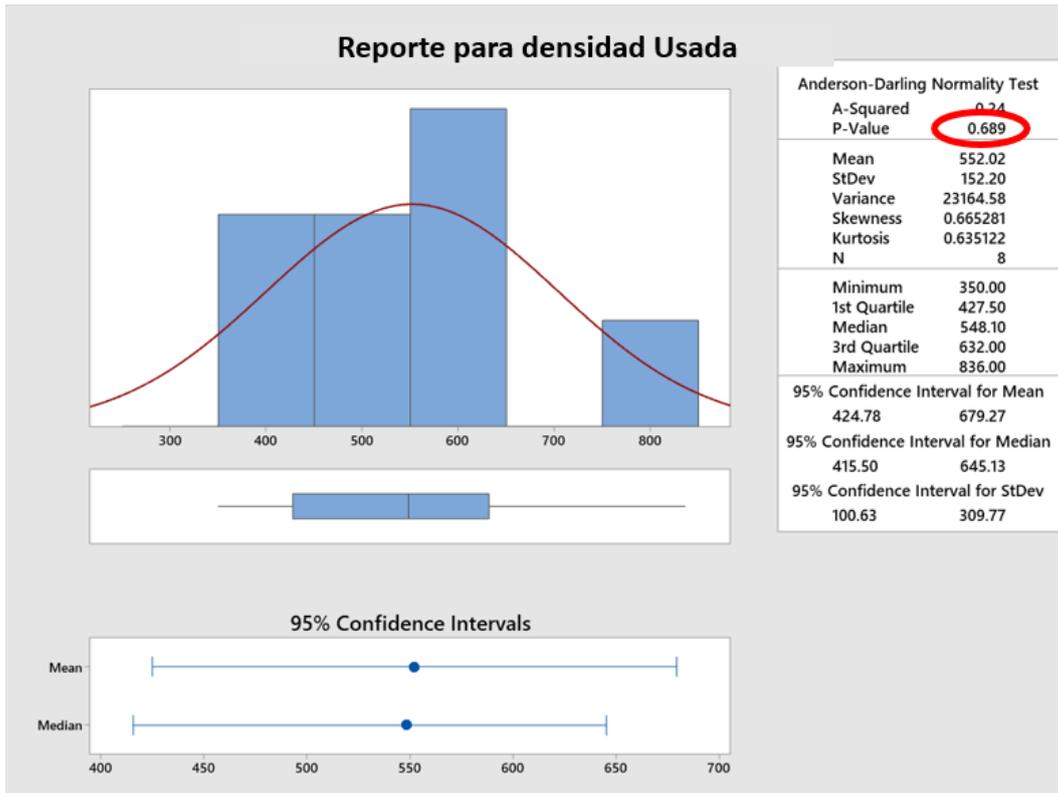


Figura 2.33 Reporte para densidad Utilizada [Fuente: Elaboración propia]

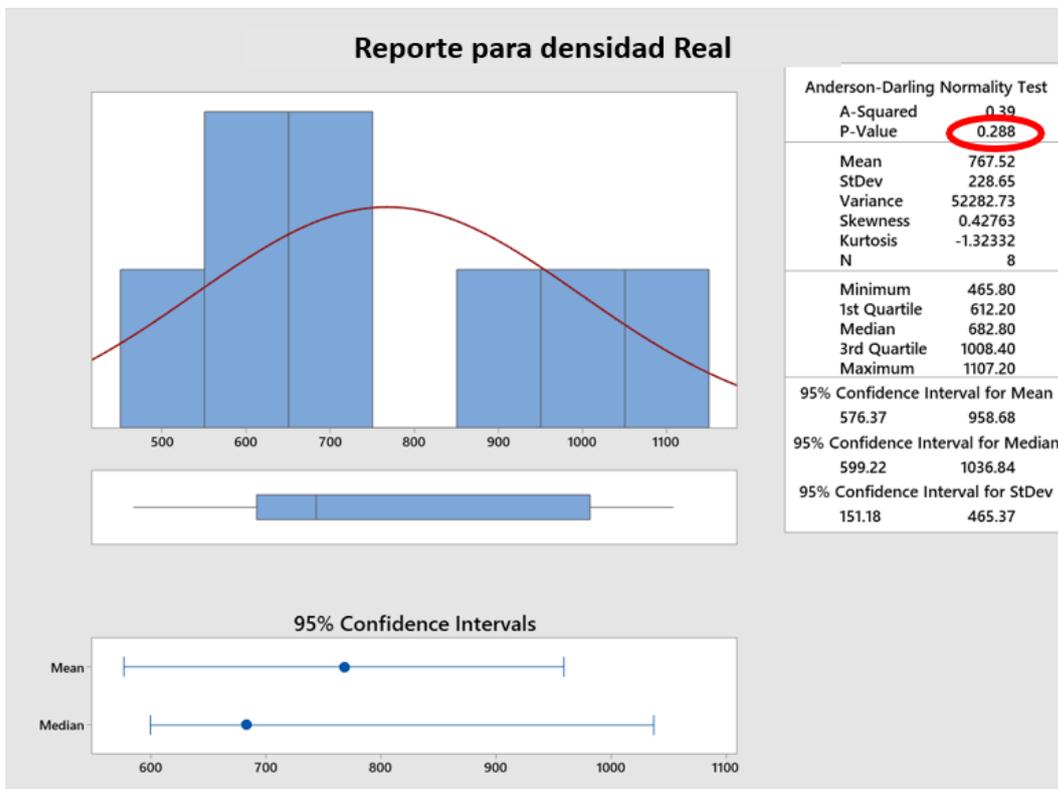


Figura 2.34 Reporte para densidad real [Fuente: Elaboración propia]

Como se muestra en las figuras 2.33 y 2.34 el valor p es mayor a 0.05, lo cual indica que los datos en ambos reportes de densidad siguen una distribución normal, por consiguiente, se procede a realizar una prueba t de una muestra con las siguientes hipótesis:

H₀: La media de la densidad utilizada es igual a la media de la densidad media real de los aditivos.

H₁: La media de la densidad utilizada no es igual a la media de la densidad media real de los aditivos.

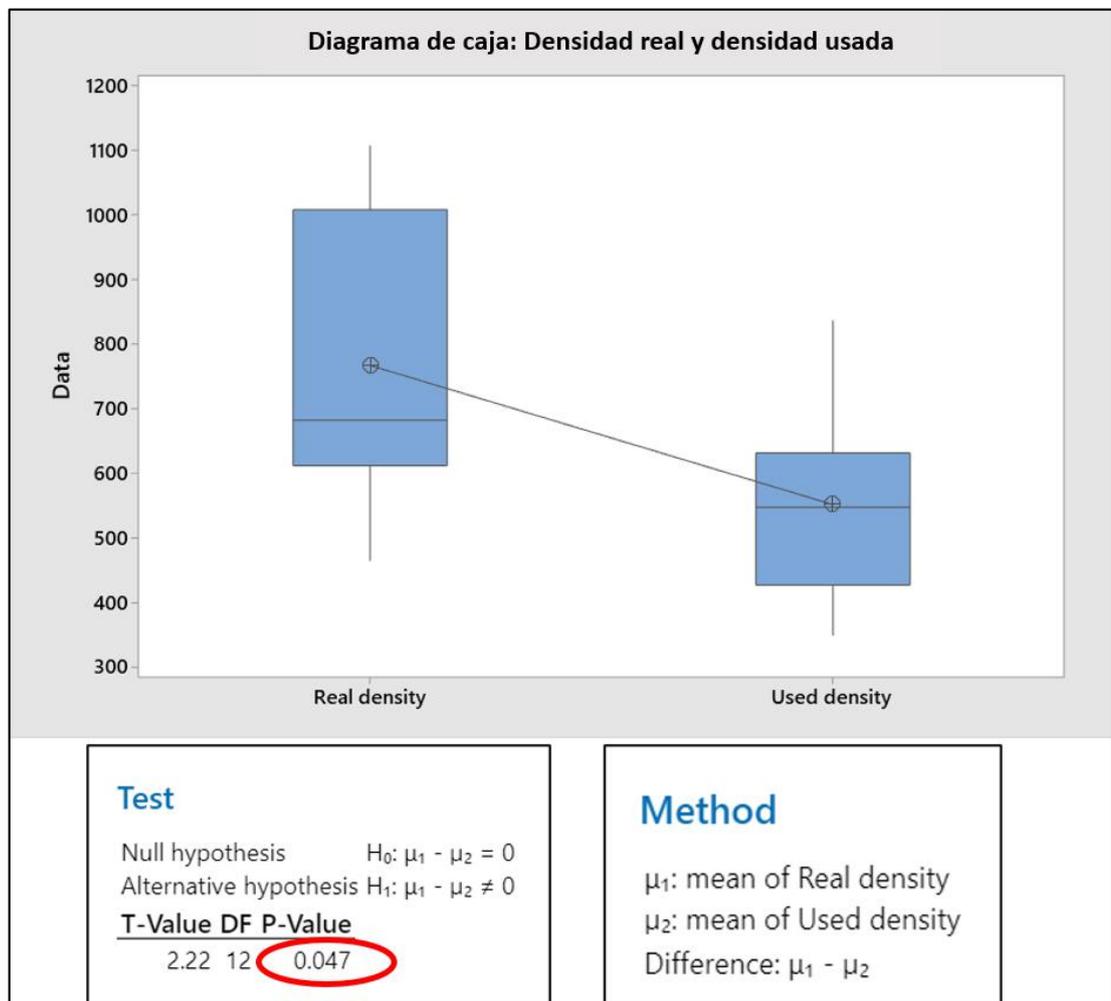


Figura 2.35 Diagrama de caja: densidad real y densidad usada [Fuente: Elaboración propia]

En la imagen 2.35 se evidencia un valor menor a 0.05, por lo que la hipótesis nula es rechazada y se concluye que la media de la densidad utilizada no es igual a la

media de la densidad media real de los aditivos. La causa es verificada y se considera significativa.

2.3.4.4 Cantidad de aditivos

Se realizó la toma de 43 valores para el registro de tolvas con la finalidad de verificar la cantidad de aditivos suministrados frente a la cantidad de aditivos dosificados por el sistema. Se realizó una prueba de normalidad de los datos, como se puede observar en la figura 2.36 los datos no siguen una distribución normal de acuerdo con su valor p.

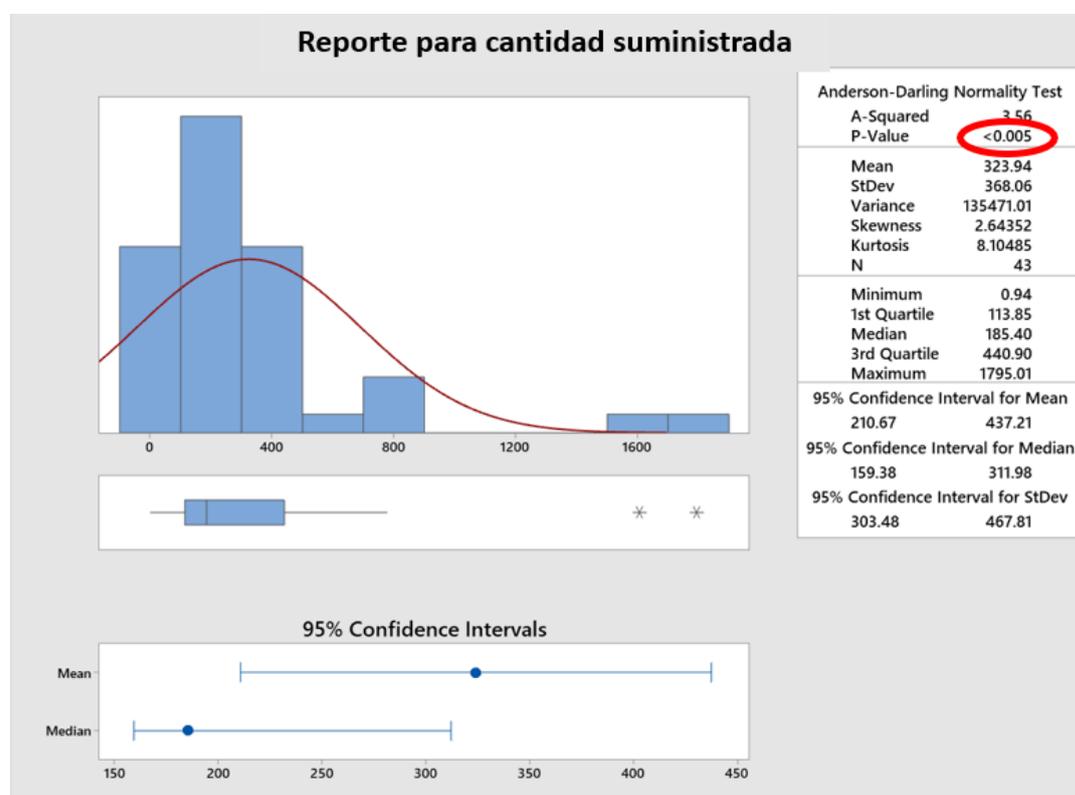


Figura 2.36 Reporte para cantidad suministrada de aditivos [Fuente: Elaboración propia]

De igual forma en la figura 2.37 se puede observar que el valor p es menor a 0.05 y por lo tanto los datos no siguen una distribución normal.

