

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación

**Estudio de caso: Desarrollo de una metodología (DMAIC o Seis Sigma)
para evaluación de mermas de materia prima en la planta de alimentos
balanceados de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

Estudiante

Maria Gabriela Blandón López

Asesores

Raúl Espinal, Ph.D.

Edward Moncada, Mtr.

Honduras, julio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Figuras	5
Índice de Anexos	6
Resumen	7
Introducción.....	9
Metodología.....	14
Conclusiones	37
Recomendaciones.....	38
Referencias.....	39
Anexos.....	41

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Diferencias entre Six Sigma y Manufactura Esbelta.....	34
Cuadro 2 Etapa 1 de diseño metodológico.....	34
Cuadro 3 Etapa 2 de diseño metodológico.....	35
Cuadro 4 Etapa 3 de diseño metodológico.....	35

Índice de Figuras

Figura 1 Etapas de la cadena de suministro.....	16
Figura 2 Ventajas de una buena distribución en el almacenamiento.....	17
Figura 3 Ventajas de una buena distribución en el almacenamiento.....	20
Figura 4 Ventajas de una buena distribución en el almacenamiento.....	22
Figura 5 Diagrama causa-efecto o diagrama de Ishikawa.....	24
Figura 6 Diagrama de los cinco porqués.	25
Figura 7 Interrelación entre elementos del concepto “Hot”	26
Figura 8 Diagrama de nube de evaporación.	28

Índice de Anexos

Anexo A Cuadro por utilizar para determinar perdidas monetarias en la planta de alimentos balanceados en Zamorano (materia prima en bodega).....	41
Anexo B Cuadro para utilizar para determinar Mermas monetarias de producto final en la planta de alimentos balanceados de Zamorano	43
Anexo C Check list de inspección de bodega utilizado actualmente en la planta de alimentos balanceados en Zamorano.....	44
Anexo D Ejemplo de uso de Diagrama causa-efecto o Diagrama Ishikawa para determinar posibles causas a la problemática de mermas en la planta alimentos balanceados de Zamorano.....	47
Anexo E Ejemplo de análisis de los cinco porqués en base a diagrama causa-efecto o Diagrama Ishikawa.....	48

Resumen

La Planta de Concentrados para consumo animal de la Escuela Agrícola Panamericana está dedicada a la producción de alimentos balanceados. Las empresas de esta naturaleza deben estar a la vanguardia de la mejora continua de su producción, lo que incluye la utilización efectiva de los recursos. Tomando en cuenta todos los puntos relevantes de la producción y teniendo conocimiento de que para desarrollar una metodología se debe de conocer la visión de la empresa y su objetivo de producir, se investigaron las distintas causas de mermas y las metodologías usadas por distintas empresas para la efectividad de sus procesos y el aumento de sus ganancias. Al momento de medir mermas, no hay una metodología fija en la que se puede confiar al cien por ciento, pero se puede desarrollar la que mejor se ajuste al proceso de producción. Merma se refiere a la cantidad de producto que se obtiene al limpiar el ingrediente a usar y que no se utiliza directamente en la receta, aunque puede ser reutilizada en otras preparaciones. Para contrarrestar esto se presenta un diseño metodológico basado en el método Seis Sigma la cual es una implementación rigurosa cuyo objetivo es mejorar el rendimiento de procesos al disminuir costos, este permite medir y reflejar el control que se tiene en cualquier proceso. Se sabe que el cambio de hábitos dentro de una organización representa retos basados en fuertes liderazgos y de planificaciones rígidas. La secuencia de trabajo para el empleo de la metodología se ve desarrollada en el siguiente estudio y propuesta de diseño con el fin de mejorar la producción y prevenir las mermas en la planta de concentrados para consumo animal de Zamorano.

Palabras clave: Calidad, mejora continua, proceso, producción.

Abstract

The Plant of Concentrated Feed for Animal Consumption in Escuela Agricola Panamericana, is dedicated to the production of balanced food. Companies and many areas of industry are always at the forefront to a continuous improvement on production, which means the use of an effective way of using resources. Taking in consideration every relevant area of production, improving knowledge to develop a methodology, and taking in consideration the objectives of the company. The different causes of losses and the methodologies used by different companies for the effectiveness of their processes and increase of their processes and the increase of their profits on investigation. When measuring waste, there is no a standard methodology that can be trusted in a hundred percent, but the one that best fits the production process can be developed. Waste refers to the amount of product that is obtained when cleaning the ingredient to be use and that is not use directly in the recipe, although it can be reuse in other preparations. Loss is also the physical disappearance of materials because of physical or chemical reactions carried out during the production of a product, for example, evaporation. It is know that changing habits within an organization represents challenge based on strong leadership and rigid planning. The sequence of work for the use of the methodology is develop in the following study showing the design proposal in order to improve production and prevent wastage at the Plant of Concentrated Feed for Animal Consumption of Escuela Agricola Panamericana.

Keywords: Continuous improvement, process, production, quality.

Introducción

A través de los años, la industria de alimentos balanceados ha sido fiel atrayente de los desbalances administrativos y de inventarios, siendo esto la causa de muchas pérdidas y mermas en los distintos sistemas de producción y operaciones. Las mermas y robos no son delitos que se conocen hace pocos años, son tan antiguos como los mismos sistemas convencionales de producción. La prevención de mermas como una oportunidad de ventaja competitiva en el mercado, comenzó a tomar un papel importante por primera vez en Europa a principios de la década del 2000 (Pastene 2018), en aquel entonces se estimó que la pérdida para los minoristas, así como para sus proveedores, representaba una pérdida neta de 18 billones de euros anuales, los que correspondían al 2,31% de los ingresos anuales del sector.

El comercio ha sido protagonista de fuertes aumentos de productividad en la última década (Leiva 2018). En 1952 se fundó un nuevo concepto de “Grandes Almacenes”, en los que la mercadería ya no era apilada en bodegas o estantes, si no que se dejaba a libre vista, lo que provocó altos índices de robos y hurtos en los locales comerciales. Sin embargo, hasta la década de los 50’s el comercio impuso su organización, el cual incluía medidas de control, lo que ayudaba a identificar las irregularidades que pasaban en las operaciones o bien en los almacenamientos y sus respectivos controles. Si bien es cierto, actualmente las mayores pérdidas que se producen en una empresa son por mermas causadas durante el almacenamiento o en procesamiento.

Leonardo Coca Palacios comentó en el 2017, a través de la revista “Productor Agropecuario”, que en el mundo más de 1,300 millones de toneladas de comida son desperdiciadas al año, del cual, 30% son pérdidas de cereales que se producen por la falta de infraestructura para su correcto almacenamiento, lo que equivale a 763 millones de cajas de alimentos. De estas pérdidas, el 20% es de legumbres y oleaginosas debido a que cada año un 22% de la producción mundial de legumbres y oleaginosas se pierde o se desperdicia por el mismo consumidor.

La Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) habla de la posible reducción de estos desperdicios si se mejoraran los sistemas logísticos enfocados en la producción, almacenamiento y transporte de los productos, en especial de los perecederos.

En el año 2010, se desarrolló una metodología para cuantificar mermas en la planta de alimentos balanceados de Zamorano, la cual utilizó el método de calidad causa y efecto. Asencio en el 2010, visualizó el flujo de proceso durante tres meses para realizar esta investigación. El diagrama de causa y efecto pretende determinar posibles causas de mermas en la planta, así como agruparlas en diferentes categorías y proporcionar el correcto entendimiento del problema y sus posibles soluciones. Con esta metodología se determinó el porcentaje de merma en el año 2010 de la planta de concentrados de Zamorano. Asencio determinó, que la metodología causa y efecto reduce el tiempo de estimación de mermas para la planta de concentrados de Zamorano (Asencio 2010).

La planta de concentrados de la Escuela Agrícola Panamericana, está dedicada a la producción de alimentos balanceados. Un alimento balanceado para animales es la mezcla de productos de origen vegetal o animal en su estado natural (frescos o conservados), los cuales son derivados de un procesamiento industrial o sustancias orgánicas o inorgánicas, pueden contener o no aditivos (P. L. A. Joseph 1992).

La cuantificación y el control de las mermas que surgen desde los procesos de recepción de productos hasta el procesamiento del mismo es de total importancia para una empresa o planta productiva. Todas las empresas, a lo largo del flujo de proceso de producción sufren mermas de diferente índole para obtener un producto final. Estas mermas, por lo general, no son observadas por los operarios, ya que se presentan como polvo durante el transporte, como daños por plagas, pérdidas de humedad o durante el secado (Caro 1998). Para cada empresa las mermas son distintas, por ello no es fácil determinar una metodología exacta para dichas mermas. Las mermas no se pueden eliminar totalmente, pero si es posible controlarlas a cierto nivel. Es de suma importancia el determinar las áreas específicas donde ocurren las mermas, para mejorar la eficiencia en la

producción y reducir pérdidas económicas que esto pueda provocar. Para tal fin, se requiere determinar una metodología aplicada para contrarrestar las mermas físicas del proceso. En los últimos años, el aumento paulatino del costo de la materia prima ha afectado de manera directa los costos de elaboración de una empresa (Avila 2017). Al momento de desarrollar diagnósticos para obtener parámetros de comparación sobre la realidad de la producción, estos se han basado en información de mala calidad, puesto que no muestran los resultados a tiempo, lo que provoca no poder dar un seguimiento ni análisis de los resultados. La utilidad de realizar diagnósticos está en lograr una base lógica y sustentable para realizar correcciones en los mercados y empresas, esto para definir inversiones y aprovechar oportunidades de ganancia evitando los riesgos de pérdida.

En América Latina, Chile y Perú han avanzado mucho en el tema de metodologías de diagnóstico, las cuales inician con la creación de redes de información que hagan posible conjuntar sub sectores de información e implementar métodos de diagnóstico sencillos, pero de demostrada utilidad (Tosoni 2014).

Un ejemplo de empresa que implementó un control total en su producción para evitar las pérdidas es la empresa salvadoreña Ingenio La Cabaña S.A., de Pasmal, San Salvador, la cual trabaja para producir azúcar, mieles, alcohol y hasta energía eléctrica. La operación del Ingenio La Cabaña producía pérdidas en toda la cadena de procesos directos e indirectos, lo cual afectaba a toda la cadena de producción. Asimismo, estas pérdidas preocupaban a la administración y a los inversionistas, y generaban estrés en los técnicos y el personal operativo. Para esto, se realizó un estudio detallado de todos los puntos en los que se fallaba, se obtuvo información sobre maquinaria que disminuía la eficiencia en la producción, por lo que se hizo una estricta corrección en todas las áreas que ocasionaban pérdidas. Se integró un centro de control de motores con un variador de velocidad, el cual no se detiene en caso de falla y opera al 100% durante la temporada de producción, esto logró ahorrar en el consumo energético.

Alimentos Balanceados Tequendama, es una empresa destinada a la producción de alimentos balanceados para la industria avícola. Esta empresa, en cumplimiento de su misión realiza acciones de mejora continua en sus procesos tales como la disminución de causas que se generan en inventarios por mermas en la materia prima. Tras la implementación de actividades con propuesta de mejoramiento para reducir los desajustes en los inventarios de materia prima, se observó disminución en la variación de inventarios que antes podían exceder las 100 toneladas por lote de producción. Este estudio determinó la importancia de la asignación de recursos por parte de los líderes de la empresa para contar con un control y una organización mayor en la empresa con el fin de mantener y estar en constante mejora de los sistemas y de la producción (Cardenas et al. 2016).

Es muy importante evaluar pérdidas en aquellas materias primas que representan el mayor volumen y el mayor porcentaje de costos en la operación, por lo que las mermas en productos como maíz, soya, gluten y grano destilado tendrán un impacto económico negativo a la situación financiera de la planta (Espinal 2016).

Actualmente, las empresas se han vuelto altamente competitivas, hasta el punto de que todas las industrias deben tener un funcionamiento que sea altamente rentable y que maneje con eficacia sus procesos, esto para lograr sobrevivir satisfactoriamente en el mercado.

Existen métodos efectivos para disminuir errores en producción, ejemplo claro de esto es el Lean Manufacturing (Manufactura esbelta), que según la consultora Lean Enterprise Partner en 2017, reduce los desperdicios de la logística en un 20% y el inventario o capital de trabajo hasta en un 75%. A diferencia del método Six Sigma, este posee ideas más sencillas, por lo cual, no requiere de personal calificado ya que sus técnicas son adecuadas y sencillas para su implementación y así poder ver beneficios en un plazo de uno a tres meses.

Esta revisión de literatura tiene como objetivo recopilar información sobre métodos que ayuden a controlar y conocer las mermas que se producen en un área productiva, exponiendo métodos de gran impacto estadístico en la eficiencia de procesos. Por la importancia de este tema en

la industria de alimentos balanceados, y claro está, en todas las industrias sin importar su enfoque, la recopilación de información de este tema será de gran ayuda para futuras investigaciones e implementaciones de metodologías en la planta de alimentos balanceados de Zamorano, siendo esto una pauta para la validación futura. Los objetivos de este estudio fueron:

Establecer las causas que provocan mermas y desperdicio en los procesos de la planta de alimentos balanceados en Zamorano.