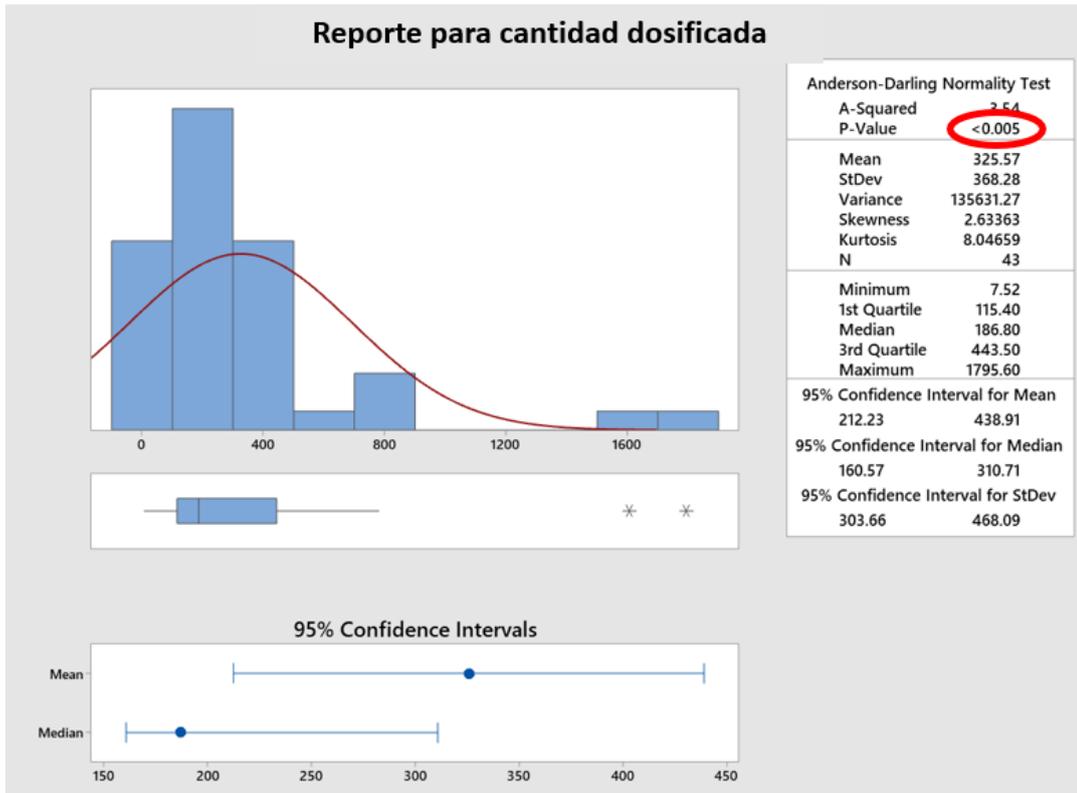


Figura 2.37 Reporte para cantidad dosificada de aditivos [Fuente: Elaboración propia]

De acuerdo con las pruebas de normalidad se realizó una prueba Mann Whitney, en la figura 2.38 se evidencia un valor p mayor a 0.05, valor que permite concluir que la causa es verificada y no es significativa.

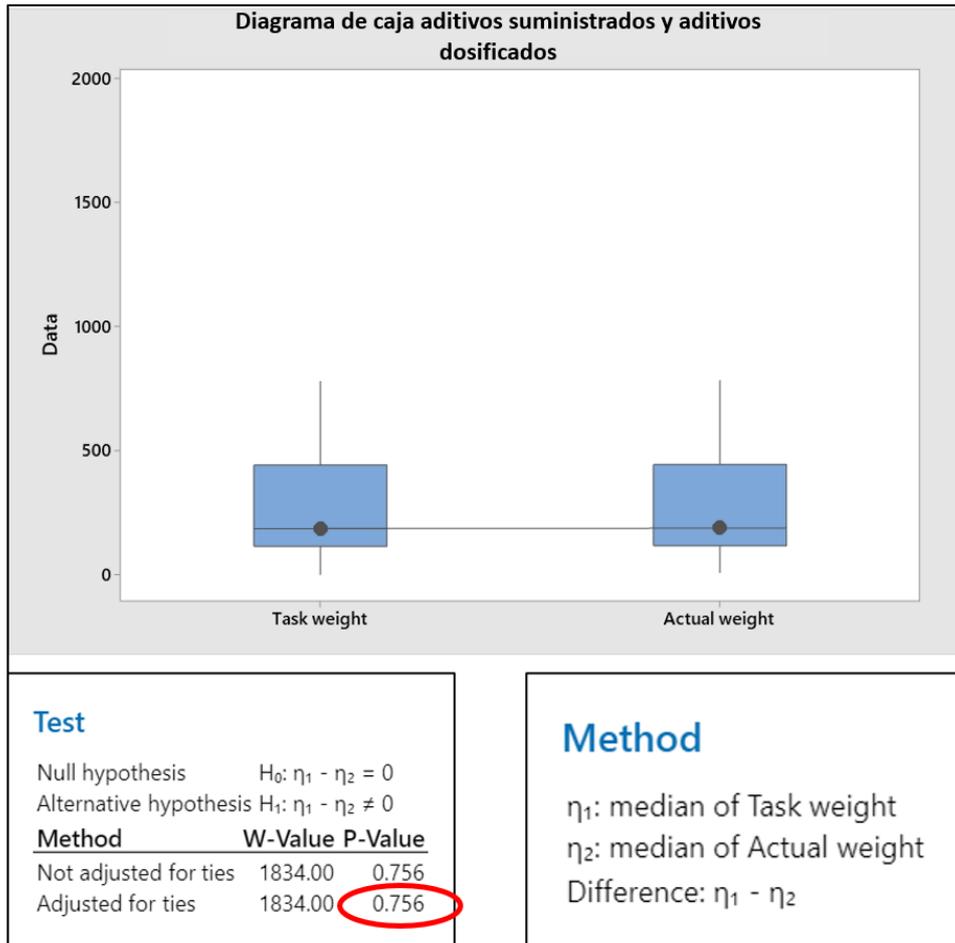


Figura 2.38 Diagrama de caja (aditivos suministrados - aditivos dosificados)

[Fuente: Elaboración propia]

2.3.4.5 Medición de inventario en tolvas no preciso

Para el análisis de esta causa se consideró a tres operadores y ellos realizaron el método tradicional realizado en la medición del inventario final en tolvas. Se tomó una muestra de 24 aditivos en la hoja de registro de inventario y se procedió a verificar con el auxiliar la diferencia que existe entre un operador y otro. Para conocer el análisis estadístico se realizó una prueba de normalidad de datos, verificando que estos siguen una distribución normal.

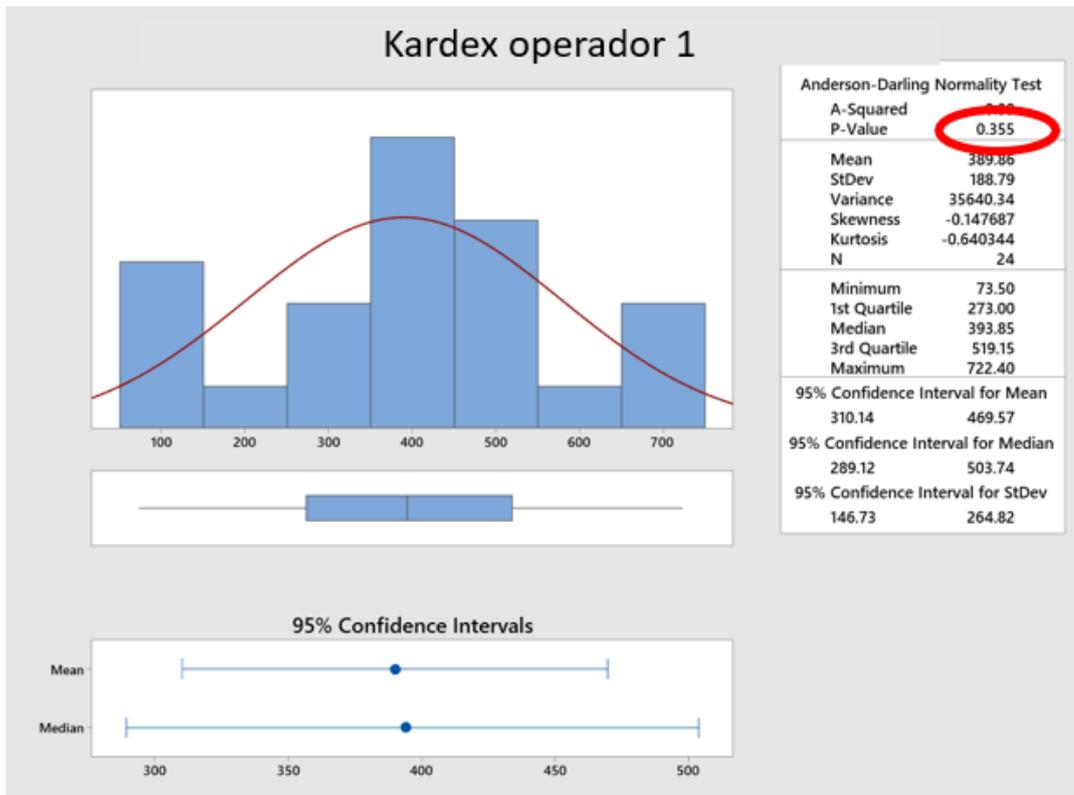


Figura 2.39 Prueba de normalidad para datos Kardex operador 1 [Fuente: Elaboración propia]

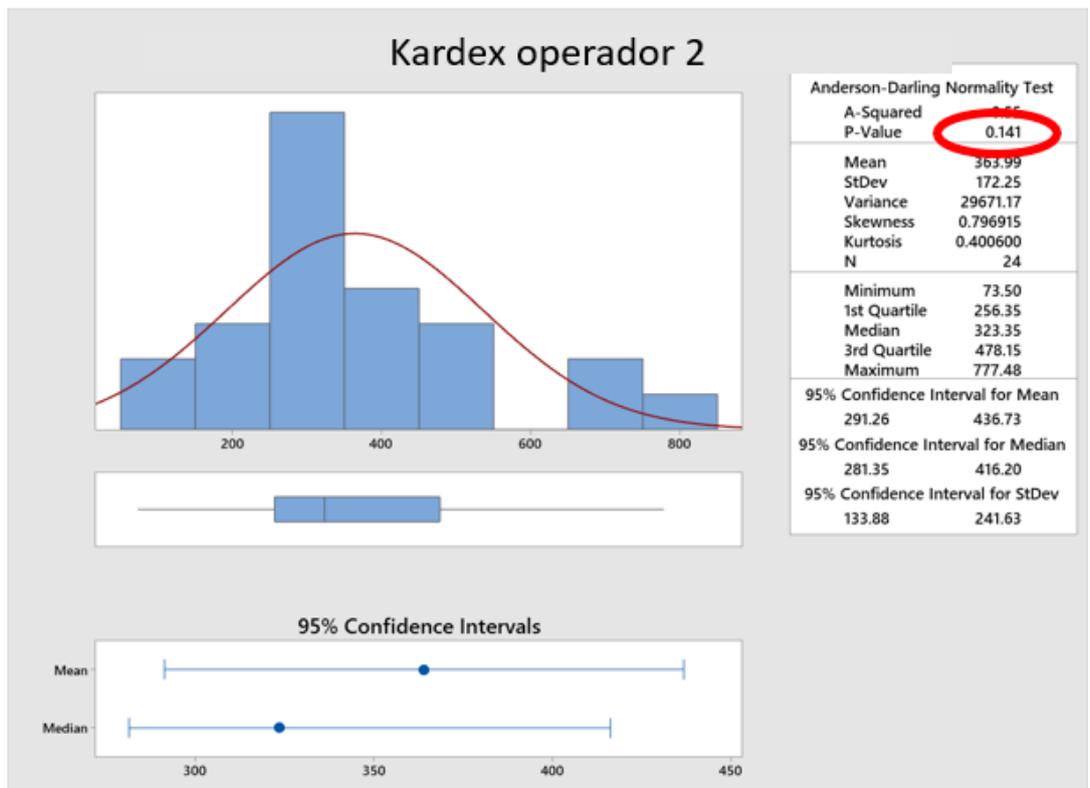


Figura 2.40 Prueba de normalidad para datos Kardex operador 2 [Fuente: Elaboración propia]

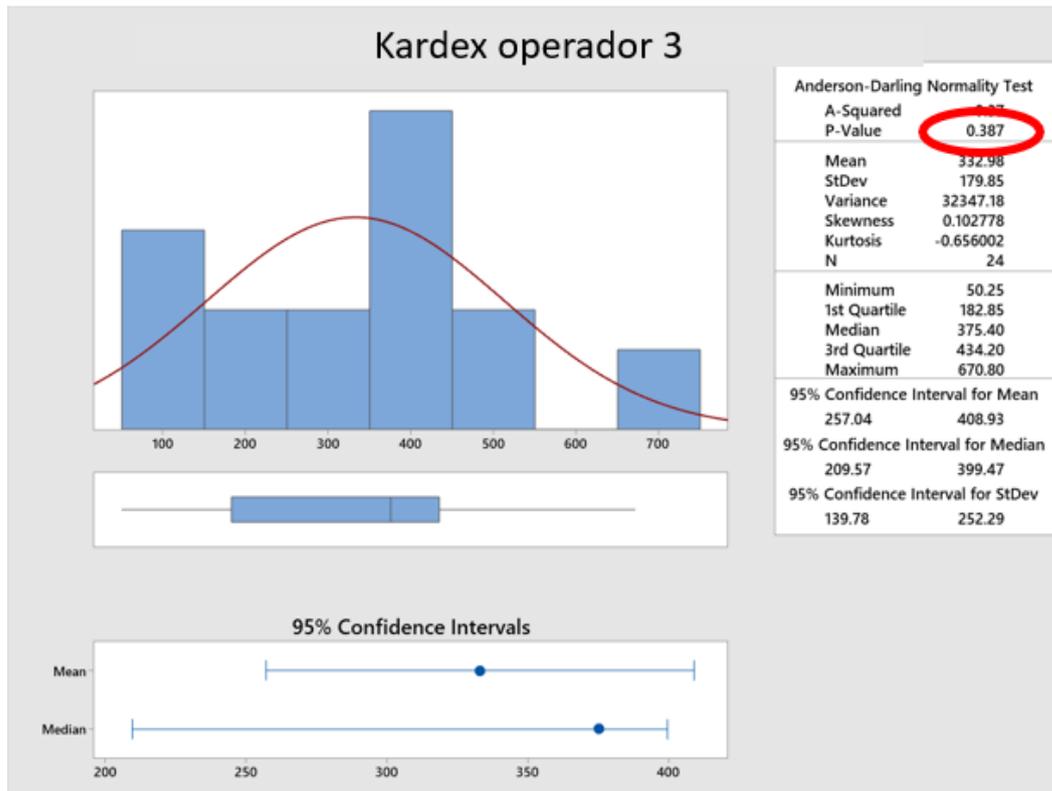


Figura 2.41 Prueba de normalidad para datos Kardex operador 3 [Fuente: Elaboración propia]

Una vez verificado los datos para conocer su distribución se realizó la prueba de hipótesis t de dos muestras, en la cual se obtuvo un valor p menor a 0.05 lo que sugiere que la hipótesis nula es rechazada y se obtiene que la media de los operadores no es igual. La causa es verificada y significativa.

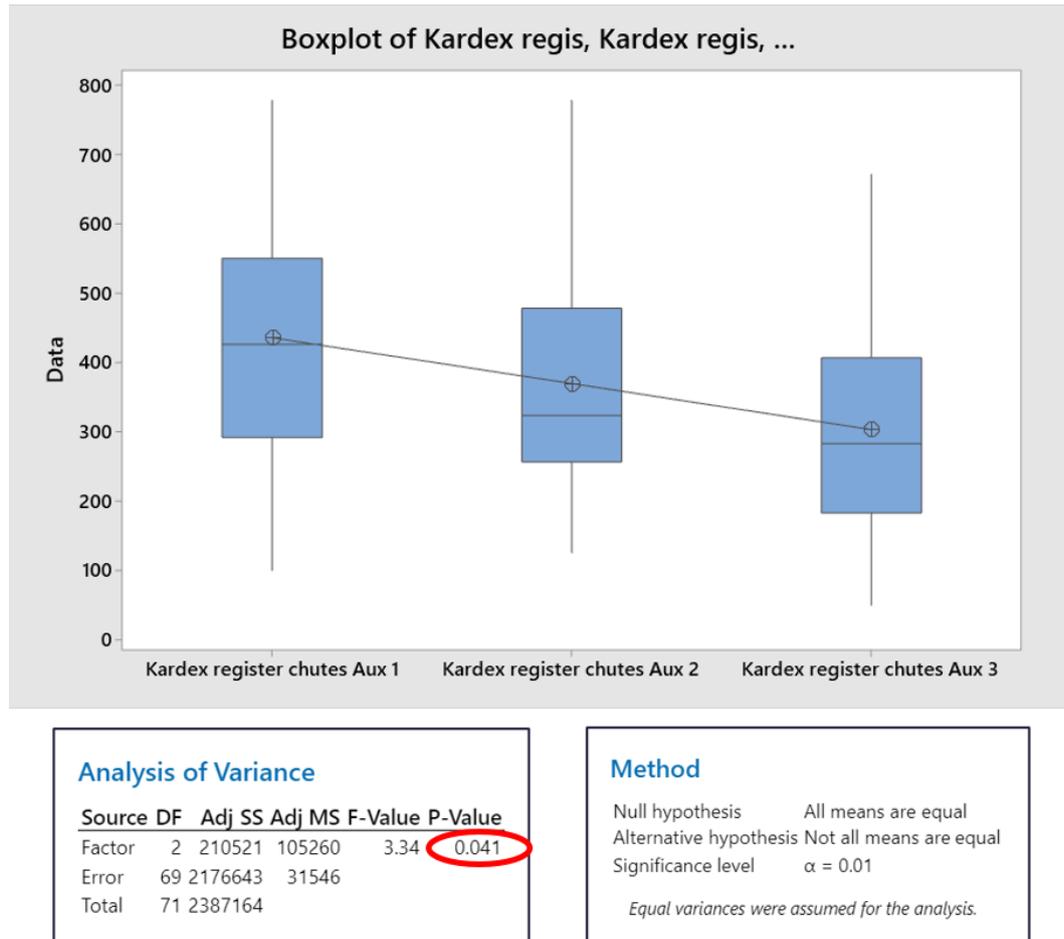


Figura 2.42 Diagrama de caja para kardex registrado [Fuente: Elaboración propia]

2.3.4.6 Error en la transferencia de registro de aditivos al Kardex

Para la verificación de esta causa se realizó una toma de diez muestras correspondientes al registro de inventario de aditivos por persona (vitaminas) frente al registro de Kardex realizado por producción. Primero se verifica la normalidad de los datos.

Los datos siguen una distribución normal como se muestra en las figuras 2.43 y 2.44, por lo que se procede a realizar una prueba t de dos muestras.

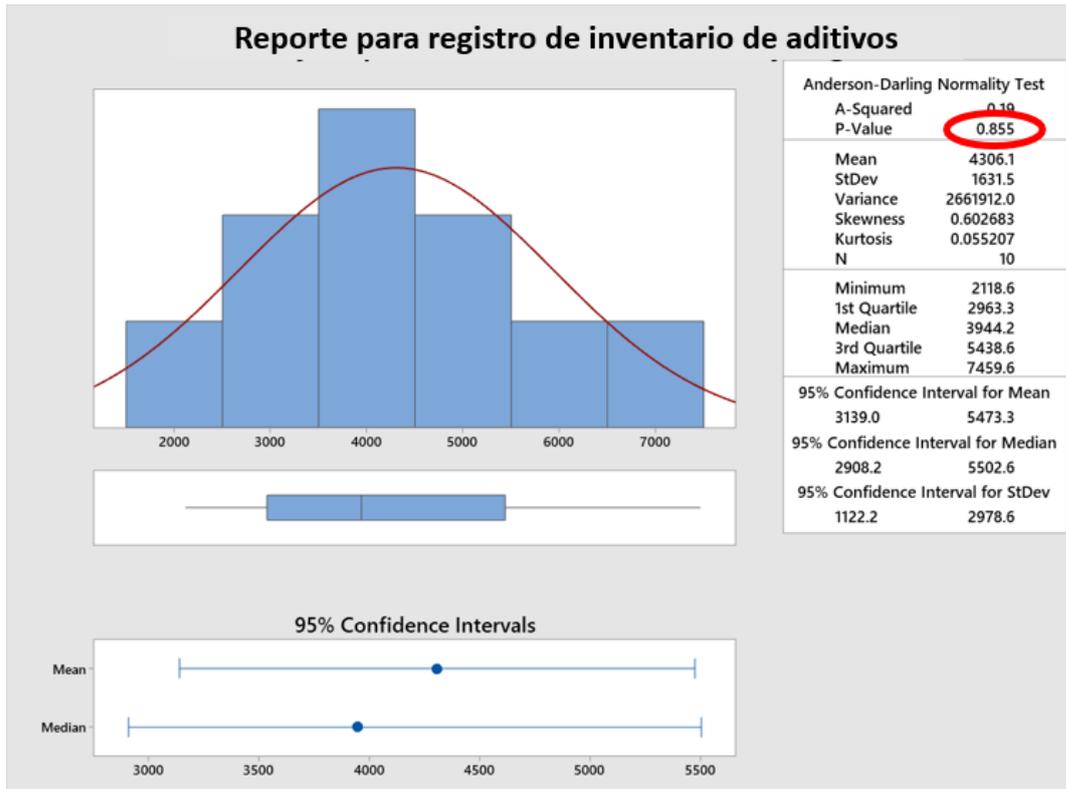


Figura 2.43 Prueba de normalidad de registro de inventario de aditivos [Fuente: Elaboración propia]

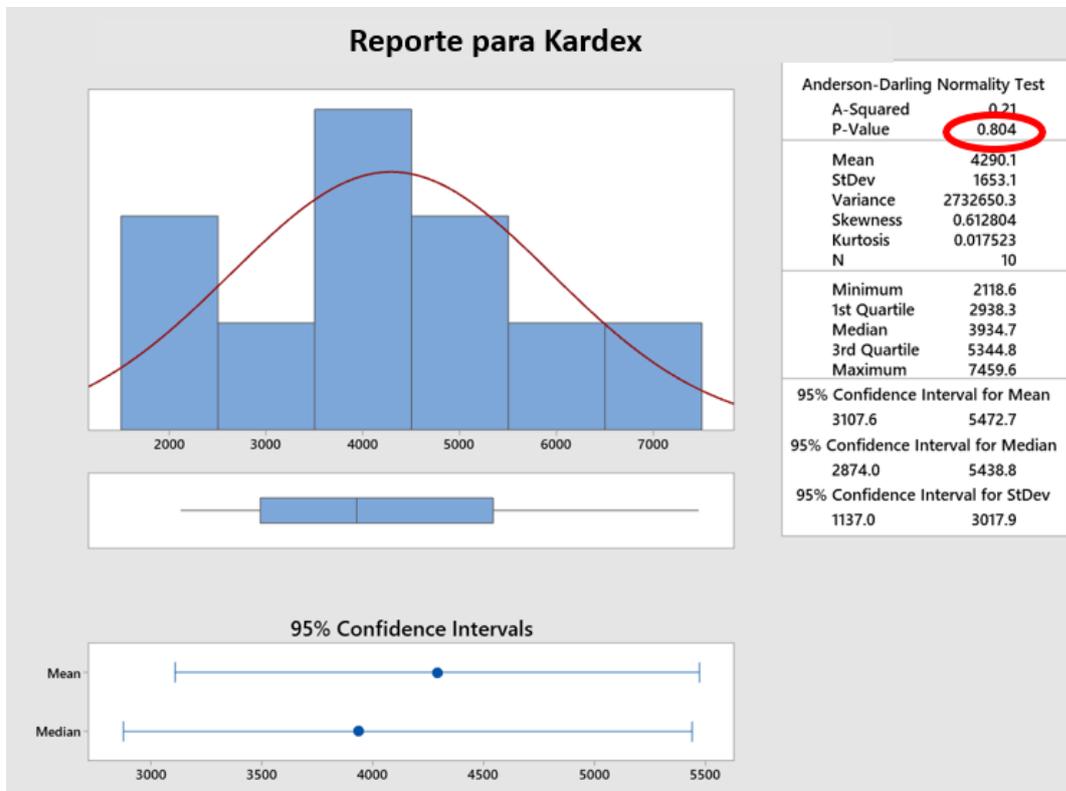


Figura 2.44 Prueba de normalidad de registro en Kardex [Fuente: Elaboración propia]

Los datos de las figuras 2.43 y 2.44 muestran que el valor p es mayor a 0.05, lo que no permite rechazar la hipótesis nula, indicando que las medias son iguales. La causa es verificada y no significativa.

2.3.4.7 Causas significativas

- ✓ Mala identificación de los sacos
- ✓ Densidades incorrectas en el Kardex
- ✓ Medición de inventario en tolvas no preciso

2.3.5 Análisis “5 ¿Por qué?”

Se procede a realizar un análisis de los cinco porqués con la finalidad de encontrar la causa raíz de las causas potenciales y con ello brindar soluciones al problema. En la tabla 2.9 se evidencia el desarrollo de esta técnica con cada una de las causas significativas analizadas en la sección anterior.

Tabla 2.9 Análisis de los cinco porqués [Fuente: Elaboración propia]

CAUSAS	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	CAUSA RAÍZ
Mala identificación de sacos	Porque los pallets no vienen totalmente identificados	Porque es difícil para el operador etiquetar sacos intermedios dentro de lotes grandes		Porque no existe un procedimiento que le diga al operador cómo realizar la actividad
		Porque el operador tarde mucho en etiquetar los sacos		
Densidades incorrectas en los Kardex	Porque no se actualizan	Porque no se le indica al auxiliar la cantidad a actualizar de las densidades	Porque el analista de calidad no realiza el registro de densidades de aditivos	Porque no hay reporte de procesos establecidos
				Porque él tiene muchas actividades con su rutina diaria.
Medición de inventario en tolvas no preciso	Porque la lectura realizada depende del operador	Porque no hay un elemento de medición		Porque las rampas no están divididas en medidas precisas para permitir que el operador tenga un punto de referencia

2.4 Mejora

Las causas raíz del problema fueron encontradas en la sección anterior y conforme a ello se realizó juntas con el personal de la empresa para realizar una lluvia de ideas y encontrar las mejores soluciones.