Determinar métodos de identificación de mermas.

Definir un método de reducción de mermas que se ajuste a los procesos de producción de la planta de alimentos balanceados de Zamorano.

Metodología

Criterios de Búsqueda

Se seleccionaron artículos referentes a la temática de la investigación sobre métodos para determinar mermas, estos fueron acorde con los objetivos planteados en esta revisión de literatura. Se utilizó información valiosa y de renombre para la recopilación de información.

Criterios de Selección de Artículos

Para determinar los artículos aptos para la inclusión en esta revisión de literatura, se tomaron en cuenta factores como: Base de dato fuente, relación con el tema en cuestión y con bases científicas. En cuanto al año de publicación, se optó por usar artículos en su mayoría, menores a 10 años de antigüedad, con el objetivo de tener información actual. En cuanto a la base de dato fuente del artículo, se optó porque sean de renombre en base a su aceptación y uso en diferentes investigaciones, con peso en la comunidad y que tengan credibilidad científica para la redacción de un artículo con valor científico.

Revisión de Literatura

Metodología

Metodología se refiere a la investigación de conceptos, teorías y principios básicos de razonamiento, describe métodos, actividades, procedimientos o estrategias que se propone para la solución de un problema (Santamaria 2004). Es la descripción de un plan de ataque para resolver un problema que se describe en una propuesta. Este plan debe de tener un orden cronológico para que pueda ser accionado y por ende un control total de su realización.

Metodología para Cuantificar Mermas

Al momento de definir la metodología en un proceso de producción se debe saber cuál es el problema que se quiere controlar, parámetros que se quieren medir, el desarrollo que tendrá la metodología definida y por último una prueba y validación de esta.

Al momento de medir mermas, no hay una metodología fija en la que se puede confiar al cien por ciento, pero se puede desarrollar la que mejor se acople al proceso de producción, tomando en cuenta todos los puntos relevantes de la producción y tener en claro que para desarrollar una metodología se debe de conocer la visión de la empresa y su objetivo de producir para poder cuantificar mermas y establecer la mejor metodología.

Enfoque en el Proceso

El enfoque en el proceso se define como una acción que se realiza cuando un máximo de 75% de la producción se efectúa en un conjunto de diferentes o de varios productos de poco volumen, en lugares llamados talleres de trabajo (Santamaria 2004).

ISO 9001, desde su versión en el 2008, introduce este concepto con un enfoque basado en procesos y ofrece el termino proceso como un conjunto de actividades que están interrelacionadas y que pueden interactuar entre sí, las cuales transforman elementos de entrada en resultados para lo que es necesario una asignación de recursos.

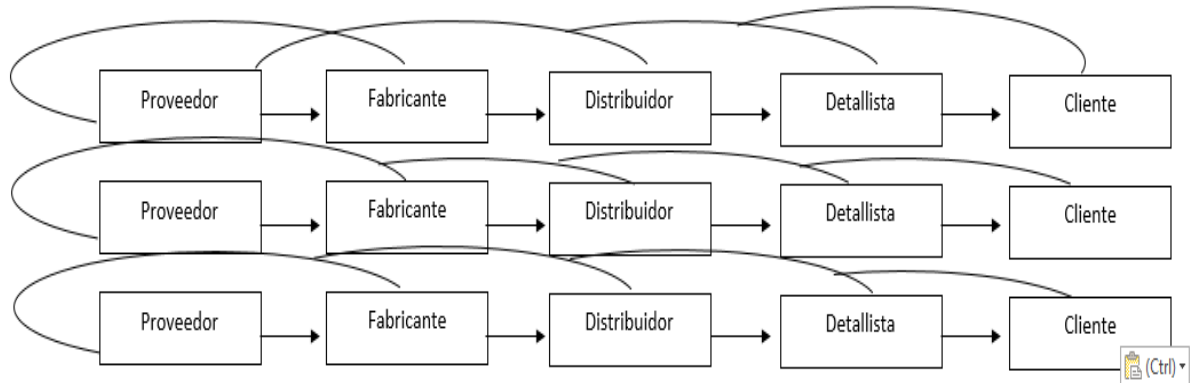
La Cadena de Suministro

La cadena de suministros incluye todas las relaciones entre proveedores, productores, distribuidores y clientes (Heizer y Render 2008). Las cadenas de suministros son dinámicas e implican un flujo constante de información. Una definición que ha sido validada es la de los autores Chopra y Meindl en el 2008, quienes indican que una cadena de suministros son las partes involucradas en la satisfacción de una solicitud de un cliente, las cuales pueden ser directas e indirectas (Chopra y Meindl 2008).

La Figura 1 nos muestra que en realidad las cadenas de suministro son redes ya que el productor o fabricante debe abastecerse de varios proveedores, y a su vez abastecer a varios distribuidores. Todos estos elementos tienen un carácter individual, por lo que estos flujos requieren de una cuidadosa planificación y coordinación.

Figura 1

Etapas de la cadena de suministro.



Nota. Adaptado de Chopra y Meindl 2008.

Logística

El concepto de logística ha ido evolucionando a lo largo de la historia, muchos autores destacan similitudes para obtener un concepto específico. Heizer y Render 2008 plantearon que la logística es el enfoque que busca eficiencia en operaciones mediante la integración de procesos de adquisición de materiales, traslado y almacenaje.

En sí, la logística forma parte de un subconjunto de una cadena de suministro y dentro de la misma. Logística, creación de valor agregado a través de oportunidades y un correcto manejo de inventario (Cifuentes 2012).

En una función gerencial la logística es la encargada de todo tipo de distribuciones físicas, como el almacenamiento, transporte y localización de plantas y bodegas, inventarios y sistemas de información. La satisfacción de las necesidades del cliente es uno de los objetivos principales de la logística.

En el Anexo A se muestra el cuadro elaborado para llevar monitoreo de pérdidas monetarias de acuerdo con la materia prima en bodega de la planta de alimentos balanceados de Zamorano.

De igual forma, en el Anexo B se muestra el cuadro elaborado para el monitoreo de pérdidas monetarias según el tipo de concentrados en la planta de alimentos balanceados de Zamorano.