2.4.1 Propuesta de soluciones

Acorde a las causas raíz encontradas en el análisis de los 5 porqués se ha establecido las siguientes posibles soluciones:

- ✓ Estandarización de la ubicación y etiquetado de los sacos
- ✓ Seccionar las áreas para las divisiones aplicando bases de la metodología 5s
- ✓ Balancear y establecer prioridades para el muestreo de densidades
- ✓ Implementar un método de stock en tolvas que reduzca el error

2.4.2 Evaluación de soluciones

Se realizó una evaluación de las posibles soluciones encontradas, se establecieron puntuaciones de acuerdo con dos criterios claves: el nivel de impacto y el nivel de esfuerzo. Las valoraciones para ambos casos son 1 (bajo), 3 (medio) y 9 (alto). En la tabla 2.10 se muestran las calificaciones dotadas por el personal de la empresa y en la tabla 2.11 se muestran los resultados finales.

Tabla 2.10 Valoración Impacto - Esfuerzo [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

Soluciones		Personas involucradas					Niveles de Impacto	Personas involucradas				Niveles de Esfuerzo
		1	2	3	4	5	Moda	1	2	3	4	Moda
X1	Estandarizar la ubicación de etiquetas	9	9	3	9	9	9	1	1	1	1	1
X2	Seccionar las áreas de acuerdo con las divisiones aplicando Metodología 5s	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1
X3	Realizar un estudio de tiempos, balancear y establecer prioridades	9	9	9	9	3	9	9	9	3	9	9

X4	Implementar un método de stock en tolvas que reduzca el error	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 2.11 Valoración final Impacto - Esfuerzo [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

	Soluciones	X: Esfuerzo	Y: Impacto
X1	Estandarizar la ubicación de etiquetas	9	1
X2	Seccionar las áreas de acuerdo con las divisiones aplicando Metodología 5s	9	1
X3	Realizar un estudio de tiempos, balancear y establecer prioridades	9	9
X4	Implementar un método de stock en tolvas que reduzca el error	9	1

Los resultados de la valoración se presentan en la figura 2.45 como la matriz de impacto esfuerzo para las soluciones.

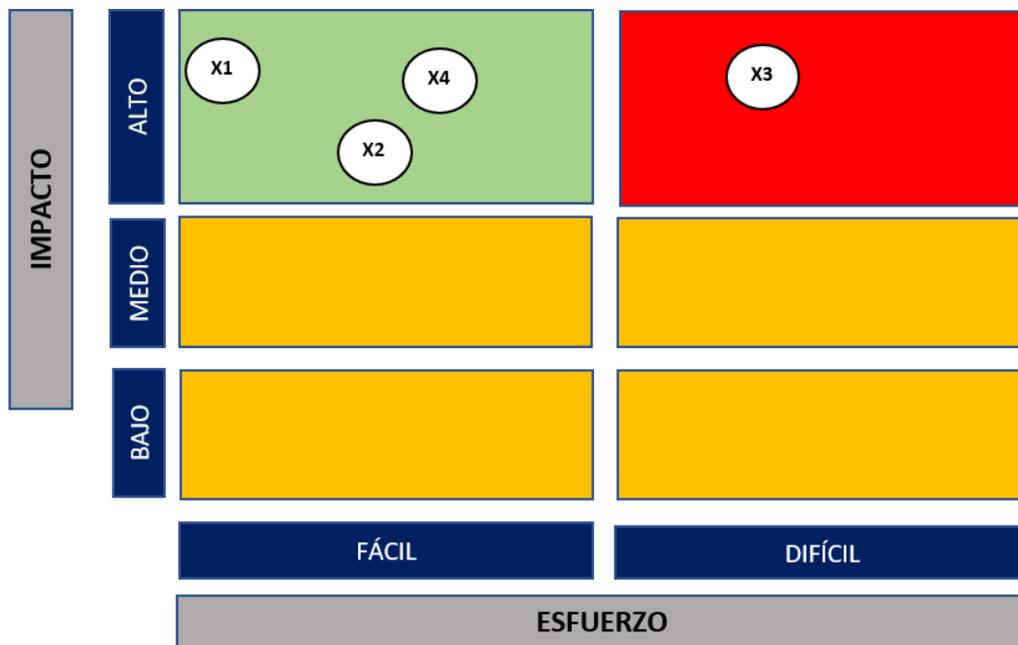


Figura 2.45 Matriz Impacto - Esfuerzo [Fuente: Elaboración propia]

Las soluciones con mayor impacto y menor esfuerzo se encuentran en la casilla izquierda superior y tabla 2.12, siendo estas las mismas presentadas en la

situación inicial.

Tabla 2.12 Soluciones finales [Fuente: Elaboración propia]

No.	Soluciones
1	Estandarizar la ubicación de etiquetas
2	Seccionar las áreas de acuerdo con las divisiones aplicando Metodología 5s
4	Implementar un método de stock en tolvas que reduzca el error

2.4.3 Estimación de costos de las soluciones

Las soluciones fueron evaluadas en el aspecto económico y se muestran en la tabla 2.13, donde los números 1, 2 y 4 corresponden a las soluciones de la tabla 2.12.

Tabla 2.13 Costos estimados de las soluciones escogidas [Fuente: Elaboración propia]

Costos estimados / Soluciones Escogidas						
		1		2		4
Capacitación	1h	\$8,59	1 h	\$8,59	1h	\$8,59
	3 trabajadores		3 trabajadores		3 trabajadores	
Insumos	Limpieza	\$3,00	Pintura	\$5,00	Papel de impresión	\$0,50
	3 trabajadores					
Adicionales		\$0,00	Aplicación Metodología 5s	\$0,00		\$0,00
Total		\$11,59		\$13,59		\$9,09

2.4.4 Plan de implementación

Se realizó un plan de implementación de las soluciones expuestas en la sección anterior, mostrando en detalle la metodología en la tabla 2.14.

Tabla 2.14 Plan de implementación de soluciones [Fuente: Elaboración propia]

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN								
Causas Raíces	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Qué tanto ?	¿ Cuándo?	Estado
Sacos y etiquetas ubicadas desordenadamente	Estandarizar la ubicación de etiquetas de sacos	Porque le permitirá al operador verificar de manera más sencilla y con menor manipulación los sacos, evitando que estos se despeguen	Observar como se apilan los lotes de los sacos y establecer ubicaciones específicas para estandarizar la colocación de etiquetas	En el área de Bodega	Project Leader	\$11,59	Agosto 2021	Completado
Espacio unificado para la ubicación de sacos	Seccionar las áreas de acuerdo a las divisiones y establecer bases de 5S	Porque le permitirá llevar un orden específico al vitaminero con la finalidad de poder manipular los aditivos correspondientes a cada división.	Organizar, ordenar, limpiar y estandarizar los espacios destinados para la colocación de aditivos perteneciente a las divisiones	En el área de producción	Project Leader	\$13,59	Agosto 2022	Completado
Método establecido para medición stock tolvas tradicional	Implementar un método de stock en tolvas que reduzca el error	Permitirá medir con exactitud la cantidad de aditivos dentro de las tolvas	Registrando en una hoja de cálculo las entradas y salidas de material correspondientes a cada producción	En el área de producción	Project Leader	\$9,09	Agosto 2024	Completado

2.4.5 Implementación de soluciones

En esta etapa se realiza una implementación de las soluciones siguiendo la metodología presentada en la tabla 2.14.

2.4.5.1 Estandarización de la ubicación de etiquetas en los sacos

Al momento de despachar un pallet de sacos al área de producción se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Tenga en cuenta los sacos que se colocarán en el centro de los pallets
2. Limpie la zona donde se aplicará la etiqueta en los sacos intermedios.
3. Etiquete el fondo de los sacos.
4. Limpie la zona de los sacos que van a los extremos.
5. Limpiar la zona de los sacos que van a los extremos.
6. Apilar correctamente para mantener el equilibrio de los sacos.

Un ejemplo de cómo implementar la solución se puede visualizar en las figuras

2.46 y 2.47.



Figura 2.46 Estandarización de ubicación de etiquetas en sacos [Fuente: Elaboración propia]

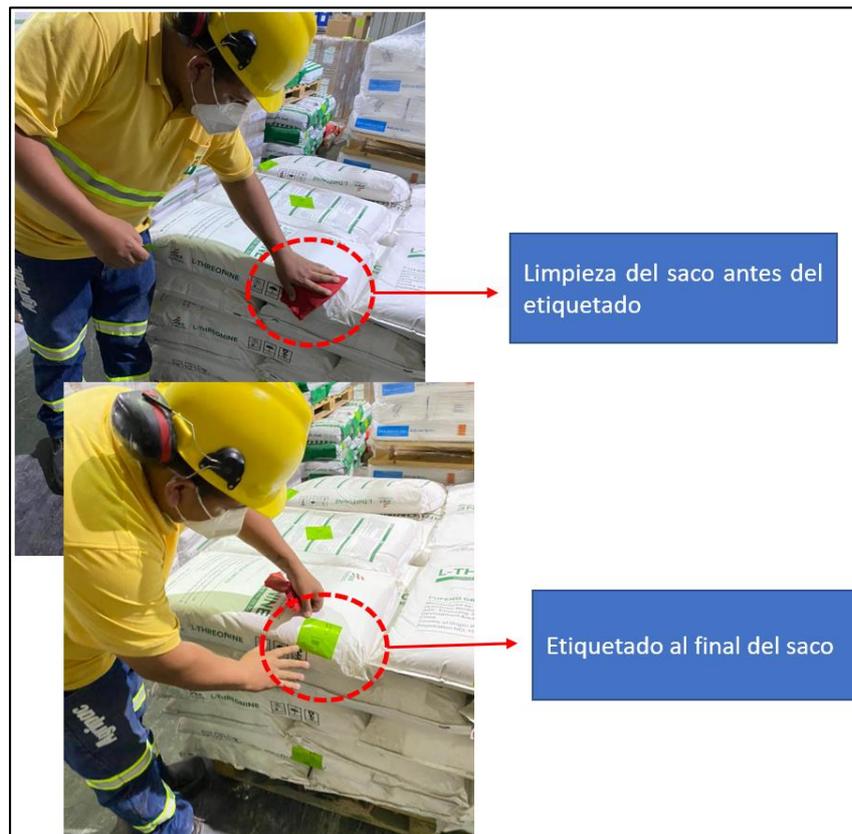


Figura 2.47 Ejemplo de estandarización de ubicación de etiquetas en sacos [Fuente: Empresa de balanceado de alimentos]

2.4.5.2 Seccionar las áreas de acuerdo con las divisiones y establecer bases de 5S

Se analizó el área de vitaminas, por lo que se establece que se debe aplicar bases de la metodología “5S” para llevar un mejor control de las divisiones de los sacos. Dentro de esta solución se propone dividir la ubicación de cada área según esté más cercano a las líneas de producción en tolvas, se evidencia la solución en la figura 2.48.

El proceso para la división de áreas es el siguiente:

1. Seleccionar los sacos correspondientes a la producción en cola
2. Ordenar los sacos según las divisiones correspondientes
3. Limpiar el área de vitaminas donde se deben colocar los sacos
4. Estandarizar el área de cada división en función del número medio de sacos por producción.
5. Clasificar según colores las áreas de las divisiones.
6. Llevar un control diario sobre el uso adecuado de los espacios establecidos

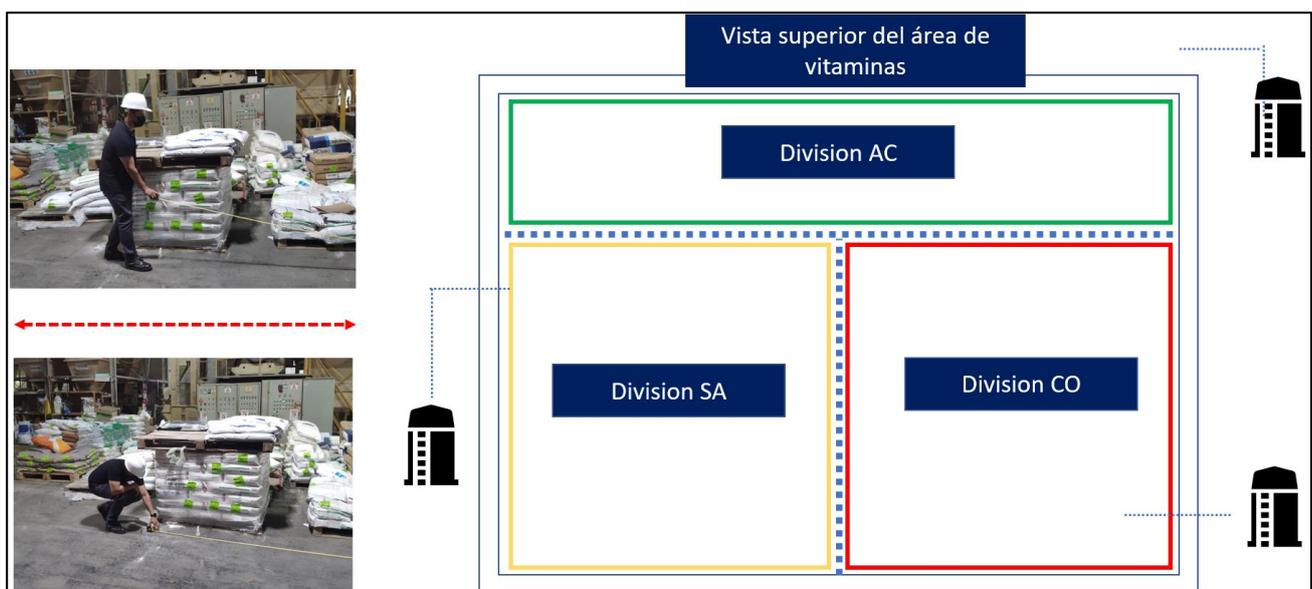


Figura 2.48 Seccionamiento de áreas [Fuente: Elaboración propia]

Saldo inicial [Kg]: el método comenzará con inventario 0 Kg, tolva vacía.

Abastecimiento [Kg]: cantidad que el operador abastece en la tolva.

Consumo real [Kg]: consumo dosificado por el sistema de tolva.

Saldo físico [Kg]: saldo final de inventario en tolva.

El saldo final del turno anterior será el saldo inicial del siguiente turno, por lo que tendrá un stock exacto del aditivo que está utilizando.

2.5 Control

Se realiza un plan de control para una correcta implementación de las soluciones y que los beneficios de esta sean duraderos. En la tabla 2.15, se muestra quienes son los responsables del control y el método para su ejecución.

Tabla 2.15 Plan de control [Fuente: Elaboración propia]

CONTROL PLAN				
Estandarizar el etiquetado y ubicación de los sacos				
Persona que ejecuta la actividad	Persona encargada de controlar	¿Cómo se controlará?	La frecuencia con la que se comprobará	¿Dónde se controlará?
Personal operativo de bodega	Operador de vitaminas	Realizar un listado de verificación cada vez que se despache un lote de producción al área de vitaminas.	Cada vez que se envía un lote de producción.	En el área de vitaminas
Seccionar áreas acordes a las divisiones y establecer bases de 5s				
Persona que ejecuta la actividad	Persona encargada de controlar	¿Cómo se controlará?	La frecuencia con la que se comprobará	¿Dónde se controlará?
Personal operativo de bodega	Asistente de producción	Cada saco se encuentra en la zona asignada correspondiente y con el formato Radar 5S dejado en la implementación	Compruebe periódicamente al menos 2 veces al día.	En el área de vitaminas
Método complementario de medición de stock en tolvas				
Persona que ejecuta la actividad	Persona encargada de controlar	¿Cómo se controlará?	La frecuencia con la que se comprobará	¿Dónde se controlará?
Personal operativo de bodega	Supervisor de producción y asistente de producción	Con las indicaciones especificadas en el manual de uso de los formatos.	Todos los días al final de los turnos correspondientes a la jornada laboral.	En el área de producción

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se realizó un manual de uso donde aborda cada una de las soluciones y las metodologías aplicadas a ellas.

3.1 Estandarización de las etiquetas y ubicación de los sacos

Se realizó un manual de uso de hoja de control para el etiquetado y ubicación, el mismo que evidencia un diagrama de flujo para este proceso en la figura 3.1.

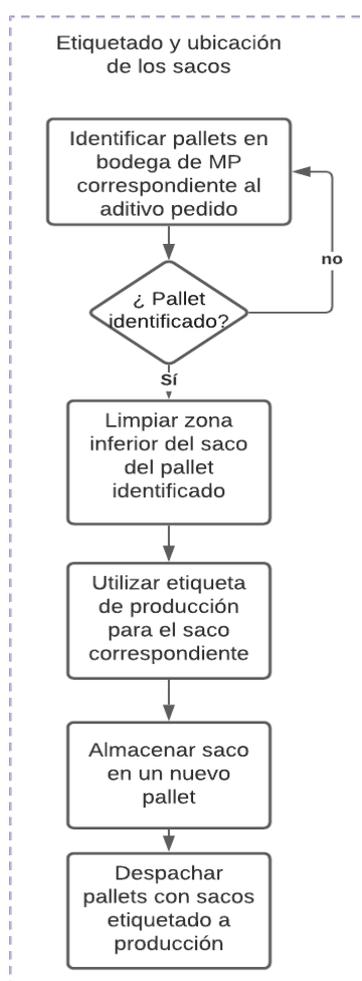


Figura 3.1 Proceso de etiquetado y ubicación de los sacos [Fuente: Elaboración propia]

La cantidad de sacos despachados en el área de vitaminas se va a controlar con el indicador “Etiquetado de saco” el cual será medido por la cantidad de sacos etiquetados por pedido dividido entre la cantidad total de sacos por orden y tendrá que ser utilizado al momento que llega un pallet despachado desde bodega. Con la solución implementada se pudo observar en la figura 3.2 el “antes” y “después” de la situación en la empresa de balanceados.



Figura 3.2 Etiquetado de sacos "antes y después" [Fuente: Elaboración propia]

Se realizó un análisis económico respecto al etiquetado de los sacos, obteniendo resultados positivos en la reducción del costo por diferencia de inventario. Se logró reducir en un 67% el costo anual por diferencia de inventario, tomando en cuenta un tamaño de muestra de 5 días. Los detalles se representan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Tabla comparativa [Fuente: Elaboración propia]

Material	Texto breve de material	Total 1 (Kg SAP)	Kg Kardex	CO	Total 2 (Kardex + CO)	DIFERENCIA (kg)
2003601	CLORUR 25KG	684,28	456,78	38,88	495,66	188,62
2002721	LIPTOCIT 25 KG	1.254,25	873,45	-	873,45	380,80
2003146	ABIQ 25 KG	241,15	177,00	-	177,00	64,15
2004049	AQU O	320,00	210,12	-	210,12	109,88
2003422	PREMI RON	1.024,30	678,45	-	678,45	345,85
2000117	ELI)	67,45	21,15	-	21,15	46,30
2000131	LI PB	360,98	220,76	-	220,76	140,22
2000049	MYCO 1KG	333,59	266,45	18,00	284,45	49,14
2003430	PREM AMARON	971,32	669,34	-	669,34	301,98

3.2 Seccionamiento de área acordes a las divisiones y establecer bases de 5s

Para efectuar de forma correcta esta solución se estableció un plan de implementación para la gestión de la metodología “5S”; en la tabla 3.2 se detallan los materiales requeridos por parte de la empresa, además, se enuncia la actividad a desarrollar, las cantidades necesarias, los responsables, el objetivo de ejecutar cada acción y para qué etapa debe estar listo lo requerido. En el apéndice D se puede encontrar la tabla completa de requerimientos.

Tabla 3.2 Requerimiento de materiales - Seccionamiento de áreas [Fuente: Elaboración propia]

Actividad	Materiales	Cant.	Responsable	Razón	Nota	Para cuándo se debe tener listo
Capacitación personal	Sala de reuniones con condiciones de distanciamiento social para el número de personas del entrenamiento.	1	Agripac	Lugar donde se dará entrenamiento teórico y posteriormente se harán exposiciones por grupo	Regularmente se utiliza la "Sala de reuniones, del área de producción " para capacitaciones	Antes del taller
	Mesas y sillas para participantes	1	Agripac			
	Hojas A4	20	Agripac			
	Marcadores/Proyector/ Computadora	1 c/u	Agripac			

Una vez listos los materiales para la implementación de la metodología, se debe ejecutar las acciones de esta, recordando que el jefe o experto en la zona debe estar presente. Se detalla un poco cada una de las “S” de la metodología:

- ✓ “Seiri” / Organizar. – Se debe separar materiales, herramientas u otros que obstaculicen la zona de trabajo.
- ✓ “Seiton” / Orden. – Se pretende ubicar cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.
- ✓ “Seiso” / Limpieza. – Se debe deshacer de aquello que no esté agregando valor para proceder al siguiente paso.
- ✓ “Seiketsu” / Estandarizar. – Se realizan los cambios pertinentes e igualitarios de la zona, fijándose en aspectos como la ventilación, iluminación y otros.
- ✓ “Shitsuke” / Disciplina. – Es la más importante de las “S” debido a que el objetivo de esta es crear cultura de lo realizado en las etapas anteriores (“Seiri”, “Seiton”, “Seiso”, “Seiketsu”, “Shitsuke”).

Para realizar la etapa “Seiri” / Organizar, se requiere del formato conocido como

“tarjeta roja”, el cual se encuentra en la figura adjunta 3.3. Este se coloca a los ítems que se requiere retirar de las instalaciones.

Fecha: <input type="text"/>	N° <input type="text"/>
TARJETA ROJA 5'S	
Propuesta por <input type="text"/>	Responsable del Área <input type="text"/>
Descripción del Artículo <input type="text"/>	
CATEGORÍA	
<input type="checkbox"/> Máquina / Equipo	<input type="checkbox"/> Materia prima / Empaque
<input type="checkbox"/> Herramienta / Instrumento	<input type="checkbox"/> Producto Terminado
<input type="checkbox"/> Parte eléctrica / Mecánica	<input type="checkbox"/> Otros
Otros comentarios	<input type="text"/>
RAZÓN DE LA TARJETA	
<input type="checkbox"/> Inecesario	<input type="checkbox"/> No urgente
<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Otros
Otros comentarios	<input type="text"/>
ACCIÓN REQUERIDA	
<input type="checkbox"/> Eliminar	
<input type="checkbox"/> Mover al área de tarjetas rojas	
<input type="checkbox"/> Regresar a bodega	

Figura 3.3 Tarjeta roja [Fuente: Elaboración propia]

Una vez colocado las tarjetas rojas a los ítems, se evalúa su salida junto con el dueño de la estación de trabajo y jefe. Posterior a este paso, se realiza un listado de los ítems que serán destinados a otras áreas o con salida permanente. En la tabla 3.3 se evidencia el formato del listado de innecesarios.

Tabla 3.3 Lista de innecesarios [Fuente: Elaboración propia]

LISTA DE INNECESARIOS					
Fecha		Área		Responsable del área	
N° Tarjeta	Código del artículo	Cantidad	Descripción del artículo	Disposición	

En la tabla 3.4 se puede evidenciar un formato de evaluación de “5S” para que al desarrollar puedan realizar una verificación con el listado y corroborar una implementación correcta de la metodología.

Tabla 3.4 Formato de auditoría "5S" [Fuente: Elaboración propia]

		FORMATO DE AUDITORÍA 5'S			Código: xx_xx
					Versión: 01
PLANTA:					RÚBRICA DE EVALUACIÓN
ÁREA:		RESPONSABLE:			Pésimo = 0 Malo = 1 Regular = 2 Bueno = 3 Muy Bueno = 4
FECHA:		SEMANA:			
	No	PARTE A CHEQUEAR	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	CALIFICACIÓN
Seiri [Separar/Despejar] Organización	1	¿Existen artículos innecesarios alrededor del área de trabajo?	¿Existen artículos innecesarios ocupando espacio, maquinarias, equipos, herramientas, materiales?		
	2	¿Existen artículos innecesarios en el área de trabajo, dentro de armarios, escritorios, estantes, equipos?	¿Existen materiales, componentes, herramientas, pertenencias personales, elementos no necesarios para la operación del área auditada?		
	3	¿Se esta gestionando los artículos innecesarios?	¿Han sido removidos, identificados los artículos innecesarios? Están siendo almacenados los artículos con Tarjeta Roja en un lugar específico. El responsable de cada área tiene un listado de los artículos innecesarios.		
	4	¿Se han establecido reglas concernientes a los artículos innecesarios?	¿Existe un procedimiento para disponer los artículos innecesarios? ¿Se realiza la segregación de los mismos? Existen responsables del proceso de Tarjetas Rojas		
	5	¿Están los artículos necesarios en condiciones adecuadas?	¿Están los artículos necesarios en buenas condiciones y en las cantidades adecuadas?		
SUBTOTAL					
Seiton [Establecer límites] Orden	6	¿Existe un lugar específico para todo, esta marcado visualmente?	¿Están definidos, demarcadas, limitadas todas las ubicaciones de elementos del área? (incluye materiales, materias primas, estantes, escritorios, recipientes, pisos, perchas, carteleras, etc) Existe un mapeo de la ubicación y delimitación de las áreas		
	7	¿Tienen los equipos y elementos sus propios nombres en ellos?	¿Están tales ítems marcados con nombre o código de colores para facilitar su identificación? Cantidades, límites de almacenamiento, etc		
	8	¿Las herramientas, pasillos, elementos, son fáciles de usar?	¿Están (las herramientas y documentos) dispuestos de modo que sean fáciles de usar, de retirar y devolver?, ¿Están libres de obstrucciones y/o despejadas?		
	9	¿Las cosas se mantienen dónde se suponen que deben estar?	¿Todos los ítems regresan a su ubicación después de ser usados?		
	10	¿Existe contaminación visual?	¿Existe contaminación visual, instructivos, información caducada, obsoleta o sin actualizar?		
SUBTOTAL					
Seiso [Sacar brillo] Limpieza	11	¿Las áreas se mantienen limpias?	¿Los pisos, estantes y equipos son mantenidos limpios? Se evidencia desperdicios, desechos.		
	12	¿Están los artículos del área limpios?	¿los recipientes, perchas, estaciones de trabajo, carteleras, pasamanos, elementos de limpieza se encuentran limpios?		
	13	¿Las tareas específicas de limpieza han sido asignadas?	¿Existen personas responsables de realizar las operaciones de limpieza, existe un plan?		
	14	¿Está regulado el almacenamiento de los recipientes de desperdicios?	Los recipientes de desperdicios, ¿Son siempre vaciados antes de que se rebosen?		
	15	¿La limpieza se ha convertido en un hábito?	¿Los trabajadores realizan limpieza de piso remoción de suciedades en los equipos sin que se requiera solicitarles, se evidencia el área de forma general limpia?		
SUBTOTAL					