Almacenaje

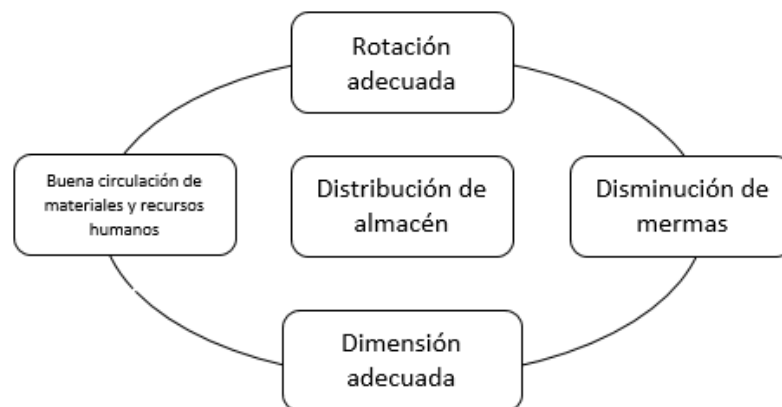
El área de almacenamiento comprende el área de la logística que controla el flujo de los materiales físicos de manera ordenada y siendo eficiente. El objetivo del almacenaje es ocuparse de los materiales que la planta procesadora mueve a través de ventas.

Un almacén es un espacio físico en el que las materias primas permanecen hasta el momento de su uso o de su distribución.

La Figura 2 muestra la importancia de realizar un correcto diseño del almacén para un manejo eficiente de productos o materia prima, a continuación, las ventajas de una buena distribución en el almacenamiento.

Figura 2

Ventajas de una buena distribución en el almacenamiento.



Nota. Adaptado de Gómez 2013.

Inventario

El inventario es un factor determinante en una cadena de suministro, ya que permite saber si un producto está disponible para satisfacer las necesidades del cliente o la demanda. La administración de inventarios requiere de mucha preparación e información para manejar todos los artículos que la planta almacena en cada una de sus instalaciones, así como de un control exhaustivo sobre lo que se tiene.

Balance de Masa

Balance de masa puede definirse como una contabilidad de entradas y salidas de masa en un proceso o de cualquier parte del proceso (Granados et al. 2018). En esto aplicamos la ley de la conservación de la masa que expresa “La masa no se crea ni se destruye, solo se transforma”. También, se puede decir que un balance de masa es una verificación de la igualdad cuantitativa de masas que debe de existir entre los insumos de entrada y los productos y residuos de salida.

Es importante la realización de un balance de masa ya que se puede calcular el tamaño de los equipos de un proceso y de ese modo evaluar sus costos. La habilidad que ofrece el saber realizar un balance de masa ayuda a realizar con facilidad otros balances dentro del proceso de producción.

Diagrama de Flujo

Para los sistemas de producción con cierto grado de complejidad es factible preparar un diagrama de flujo que refleje fielmente lo que ocurre en el proceso (Heizer y Render 2008). En un diagrama de flujo se muestran todos los procesos, representando en bloques y en hojas separadas, preparando diagramas de flujo para cada proceso individual señalando cada detalle.

Bases Para la Identificación y Cuantificación de Entradas y Salidas

Todos los procesos deben de tener una base para identificar y cuantificar entradas y salidas, ya que todo proceso tiene insumos que entran a la operación que salen como productos y como residuos. A menudo no es posible identificar todas las salidas, por lo que se incluye una diferencia de masas “no identificada”, por lo que, en un balance de masa, la suma de todas las masas que entran en un proceso u operación, deben de ser iguales a la suma de todas las masas que salen de dicho proceso u operación, es decir, la suma de masas de los productos, residuos y de todos los materiales de salida no identificados (Acevedo y Humberto 2005).

¿Qué es Merma?

Merma se refiere, a la cantidad de producto que se obtiene al limpiar el ingrediente a usar y que no se utiliza directamente en la receta, aunque puede ser reutilizado en otras preparaciones.

Merma también es la desaparición física de materiales como resultado de reacciones físicas o químicas efectuadas durante la elaboración de un producto, por ejemplo, una evaporación.

Los desperdicios pueden ser evitables e inevitables, teniendo una lógica clasificación en la que forman parte del proceso, siendo extraordinarios los que se dan mediante accidentes, recuperables los que pueden ser reprocesados, realizables los que se venden por un precio menor al costo y por último los desechables que representan un gasto.

Para los minoristas, la merma se divide en dos grupos: La desconocida y la conocida (Leiva 2018). La desconocida únicamente se identifica al realizar inventario, cuyas diferencias o fallos se pueden explicar por factores como:

- Fallas de proceso
- Robo interno
- Robo externo
- Fraude de proveedores

Por otro lado, la merma conocida es aquella que es registrada y contabilizada directamente en el inventario. Este tipo de merma puede incluir factores tales como:

- Robo conocido y procesado
- Errores conocidos y procesados
- Costo por ajuste de venta
- Otros

Todos estos factores anteriormente mencionados contribuyen a cantidades excesivas en mermas y pérdidas, por ello deben de ser gestionados de cerca.

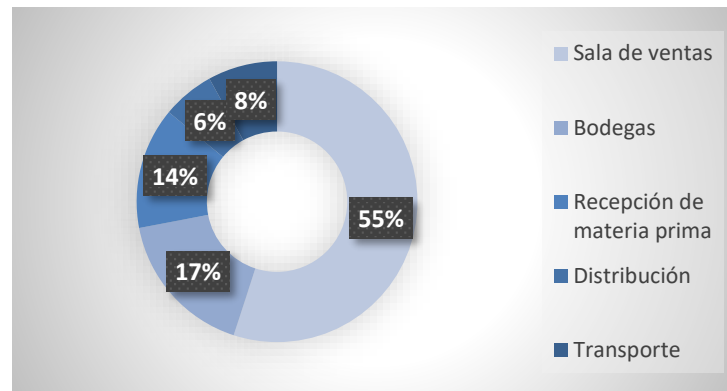
El tener un control de mermas y desperdicios dentro del proceso productivo aumenta la eficiencia en la producción ya que habrá un mejor aprovechamiento de recursos.

En síntesis, las mermas constituyen agentes destructores de valor para una empresa, se da por pérdidas producidas por ineficiencias a lo largo de la cadena de suministros. (ESE Business School

2016) La Figura 3 muestra los lugares en los que la merma es más concurrida según un estudio realizado en 2016 de cadenas de distribución.

Figura 3

Ventajas de una buena distribución en el almacenamiento.



Nota. Adaptado de ESE Business School 2016.

Porcentaje de Merma.

Para saber qué porcentaje de merma se tiene, se deben tener los gramos brutos del producto y los gramos de merma usando la Ecuación 1. Por ejemplo: 2.430 g brutos y 729 g de merma determina

$$\text{que: } \frac{729g \text{ brutos}}{2.430g \text{ merma}} = 0.3$$

$$0.3 \times 100\% = 30\% \quad [1]$$

Donde: 729 g corresponden al 30% de merma.

La Merma y el Rendimiento.

Estos son inversamente proporcionales, es decir, mientras más merma tenga un producto menor será su rendimiento y viceversa.

Entonces, si se tiene el porcentaje de merma ¿Cuántos gramos se están perdiendo?

Se debe de tener claro el peso bruto del producto y el porcentaje de merma de este (Pérez 2014). Por ejemplo: 2.430 g y 30% de merma = $2.430: 100 = 24.30$, esto corresponde al 1%.

El porcentaje de merma se calcula usando la Ecuación 2

$$24.30 \times 30\% = 729g \text{ (gramaje perdido)} \quad [2]$$

Todos estos datos deben estar detallados en una hoja de cálculo extensa, con información extra para los operarios, como datos de cantidades y costos que permiten proyectar la receta y costearla.

Impacto de las Mermas en la Planta Procesadora.

Luego de recopilar información sobre las pérdidas operativas, resulta ser en un valor objetivo (Merms en unidades monetarias). Por otro lado, se contextualiza la merma a través de su comparación con otras variables del negocio tales como el volumen de ventas o las utilidades. La merca como porcentaje sobre ventas se calcula con la Ecuación 3.

$$\left[\frac{\text{Total de mermas (peso)}}{\text{Ventas}} \times 100\% \right] \text{ [3]}$$

Para realizar este cálculo es necesario darle valor a las ventas, las cuales se presentan como ventas brutas (suma de todos los ingresos por parte de los clientes) o ventas netas.

Concepto de Pérdida

La pérdida es la actividad que no agrega valor al proceso de producción. La pérdida en proceso es un factor que se debe reducir para mejorar la rentabilidad de la empresa. Algunas perdidas no se pueden eliminar completamente, pero si se pueden controlar hasta un nivel aceptable para los intereses propios de cualquier empresa (Flores y Israel 2003).

Las pérdidas pueden darse por distintos factores como la Pérdida durante el recibo de materia prima

Al momento de recibir materias primas se pueden ocasionar pérdidas por el factor viento, especialmente en granos destilados que por su densidad son afectados por las corrientes de aire, a esto se le llama, Pérdida durante la limpieza de materia prima.

Las impurezas se extraen por medio de cribas y ventiladores, esto afecta en el total de la materia prima inicial. Estas merms no pueden exceder el 3% identificando una Pérdidas de humedad durante el almacenamiento.

Esto se debe a que el grano es higroscópico y su humedad depende de la humedad relativa del ambiente en el que se encuentra y el tiempo en el que sea almacenado.

En el Anexo C se muestra la lista de verificación que se utiliza actualmente para el almacenamiento en la planta de alimentos balanceados de Zamorano.

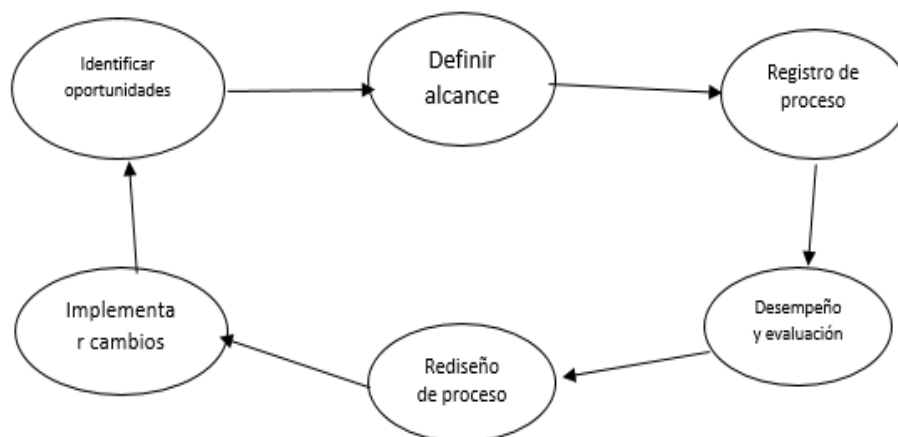
Mejoramiento de Procesos

Se trata de un estudio sistemático de los flujos de cada proceso y las respectivas actividades, así como el entendimiento de esto y de cada detalle de cambios que se realicen, esto con la finalidad de mejoras. El análisis comienza con la identificación de las nuevas oportunidades de mejora y concluye con la implementación del proceso revisado (Krajewski et al. 2008).

En la Figura 4 se muestra el orden sistemático y continuo de un análisis de proceso en el cual siempre se debe de buscar la mejora continua mediante los cambios y registros detallados de una organización.

Figura 4

Ventajas de una buena distribución en el almacenamiento.



Nota. Adaptado de Krajewski et al. 2008.

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es una herramienta visual y grafica que ofrece generar las causas de un problema y sus efectos o consecuencias, esto con el objetivo de identificar de manera más rápida y precisa las fuentes de la problemática. Es denominado diagrama de Espina de Pescado por su parecida con el esqueleto de un pescado. El proceso de elaboración del diagrama es bastante sencillo y siempre como centro de motivación la mejora continua. Los pasos para realizar correctamente y de manera sencilla el diagrama de Ishikawa comprende:

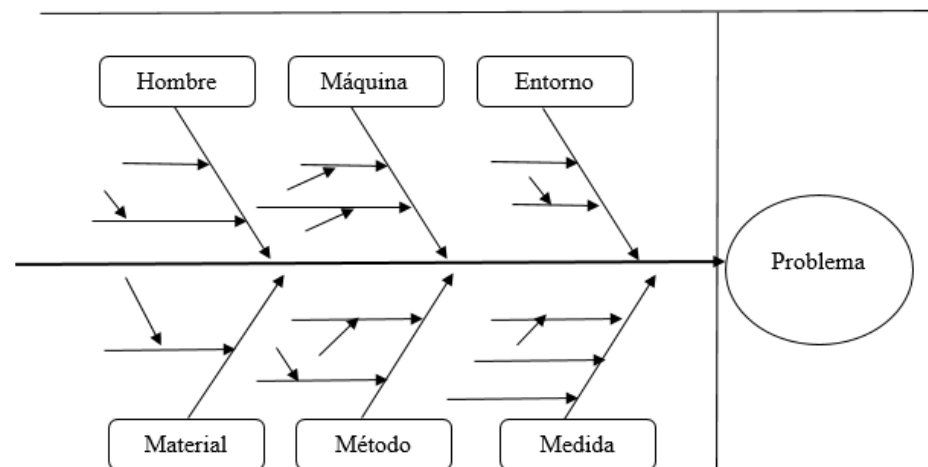
- a) Constituir un equipo de personas multidisciplinaria
- b) Partir de un diagrama en blanco
- c) Escribir de forma directa el problema o efecto que se está produciendo
- d) Identificar categorías dentro de las cuales se pueden clasificar las causas del problema
- e) Identificar causas
- f) Preguntarse el porqué de cada causa. (Técnica de los cinco porqués)

Una vez que se tomen en cuenta los incisos anteriormente mencionados se hace uso de la herramienta de las seis emes.