Seiketsu [Establecer Estándares] Estandarización	16	¿Existe ventilación e iluminación apropiada?	¿Es la ventilación e iluminación lo suficientemente adecuada?		
	18	¿Están los materiales y aditivos en el sitio buen estado y limpios?	¿Están los trabajadores vistiendo uniformes de trabajo sucios?, ¿Está el EPP disponible individualmente y bien mantenidos?		
	19	¿Da el área de vitaminas aseo y pulcritud a primera vista?	¿Dan la iluminación, color, diseño y ventilación una atmósfera de trabajo agradable?		
	20	¿Se han establecido reglas, procedimientos para mantener las 3 primeras "S"?	¿Están siendo mantenidas las primeras 3 "s" (Organización, orden limpieza)?		
SUBTOTAL					
Shitsuke [Perseverar] Disciplina	21	¿Facilidades para cumplir?	Se da las facilidades, tiempo para realizar las actividades de 5S		
	22	¿Las auditorías se realizan según lo planeado? Se levantan planes de acción	¿Se cumple el programa de auditorías? ¿Los resultados muestran mejoría? ¿Se hace seguimiento de cumplimiento de las acciones levantadas?		
	23	¿Se establecen acciones para llevar cabo el mejoramiento continuo del sistema?	¿Se da reconocimiento a los equipos de trabajo por su esfuerzo para alcanzar las mejoras?		
	24	¿Conocimiento General?	¿El personal involucrado define correctamente las 5S, conocen las estrategias principales para cumplir con cada una de ellas ?		
	25	¿La gente sigue las reglas de trabajo, regulaciones y los acuerdos?	¿Cada trabajador toma las reglas, regulaciones y acuerdos de una manera seria y profesional?		
SUBTOTAL					
Calificación			CALIFICACIÓN		
De 0a 25 puntos = Pésimo			CALIFICACIÓN ANTERIOR		
De 26a 50 puntos = Malo					
_____ Auditor					
De 51 a 70 puntos = Regular					
De 71 a 90 puntos = Bueno					
De 91 a 100 puntos = Muy Bueno					
_____ Auditado			_____ Jefe de producción		

Para complementar la implementación de la metodología se realizó una gráfica de radar, también conocido como diagrama de araña, de forma que permita llevar un seguimiento de cada una de las etapas. La figura 3.4 permite observar que el promedio entre todas las etapas supera los 15 puntos sobre un total de 20.

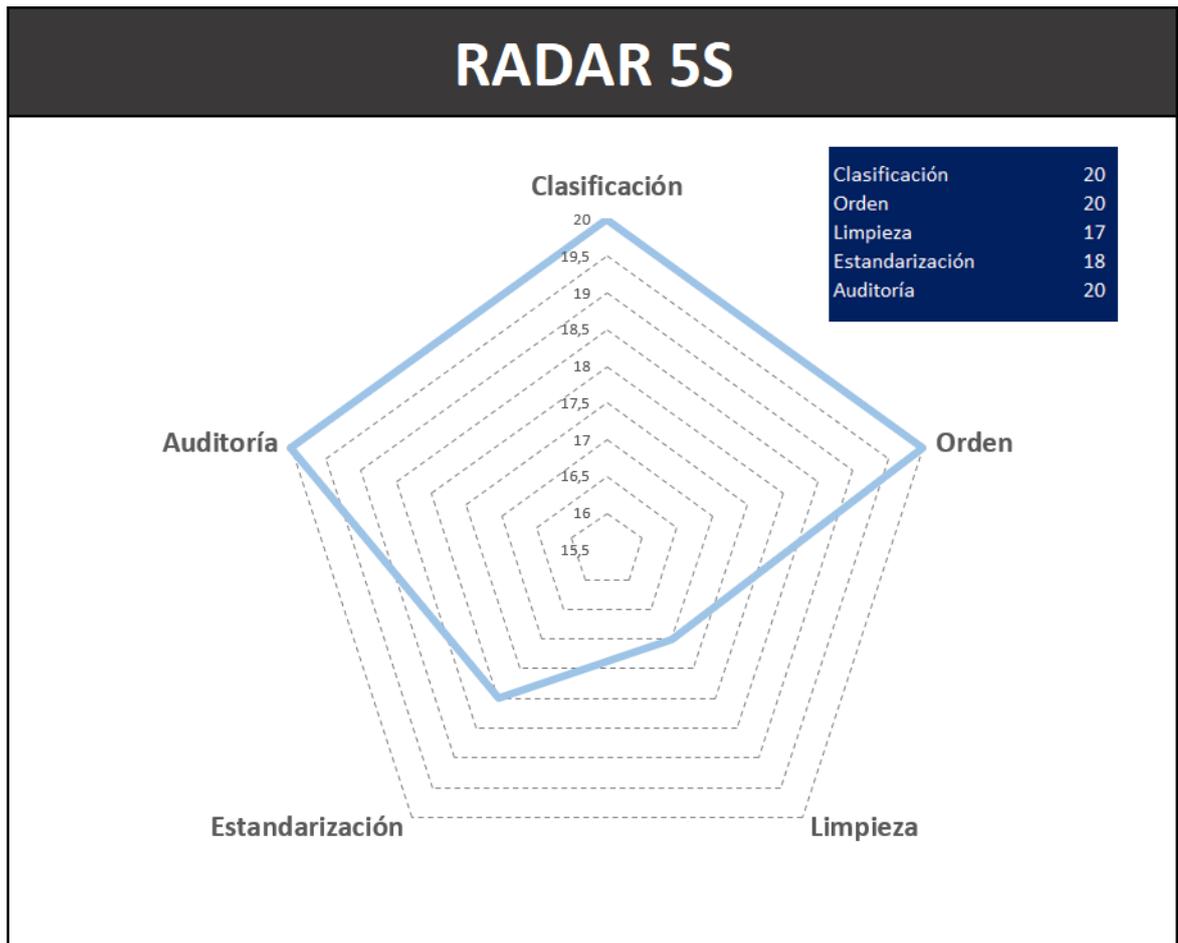


Figura 3.4 Radar 5S [Fuente: Elaboración propia]

Se realizó dos formatos extra para la completar la fase de implementación de la metodología “5S”, los cuales se denominan “JBS JOB BREAKDOWN SHEET - HOJA DE DETALLE DE TRABAJO” y “Plan de control 5S”. El primer formato permite observar gráficamente el avance en cada una de las etapas y proyectar un seguimiento, el segundo formato complementa al primero y menciona los responsables en la ejecución. Se encuentran en las tablas 3.5 y 3.6.

Tabla 3.5 JBS - Hoja de detalle de trabajo [Fuente: Elaboración propia]

JBS JOB BREAKDOWN SHEET - HOJA DE DETALLE DE TRABAJO				
Nombre del proceso:		Realizado por:		Tiempo de Ciclo
Número fase:	Referencias:			
Fecha de revisión:	Herramientas, suministros, equipos de seguridad:			
Ayuda: (diagramas, layout, fotos, dibujos planos, etc.)				
Observaciones:		Símbolos:  Secuencia de trabajo  Medidas de seguridad  Control de calidad  Operación crítica de cliente  Operación crítica de proceso		
Responsable metodos:	Responsable producción:	Recibida formación a operarios:		

Tabla 3.6 Plan de control "5S" [Fuente: Elaboración propia]

PLAN DE CONTROL 5S					
Fecha	Responsable del área		Nombre del Equipo		
Área	Línea				
ÍTEM	QUÉ (Desvios/No conformidad)	DÓNDE	QUIÉN (Responsable)	CÓMO (Actividad a Realizar)	CUÁNDO (Fecha)

3.3 Método complementario de medición de inventario en tolvas

En el manual hay un descriptivo para el método de medición de inventario en tolvas, este es complemento del registro en papel. Se debe considerar que las tolvas deben iniciar con las tolvas vacías, esto con la finalidad de llevar a cabo

mayor exactitud en kg de los aditivos que se utilizarán durante la jornada laboral. También se estableció un formato único para el registro de aditivos en tolvas (Registro manual). En la figura 3.5 se puede evidenciar el formato de registro manual para la medición de inventario en tolvas y en la figura 3.6 se evidencia su complemento en el sistema Excel para el registro de aditivos en tolvas.

FORMATO PARA EL REGISTRO EN PAPEL DE INFORMACIÓN DE LOS ADITIVOS EN TOLVA

↓

KARDEX DE ADITIVOS EN TOLVA

TOLVA #
 LÍNEA #

FECHA	TURNO	CÓDIGO	ADITIVO	SALDO INICIAL (Kg)	ABASTECIMIENTO (Kg)	CONSUMO REAL (Kg)	SALDO FINAL (Kg)	OPERADOR	SUPERVISOR	COMENTARIOS
-------	-------	--------	---------	-----------------------	------------------------	----------------------	---------------------	----------	------------	-------------

Figura 3.5 Formato de registro en papel [Fuente: Elaboración propia]

FORMATO KARDEX DE ADITIVO EN TOLVA

KARDEX DE ADITIVO EN TOLVA #N LÍNEA X

CODIGO	ADITIVO	TURNO	DD	MM	AÑO	SALDO INICIAL (Kg)	ABASTECIMIENTO (Kg)	CONSUMO REAL (Kg)	SALDO FINAL (Kg)	OPERADOR	SUPERVISOR	COMENTARIOS

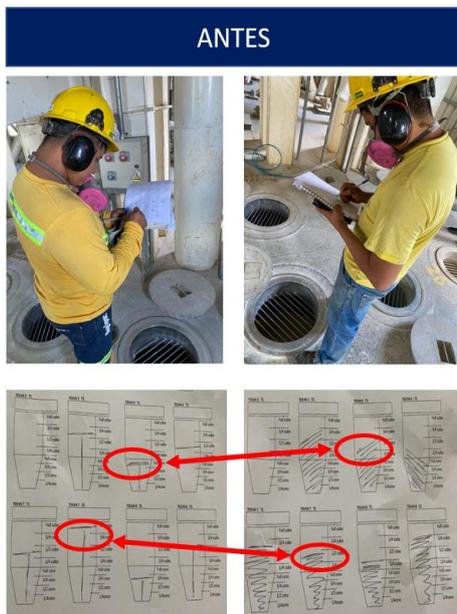
Figura 3.6 Formato de registro en Excel [Fuente: Elaboración propia]

Como se puede observar en la figura 3.7 los ítems de saldo final e inicial son iguales debido a que al finalizar el turno estos siguen una secuencia y el inventario en tolvas continúa con ello.

ADITIVO	DD	MM	AÑO	SALDO INICIAL (Kg)	ABASTECIMIENTO (Kg)	CONSUMO REAL (Kg)	SALDO FINAL (Kg)
BIQUIN 25 KG	17	8	2021	0	750	640.45	109.55
BIQUIN 25 KG	18	8	2021	109.55	900	865	144.55
BIQUIN 25 KG	19	8	2021	144.55	567	567.1	144.45
BIQUIN 25 KG	20	8	2021	144.45	731	743.2	132.25
BIQUIN 25 KG	21	8	2021	132.25	1034	901.5	264.75
BIQUIN 25 KG	22	8	2021	264.75	600	500.21	364.54
BIQUIN 25 KG	23	8	2022	364.54	800	700.28	464.26
BIQUIN 25 KG	24	8	2023	464.26	730	891	303.26
BIQUIN 25 KG	25	8	2024	303.26	890	1032	161.26
BIQUIN 25 KG	26	8	2025	161.26	500	643	18.26
BIQUIN 25 KG	27	8	2026	18.26	470	463	25.26
BIQUIN 25 KG	28	8	2027	25.26	845	854	16.26
BIQUIN 25 KG	29	8	2028	16.26	1021	1025.95	11.31

Figura 3.7 Ejemplo de registro en Excel [Fuente: Elaboración propia]

Se logró evidenciar un cambio en la exactitud de los datos, anteriormente se realizaba de forma visual el llenado de las tolvas y por niveles; con el nuevo formato se eliminó esa tarea para el operador de producción y la fórmula involucrada en Excel permite observar el dato numérico con exactitud. Evidencia del antes y después en la figura 3.8.