En la Figura 5 se observa un ejemplo de un diagrama de Ishikawa utilizando la herramienta de los cinco porqués y partiendo de un determinado problema, las flechas representan las causas de cada eme.

Figura 5

Diagrama causa-efecto o diagrama de Ishikawa.



Nota. Adaptado de Progressa Lean 2014.

En el Anexo D se muestra la implementación del diagrama de Ishikawa con causas que se adaptan a la situación de la planta de alimentos balanceados de Zamorano.

Los 6M

Un problema se categoriza en seis grupos los cuales llevan por nombre las 6Ms, los cuales son:

Material.

Aspectos consumibles o útiles para el procesamiento, tales como materias primas, agua, electricidad, etc.

Método.

Se refiere a procedimientos existentes como modos de operación, desarrollo, etc.

Medio Ambiente.

Se refiere a lugares de trabajo, áreas verdes, que pueden causar un impacto en el proyecto.

Maquinaria.

Equipamiento necesario para el proyecto, como locales, equipos, tecnología, maquinaria o equipo de planta. Por lo general esta categoría requiere de inversión.

Mano de Obra.

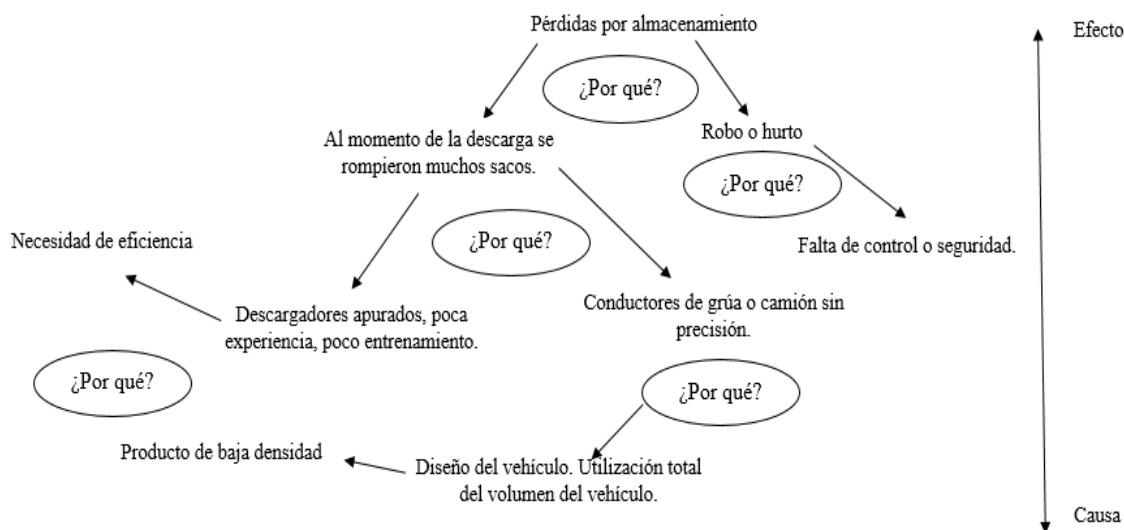
Recursos humanos que están involucrados en el proyecto y la preparación del personal.

Depende del nivel de detalle que un problema requiera, estas categorías podrían incluir otras nuevas categorías, las cuales son adicionales.

El método de los cinco porqués es utilizado para identificar la raíz de una problemática ya identificada (Progressa Lean 2015). Haciendo enfoque en las estructuras de causa y efecto. Esta técnica permite hacer una exploración de causas con la ayuda de la repetición de la pregunta “¿Por qué?” cinco veces, ya que según estudios es el número de veces que toma encontrar la raíz o causa de un problema (Beck et al. 2009). En la Figura 6 se puede apreciar el análisis del método de los cinco porqués tomando como causa principal las pérdidas por almacenamiento.

Figura 6

Diagrama de los cinco porqués.



Nota. Adaptado de Beck et al. 2009.

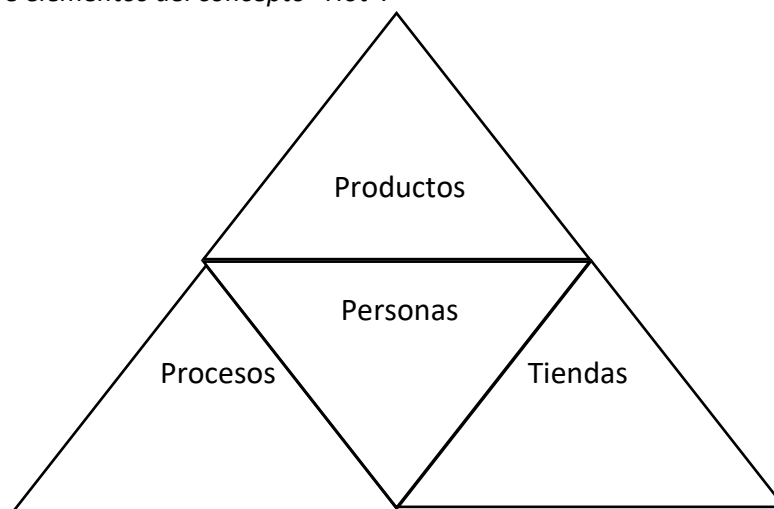
En el Anexo E se muestra la elaboración del análisis de los cinco porqués partiendo del diagrama de Ishikawa anterior y tomando como causa la maquinaria utilizada en la planta de alimentos balanceados de Zamorano.

Métodos Para Evaluar Mermas

La merma no se distribuye homogéneamente en el tiempo, espacio y ubicación (Leiva 2018). Los productos, procesos y personas, tienen la capacidad de producir mayor merma que otros factores. En la Figura 7 se muestra la interacción de estos elementos se muestra en la Figura 7, es importante entenderlo para que las empresas sean capaces de identificar sus productos “hot” y su respuesta al problema de la merma.

Figura 7

Interrelación entre elementos del concepto “Hot”.



Nota. Adaptado de Hot spots in the supply chain 2003.

En todas las plantas de procesamiento e industrias cada vez se está más consciente de que existen productos que son mucho más propensos a mermar que otros, como ejemplo: Alimentos perecederos (Hernandez y Quintero 2020), también en los procesos como recepción y reposición de productos. Dentro del procesamiento de alimentos, muchos participantes intuitivamente conocen los porcentajes de merma sobre la venta en comparación con sus competencias, por ello se deben de tener ciertas consideraciones, en el caso del área de gerencia, tomar decisiones como el no enviar grandes cantidades de productos con problema de mermas, aun cuando se espera un aumento en ventas.