DESPUÉS (Excel Program)

CÓDIGO	TURNO	ADITIVO	DD	MM	AÑO	SALDO INICIAL (Kg)	ABASTECIMIENTO (Kg)	CONSUMO REAL (Kg)	SALDO FINAL (Kg)	OPERADOR	SUPERVISOR	COMENTARIOS
2003146	1	ABQUIN 25 KG	17	8	2021	0	750	640.45	109.55	Carlos Huason	Johnny Bustamante	
2003146	2	ABQUIN 25 KG	18	8	2021	109.55	900	865	144.55	Ricardo Zaverza	Karen Veliz	
2003146	1	ABQUIN 25 KG	19	8	2021	144.55	567	567.1	144.45	Carlos Huason	Johnny Bustamante	
2003146	2	ABQUIN 25 KG	20	8	2021	144.45	731	743.2	132.25	Ricardo Zaverza	Karen Veliz	
2003146	1	ABQUIN 25 KG	21	8	2021	132.25	1034	901.5	264.75	Carlos Huason	Johnny Bustamante	
2003146	2	ABQUIN 25 KG	22	8	2021	264.75	600	500.21	364.54	Ricardo Zaverza	Karen Veliz	
2003146	1	ABQUIN 25 KG	23	8	2022	364.54	800	700.28	464.26	Carlos Huason	Johnny Bustamante	
2003146	2	ABQUIN 25 KG	24	8	2023	464.26	730	891	303.26	Ricardo Zaverza	Karen Veliz	
2003146	1	ABQUIN 25 KG	25	8	2024	303.26	890	1032	161.26	Andrés Villaverde	Diana Mirella	
2003146	2	ABQUIN 25 KG	26	8	2025	161.26	500	643	18.26	Diego Salas	Santiago Castro	
2003146	1	ABQUIN 25 KG	27	8	2026	18.26	470	463	25.26	Andrés Villaverde	Diana Mirella	
2003146	2	ABQUIN 25 KG	28	8	2027	25.26	845	854	16.26	Diego Salas	Santiago Castro	
2003146	1	ABQUIN 25 KG	29	8	2028	16.26	1021	1025.95	11.31	Andrés Villaverde	Diana Mirella	

KARDEX ADITIVOS TOTAL RESUMEN TOLVAS

CÓDIGO	ADITIVOS	FUNDAS	PESO KG / FUNDA	TOLVAS MP	KG SUELTOS	KG TOTAL	DIVISION
2003146	ABQUIN 25 KG	5	25	11.31	12.45	148.76	AC
2004036	ALFAPIR ANACARBICO 90%N	4	25	0	13.25	113.25	SA
2003920	ADINNOX P 25.51	3	25	12.45	67.5	154.95	CO
2002783	ADVONOX 25 KG	4	25	0	25	100	SA
2003442	ADVANTAGE TERMINACION	3	25	0	56.3	131.3	SA
2000332	ALSYME SSF	8	25	0	58.4	258.4	AC
2004049	AGUIA 15%O	6	10	31.5	91.5	91.5	SA-AC
2002515	AQUAFORM	25	45.3	0	45.3	45.3	AC
2004750	AQUAVI MET - MET (DL-METIONIL - METIONINA)	8	25	0	56.7	256.7	AC
2004026	AVIAX PLUS	7	25	53.4	228.4	228.4	SA
2003965	AVIAX PREMIX 5%	7	25	45.3	220.3	220.3	SA
2004601	BETAFLAV MET	8	25	0	66.8	266.8	SA-AC

Figura 3.8 Medición de inventario en tolvas "antes y después" [Fuente: Elaboración propia]

El objetivo de reducir los costos por diferencia de inventario se evaluó mediante una toma de muestra de 5 días antes de la implementación de las mejoras y posterior a ello 5 días después de la implementación de las mejoras. Obteniendo un resultado general de 48% como porcentaje de reducción en los valores que se muestran en las tablas 3.7 “antes” y 3.8 “después”.

Tabla 3.7 Costos de inventario en tolvas "antes" [Fuente: Elaboración propia]

Material	Texto breve de material	Total 1 (Kg SAP)	Kg Kardex	CO	Total 2 (Kardex + CO)	DIFERENCIA (kg)
2003601	CLORUR 25KG	684,28	456,78	38,88	495,66	188,62
2002721	LIPTOCIT KG	25 1.254,25	873,45	-	873,45	380,80
2003146	ABIQ 25 KG	241,15	177,00	-	177,00	64,15
2004049	AQU O	320,00	210,12	-	210,12	109,88
2003422	PREMI RON	1.024,30	678,45	-	678,45	345,85
2000117	ELI)	67,45	21,15	-	21,15	46,30
2000131	LI PB	360,98	220,76	-	220,76	140,22
2000049	MYCO 1KG	333,59	266,45	18,00	284,45	49,14
2003430	PREM AMARON	971,32	669,34	-	669,34	301,98

Tabla 3.8 Costos de inventario en tolvas "después" [Fuente: Elaboración propia]

Material	Texto breve de material	Total 1 (Kg SAP)	Kg Kardex	CO	Total 2 (Kardex + CO)	DIFERENCIA (kg)
2003601	CLORUR 25KG	721,58	560,34	21,34	581,68	139,9
2002721	LIPTOCIT KG	25 856,80	700,23	71,34	771,57	85,23
2003146	ABIQ 25 KG	320,45	267,47	-	267,47	52,98
2004049	AQU O	320,00	230,55	3,45	234,00	86
2003422	PREMI RON	1.024,30	950,42	-	950,42	73,88
2000117	ELI)	74,36	66,34	2,10	68,44	5,92
2000131	LI PB	360,98	256,70	-	256,70	104,282
2000049	MYCO 1KG	333,59	281,12	30,78	311,90	21,69
2003430	PREM AMARON	971,32	689,91	-	689,91	281,413

3.4 Resultados de pilares de sostenibilidad

3.4.1 Pilar Social

Se realizó una pequeña encuesta de tres preguntas a seis colaboradores de la empresa, se enlistan a continuación:

1. ¿Cómo calificaría el manejo de información de los aditivos usados (SAP y Área de producción)?
2. ¿Cómo calificaría usted el manejo actual de los sacos de aditivos?
3. ¿Cómo calificaría usted el manejo actual de la cantidad de stock en tolvas?

Las calificaciones otorgadas son valores entre 1 y 5, siendo 1 el más bajo y 5 el valor más alto. En las tablas 3.9 y 3.10 se evidencia la calificación la metodología en la situación “antes” y luego en la situación “después” respectivamente.

Tabla 3.9 Calificación pilar social "antes" [Fuente: Elaboración propia]

ANTES			
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Operador 1	2	3	3
Operador 2	3	2	2
Operador 3	2	2	3
Operador 4	2	3	3
Operador 5	3	2	2
Operador 6	1	2	1
Moda	2	2	3

Tabla 3.10 Calificación pilar social "después" [Fuente: Elaboración propia]

DESPUES			
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Operador 1	4	3	5
Operador 2	4	5	5
Operador 3	5	5	4
Operador 4	3	4	5
Operador 5	4	3	4
Operador 6	4	5	5
Moda	4	5	5

En la figura 3.9 se evidencia gráficamente las calificaciones otorgadas por los colaboradores.

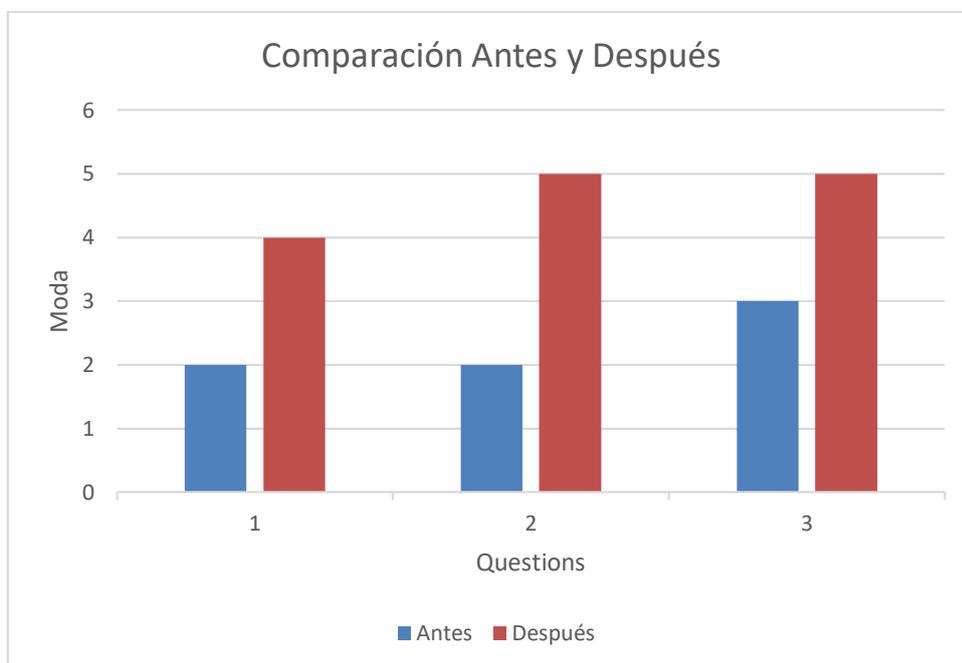


Figura 3.9 Comparación pilar social "antes y después" [Fuente: Elaboración propia]

3.4.2 Pilar económico

En el aspecto económico se logró una reducción de costos en un 60% a nivel general, con las soluciones implementadas. En la tabla 3.11 se evidencian los valores respectivos.

Tabla 3.11 Costos por diferencia de inventario - pilar económico [Fuente: Elaboración propia]

Soluciones	Antes	Después	% Reducción
Estandarización del etiquetado y ubicación de los sacos	\$ 2.322,00	\$ 774,00	67%
Medición de stock en tolvas	\$ 1.165,96	\$ 610,10	48%
Total	\$ 3.487,96	\$ 1.384,10	60%

3.4.3 Pilar ambiental

El liptocitro, es un aditivo que afecta en un 34% a los pulmones de las personas al ser inhalado, con la ayuda del nuevo método complementario de stock en tolvas, se logra reducir en un 45% la afectación los pulmones a los operadores porque ahora se obtiene la cantidad exacta del aditivo, y a su vez no necesitan abrir las tolvas para conocer el stock final.

En la tabla 3.12 se evidencia que los valores después de la mejora son menores, dando una diferencia de 143 kg en promedio con la situación anterior.

Tabla 3.12 Crecimiento de Liptocitro - pilar ambiental [Fuente: Elaboración propia]

Crecimiento de Liptocitro	Situación Antes (kg promedio semanal)	Situación después (kg promedio semanal)
Reducción en tolvas (Kg)	234,55	95,45
Reducción en piso de producción (kg)	8,56	4,56
Total	243,11	100,01
Diferencia entre Antes y Después	143,1	

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se consigue una reducción del 45% aplicando el método complementario de medición de stock en tolvas para los aditivos.
- Se consigue una reducción del 67% al estandarizar el etiquetado y la ubicación de los sacos de aditivos.
- Con respecto al pilar ambiental se tuvo una mejora por la no inhalación del aditivo “liptocitro”, el cual afecta a los pulmones de las personas en un 37%, se redujo en un 47%.

4.2 Recomendaciones

- Aplicar la solución propuesta para dividir el área de vitaminas en divisiones.
- Adquirir una herramienta más eficaz (flexómetro) para la medición de stock en tolvas.
- Implementar la metodología de medición de tolvas de la línea 12 para la línea 2-9-11, cómo ubicar las tolvas y complementarla con una medición automatizada en Excel.