La efectividad en la prevención de la merma, es necesario concentrarse en riesgos críticos, esto implica en primera instancia maximizar satisfacción de cliente o comprador y de igual forma maximizar ganancia mediante ventas máximas y porcentajes de mermas mínimos. Mediante la comprensión profunda de los factores que causan gran impacto a la merma, la cadena de producción puede desarrollar estrategias de prevención de merma para contextos específicos que sea altamente focalizada y efectiva en la reducción de pérdidas y mermas. Así como hay factores que implican pérdidas en la cadena de producción, también están los productos que son más susceptibles a la merma, los cuales son llamados “Hot products” (Leiva 2018).

Conocer las actividades sin valor añadido en nuestro proceso de producción nos lleva a hablar sobre la filosofía del pensamiento esbelto, la cual se basa en eliminar desperdicios o actividades que no agregan valor.

Actividad de Valor Agregado

Operaciones que transforman convierten o cambian un producto y las cuales el cliente está dispuesto a pagar por ellas.

Actividades de NO Valor Agregado

Aquellas que no resultan en un cambio o transformación de productos y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Por ejemplo: mover, distribuir, inspeccionar, re-trabajar, probar, almacenar, esperas, demoras.

En síntesis, la mejora continua debe ser siempre el centro de una organización, empresa o planta productora, relacionaremos La Teoría de las Restricciones (TOC por sus siglas en inglés) que es importante saber que, aunque lleve la palabra teoría en su nombre es una adaptación de herramientas prácticas de razonamiento lógico habituales en las ciencias duras para aplicarlas a las ciencias “blandas” como gestión empresarial, producción, gestión de cadenas de suministros, gestión de proyectos, marketing, entre otras. Esta teoría implica el pensamiento a futuro o a largo plazo, es decir,

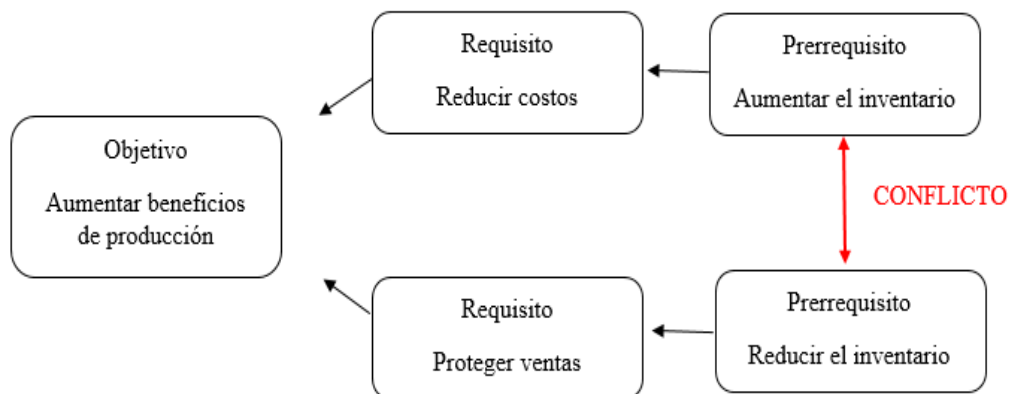
reducciones de inventarios y de costos operativos. Focalizar en cinco pasos es una de las claves de TOC:

- Identificar restricciones
- Explotar restricciones
- Subordinar decisiones en base a explotación de restricciones
- Elevar restricciones
- Mejora continua

En base a esos pasos se realiza una nube de evaporación la cual ayuda a determinar un conflicto y despejar las variables de la Figura 8, en la cual se muestran las ideas para lograr un objetivo (aumentar beneficios en la producción)

Figura 8

Diagrama de nube de evaporación.



Nota. Adaptado de ATOX Grupo 2017.

Los conflictos mostrados en la Figura 2, normalmente se dan por la realización de muchas suposiciones sobre lo que podemos o no dejar de hacer en nuestro proceso productivo, esto lo podemos relacionar con el efecto látigo o “bullwhip effect” es un fenómeno que hace referencia a los desajustes que se podrían dar en la demanda de los consumidores y la demanda de actores intermedios de la cadena de suministros. Posterior, se genera una demanda irreal al proveedor la cual

es mayor a la demanda real del consumidor, esto se hace por seguridad o para aprovechar ciertos descuentos por volumen de compra. Es en ese punto en el que el “stock de seguridad” irá creciendo paulatinamente hasta el punto de crearnos mermas innecesarias. El tener un control determinado sobre esto permitirá la disminución de inventario y la reducción de plazos de predicciones de demanda, lo que reducirá la variabilidad y aumentará la precisión.

Logística Just-In-Time (JIT)

Esta metodología lleva años empleándose en procesos de fabricación, se basa en realizar solo lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad que sea necesario, no antes, ya que provocaría acumulación de inventario o de productos, tampoco después porque implicaría retraso en el servicio al cliente. JIT tiene como centro el principio de eliminar todo desperdicio o despilfarro, todo lo que no aporte valor al producto o servicio.

La implementación de esta metodología obliga a mantener una actitud de resolución de problemas con la identificación de las causas reales, no compensa diferencias en la entrada de suministros ni en la demanda del comprador o consumidor, contribuye a frenar el efecto látigo. Se enfoca en la logística de la producción para aumentar eficacia y en mantener una comunicación directa y exitosa con los clientes. Entonces, una cadena de suministro JIT es, por tanto, aquella que mueve el material justo antes de que se necesite el proceso de fabricación y elabora solo los productos cuando sea preciso, en las cantidades justas y en el momento adecuado, empresas como Toyota, Dell, Harley Davidson, son empleadoras de este método.

Las características antes descritas se reflejan y resumen en los conocidos Cinco Ceros del JIT:

Cero Defectos.

Elimina la repetición de procesos para evitar desperdiciar energía, horas y materiales.

Cero Averías.

Se establece un sistema productivo en el que los operarios contribuyen a la conservación de maquinaria.

Cero Stocks.

A más stock habrá aumento de costos, este proceso los elimina por completo.

Cero Plazos.

Entrega, costo y calidad no son negociables en este sistema.

Cero Papel.

Este sistema suprime la burocracia que dificulta una administración eficiente.

Si bien es cierto, este sistema tiene muchas ventajas como minimizar pérdidas, que es el objetivo de esta investigación, de igual forma reduce tiempo y refuerza relaciones entre administradores y proveedores, pero también, puede ocasionar posibles retrasos y falta de suministros lo que se verá en forma de gastos, también limita la reducción en los precios de compras y aumentará los costos al realizar constantes cambios de proveedores.