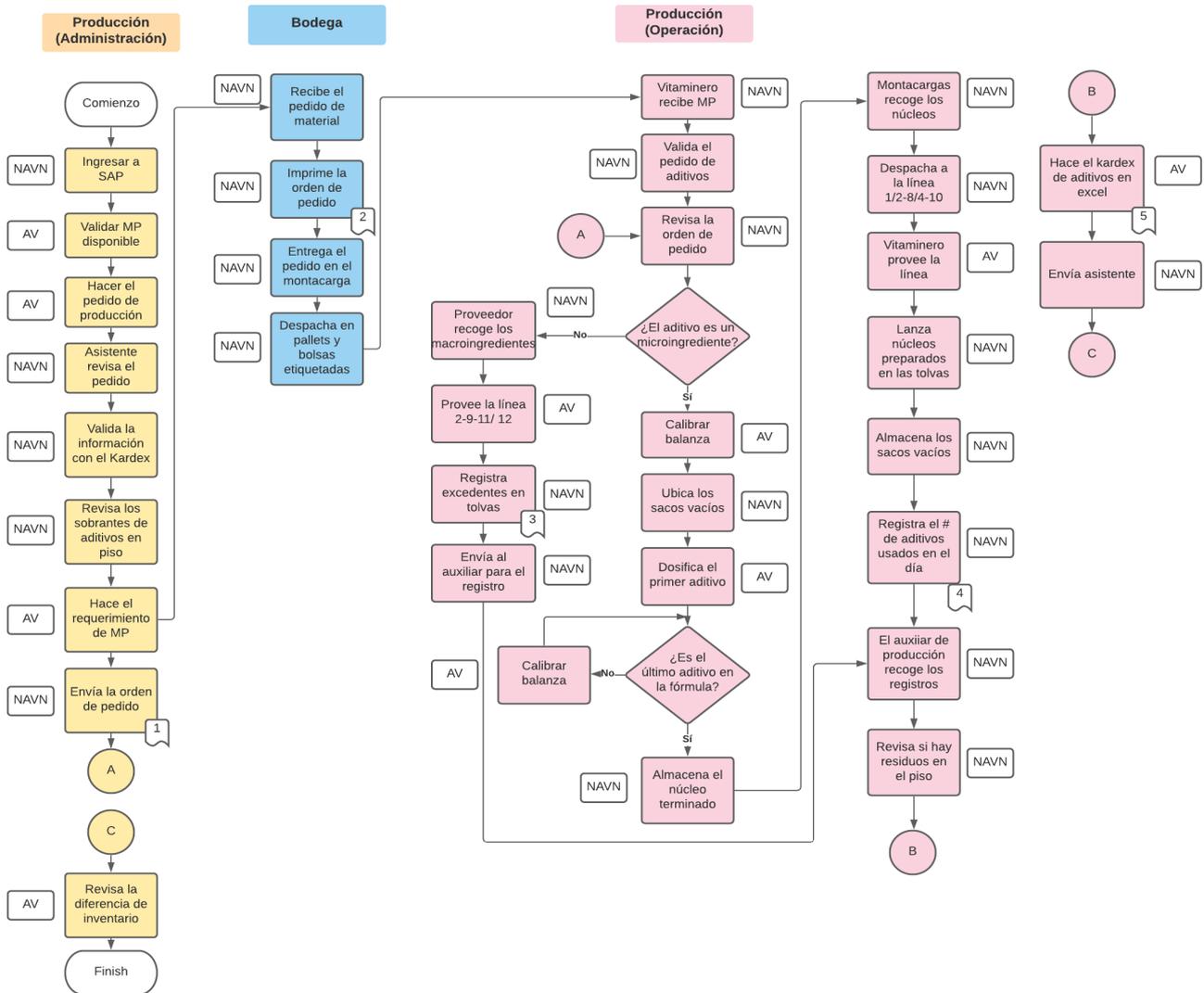
BIBLIOGRAFÍA

- Chapman, S. N. (2016). *Planificación y control de la producción*. México: PEARSON Prentice Hall.
- García, B. (2018). *La pérdida desconocida, quién y cómo roba en España*. Obtenido de <http://derecho.isipedia.com/miscelanea/la-perdida-desconocida/02-la-diferencia-de-inventario>
- Grotz, S. (2018). La voz del cliente y Lean Six Sigma. *creativa*, 2-3.
- Kaoudom, N., Tritippayanipa , Y., & Ninlawan , C. (2019). Using DMAIC Methodology to Reduce Defects in Sport Bar Products. *IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, 852-855. doi:10.1109/IEA.2019.8715225
- Sandrine, G. (2020). A Critical to Quality (CTQ) Tree Helps Businesses Define and Meet Customer Needs. *Six Sigma Daily*. Obtenido de <https://www.sixsigmadaily.com/critical-to-quality-ctq-tree-definition-example/>
- Sandrine, G. (2020). SIPOC – Mapa de proceso a alto nivel. *CALETEC*. Obtenido de <https://www.caletec.com/otros/sipoc-mapa-de-proceso-a-alto-nivel/>
- Vázquez, L. (2015). Kardex: ¿Qué es? ¿Para qué sirve? *Empresa&economía*. Obtenido de <https://empresayeconomia.republica.com/aplicaciones-para-empresas/kardex-que-es.html>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Diagrama funcional del proceso enfocado



- 1 Order production
- 2 Print material order
- 3 Register surplus in chutes
- 4 Quantity of additives dosed
- 5 Make kardex

APÉNDICE B

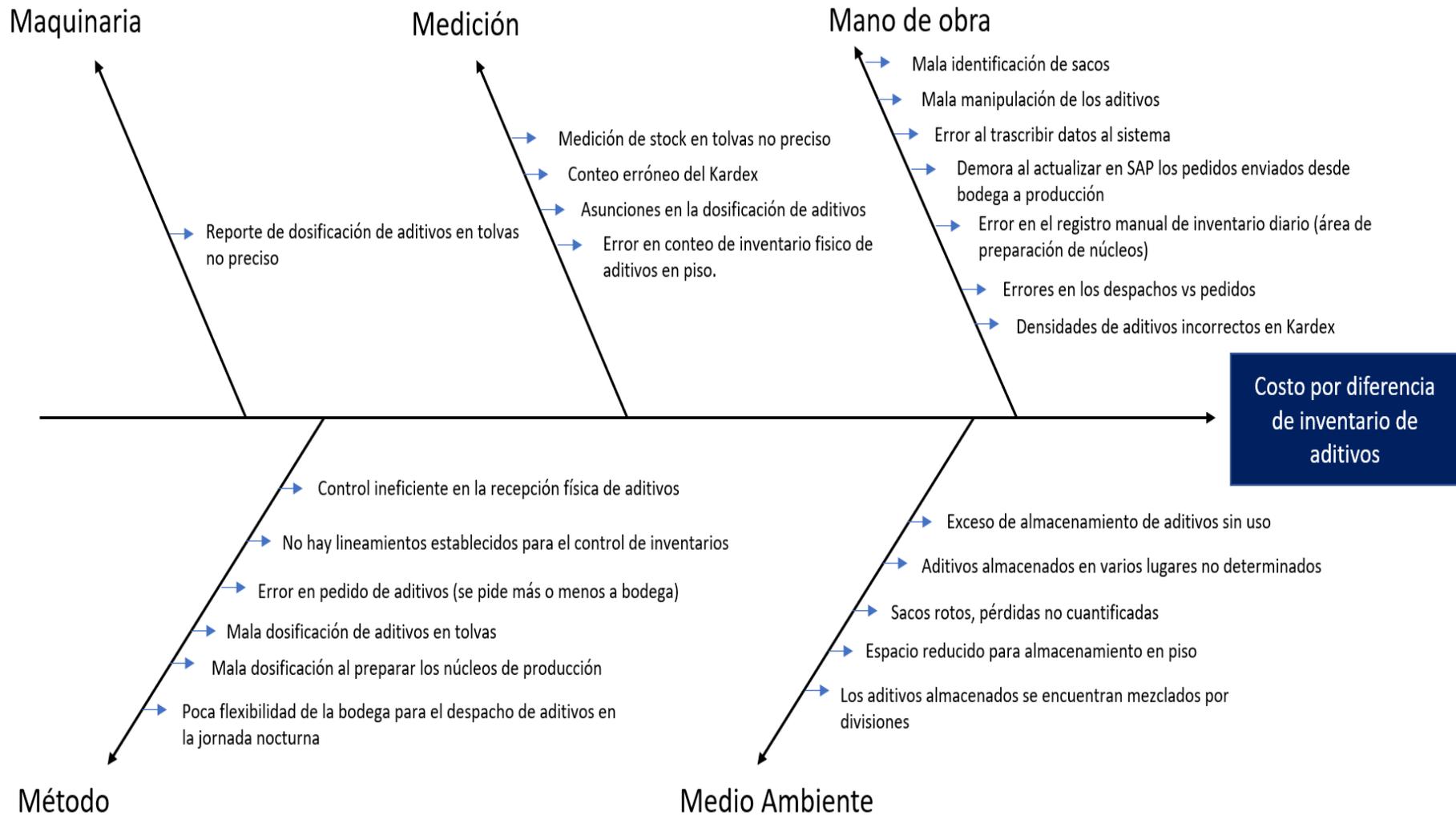
Lluvia de ideas de causas

No	Causa	Participante
1	Sacos rotos o dañados	Jefe de producción
2	Errores en despacho, transferencia no válida	Jefe de producción
3	No hay control de inventario o procedimiento	Jefe de producción
4	Error en liquidación de materiales	Jefe de producción
5	La medición de las existencias en tolvas no es exacta	Jefe de producción
6	Transferencias incorrectas en el sistema	Jefe de producción
7	Mal etiquetado de sacos	Jefe de producción
8	Falta de control en la transferencia por parte de los aditivos SAP	Jefe de producción
9	Supuestos de suministros en tolvas	Jefe de producción
10	Falta de control de la recepción física de los aditivos	Jefe de producción
11	No se solicita lo que es necesario para pedir	Operadores de producción
12	Errores en los pedidos	Operadores de producción
13	Manejo incorrecto del montacargas	Operadores de producción
14	Diferencias en la recepción de los aditivos	Operadores de producción
15	Falta de balanzas digitales en la zona de las vitaminas	Operadores de producción
16	Trasposos pendientes de bodega a producción	Asistentes de producción
17	Apertura de bodega en la noche	Asistentes de producción
18	Conteo errado del auxiliar	Asistentes de producción
19	Reporte de dosificación en tolvas	Asistentes de producción
20	Calibración periódica de las balanzas	Asistentes de producción
21	Habilidades del operador	Asistentes de producción

22	Error en el Kardex	Asistentes de producción
23	Actualización diaria del Kardex	Asistentes de producción
24	Diferencias que se arrastran a lo largo del mes y no se regularizan	Asistentes de producción
25	Error en el inventario manual reportado	Asistentes de producción
26	Mala dosificación de núcleos	Asistentes de producción
27	No hay un control de la dosificación en tolvas	Asistentes de producción
28	Falta de identificación para productos similares	Supervisores de producción
29	Desorden en la zona de aditivos	Supervisores de producción
30	Almacenaje de aditivos en varios lugares de bodega (sin control)	Supervisores de producción
31	Confusión al utilizar sacos	Supervisores de producción
32	Espacio reducido para el almacenaje de aditivos	Supervisores de producción
33	No hay clasificación por división de aditivo	Supervisores de producción
34	Falta de identificación de aditivos	Supervisores de producción

APÉNDICE C

Diagrama de Ishikawa



APÉNDICE D

Tabla de requerimiento de materiales

Actividad	Materiales	Cantidad	Responsable	Razón	Nota	Para cuándo se debe tener listo
Capacitación personal	Sala de reuniones con condiciones de distanciamiento social para el número de personas del entrenamiento.	1	Agripac	Lugar donde se dará entrenamiento teórico y posteriormente se harán exposiciones por grupo	Regularmente se utiliza la "Sala de reuniones, del área de producción " para capacitaciones	Antes del taller
	Mesas y sillas para participantes	1	Agripac			
	Hojas A4	20	Agripac			
	Marcadores/Proyector/Computadora	1 c/u	Agripac			
Entrenamiento práctico materiales generales	Escobas	3	Agripac	Materiales requeridos para la implementación práctica del 5s	Regularmente la bodega de repuestos de MP, tiene los materiales requeridos para el entrenamiento práctico	Antes de la Implementación 5s
	Pala (recogedor)	1	Agripac			
	Cinta amarilla para rotular áreas	1	Agripac			
	Libras de waype	2	Agripac			
	Tarjetas rojas	20	Agripac			
	Espátula 4"	1	Agripac			
	Lija de fierro 36 y 60	2	Agripac			
	Galón de pintura	1	Agripac			
	Galón diluyente	1	Agripac			
	Rollos de cinta de papel 3/4	3	Agripac			
	Brochas	3	Agripac			
Foto de Integrantes / Área de vitaminas	Celular	1	Equipo de trabajo	Evidencia del equipo y tomar Situación actual del área donde se implementará 5s		Antes de la Implementación 5s
Auditoría Inicial y final	Impresión formato de auditoría	1	Equipo de trabajo	Formato donde se realizará auditoría previa a implementación 5s		Durante / después de

	Impresión formato RADAR 5S	1	Equipo de trabajo	Formato donde se colocará resultados de auditoria previa a implementación 5s		implementación 5s
1S Clasificar	Hojas A4 - Impresión de 6 tarjetas Rojas por hoja previa	2	Equipo de trabajo	Formato de tarjetas rojas con las que se hará la simulación con los equipos		
	Hoja A4 - Impresión de Lista de innecesarios	1	Equipo de trabajo	Lista que arma el líder de equipo de los innecesarios encontrados en el área		
	Hoja A4 - Impresión del Foto del Antes	1	Equipo de trabajo	Fotos de cómo se encuentra área antes de la simulación		
	Hoja A4 - Impresión del Foto del Después, con el área sin los innecesarios, áreas despejadas.	1	Equipo de trabajo	Fotos de cómo se encuentra área después de la simulación		
	Hoja A4 - Impresión de fotos de innecesarios con tarjetas rojas	1	Equipo de trabajo			
	Hoja A4 - Impresión de foto Tesoros encontrados	1	Equipo de trabajo			
2s Orden	Impresión de foto antes de la implementación	1	Equipo de trabajo	Para identificar como se encuentra el área		Durante implementación 5s
	Listado de aditivos según clasificación AC, CO y SA	1	Equipo de trabajo	Para mantener un orden específico de los aditivos		
3S Limpieza	Implementos de limpieza	xx	Agripac		Hay que asegurar que se tengan todas las herramientas de limpieza del área donde se realiza el entrenamiento	Durante la implementación 5s
4S Estandarización	Hoja A4 - Impresión Formato JBS - Instructivo de Limpieza	1	Equipo de trabajo	Para obtener un instructivo de limpieza		Durante la implementación 5s

	Hoja A4 - Impresión del Foto del Antes, si es que se tiene algún procedimiento o estándar.	1	Equipo de trabajo	Si es que aplica		Durante la implementación 5s
5S Auditoría final	Hoja A4 - Impresión Formato Plan de Acción que solucione los puntos débiles de la auditoria inicial	1	Equipo de trabajo			Después implementación 5s
	Hoja A4 en blanco - Conclusiones, reflexión / Agradecimiento	1	Equipo de trabajo			