Metodología Seis Sigma o DMAIC

La metodología DMAIC es un proceso estructurado en cinco fases, como su nombre lo dice: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar, el cual tiene como objeto encontrar la causa del problema y de esta manera identificar soluciones que permitan disminuir o eliminar la variación del proceso (Gutiérrez 2009) esto con el fin de proponer soluciones que disminuyan las pérdidas que se generan mediante mermas dentro de la cadena de producción.

En el año 2018, se implementó la metodología DMAIC en productos farmacéuticos, en esta compañía se presentaban altos volúmenes de mercancía averiada y vencida lo que ocasionaba grandes pérdidas económicas las cuales afectaban negativamente las utilidades de la compañía. En primera instancia, se realizó la identificación de las diferentes causas del problema para así proponer soluciones que minimicen las pérdidas económicas que se daban por las mermas. (METODOLOGÍA DMAIC PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA CONOCIDA EN PRODUCTOS FARMACÉUTICOS).

Seis Sigma es una implementación rigurosa la cual tiene como objetivo mejorar el rendimiento de los procesos al reducir costos, mejorar satisfacción del cliente y el aumento de ingresos, por ende aumentar ganancias (Gutiérrez 2009).

Sigma es la medida que se utiliza para evaluar el rendimiento del proceso y los resultados de esfuerzos de mejora, se podría decir que es una forma de medir calidad. En muchas empresas es implementado este método de medición ya que refleja el control que se tiene en cualquier proceso de acuerdo con el estándar establecido. Sigma mide "Defects Per Million Opportunities" lo que equivale a 3.4 defectos por millón de oportunidades, es decir que dicho proceso es capaz de producir solo 2.7 defectos por cada mil oportunidades. Esta calidad se aproxima al ideal del cero defectos y puede ser aplicado no solo a procesos industriales, sino a servicios y, por supuesto, al proceso industrial. Los proyectos seis sigmas deben tener una duración limitada en el tiempo y surgen bajo el liderazgo de la dirección, es decir, quien identifica las áreas que deben de mejorar es quien define el uso de equipos y garantiza el enfoque hacia las necesidades del cliente. Seis sigma se utiliza para eliminar los costos de no calidad (Desperdicios, reprocesos, entre otros). A la hora de implementar la metodología Seis Sigma, es de suma importancia definir los roles de cada uno de los encargados del proceso o producción, es decir, el director que define, concreta y monitorea los proyectos de mejora se define como Champion, así como también se preparan expertos en el área que se conocen como máster black belt, black belt y Green belt los cuales serán agentes de cambio en el equipo de trabajo.

Un paso clave en el empleo de la metodología Seis Sigma consiste en determinar de manera precisa aquello que el cliente requiere, y de esta manera poder definir los defectos que a calidad se refiere. Existen muchas causas de problemas de calidad, pero una organización que emplee el sistema de Seis Sigma puede aplicar la solución idónea y precisa, en lugar de soluciones al azar. Al utilizar en conjunto la herramienta DMAIC habrá un incremento en la efectividad. Por lo tanto, Seis Sigma reconoce su alcance y limitaciones, debe ser usado para mejoramiento de defectos e imperfecciones y mantenimiento en el control de procesos.

Manufactura Esbelta

De acuerdo con su definición aceptada, es un enfoque sistemático para identificar y eliminar residuos o actividades sin valor agregado a través de una mejora continua. El sistema de Manufactura Esbelta se ha definido como una filosofía de manufactura, basada en:

- Eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- Mejora continua: Kaizen
- Mejora consistente de Productividad y Calidad

Las plantas que implementan el sistema de manufactura esbelta se caracterizan por una producción integrada de una sola pieza, es decir, un flujo continuo de trabajo. Brinda la capacidad de producir de acuerdo con la sincronización de la programación de embarque de materia prima, así como también planear la producción de acuerdo a la demanda del cliente y no únicamente por cumplir con la carga de maquinaria o flujos de trabajo no flexibles en el área de producción (Orozco et al. 2018).

Los cinco principios de la manufactura esbelta usan menos de todo, usa la mitad del espacio de manufactura, la mitad de inversión en herramientas y la mitad de las horas en ingeniería cuando de desarrollar un nuevo producto se trata. Además de esto, requiere menos del inventario en planta lo cual da como resultado menos defectos y se produce un mayor crecimiento en productos elaborados, estos principios son: Hacer únicamente lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad necesaria

- La calidad debe ser parte inherente del proceso
- El tiempo total de proceso debe ser mínimo
- Alta utilización de máquinas y mano de obra
- Mejora continua (Kaizen)

Un correcto uso de esta metodología disminuye el tiempo del producto dentro de su ciclo de fabricación, lo que genera mayores ingresos para la planta procesadora. Muchas experiencias indican que, el trabajo es facilitado y sencillo ya que se convierte en un proceso eficaz.

Los Ocho Desperdicios de Manufactura Esbelta.

Sobreproducción. Es el más común de los desperdicios, se refiere al uso de recursos en momentos innecesarios y que el cliente no requiere.

Inventarios. El exceso de materiales en inventario impacta directamente en los costos.

Espera. La espera vuelve ineficiente cualquier proceso.

Transporte Innecesario. Se relaciona directamente con los equipos, de igual forma afecta de manera directa en los costos.

Movimientos Innecesarios. Se relaciona directamente con la ergonomía, siempre deben de ser analizados los procesos y de ser necesarios rediseñar para una mejora continua.

Inapropiado Procesamiento. Esto es debido al incorrecto uso de equipos.

Defectos. Se ven reflejados en el producto final como las inspecciones, inventarios, reprocesos, etc.

Falta de Uso de Creatividad de las Personas. Se conoce como el desperdicio más importante, entre mejor sea el reconocimiento a las habilidades e ideas de mejora los niveles de mejora aumentaran en gran proporción.

La manufactura esbelta encierra áreas que se asocian de manera positiva a la efectividad de la empresa, como el área de recursos humanos.

Mediante la recopilación de información sobre las distintas metodologías que se han empleado a través de los años en diferentes plantas procesadoras, podemos determinar diferencias significativas entre las metodologías que inspirarán el diseño metodológico para la Planta de Alimentos Balanceados de Zamorano (Cuadro 1).

Cuadro 1

Diferencias entre Seis Sigma y Manufactura Esbelta.

Six Sigma	Manufactura Esbelta
1. Objetivo: Six sigma resuelve problemas de eficacia.	1. Objetivo: Manufactura esbelta resuelve problemas de eficiencia.
2. La duración de los proyectos Six sigma es de mínimo un mes.	2. La duración de los proyectos de manufactura esbelta dura comúnmente una semana.
3. La metodología principal es DMAIC.	3. La metodología principal es PDCA.
4. Su enfoque es en la reducción de variabilidad de procesos.	4. Su enfoque es en eliminar desperdicios en la cadena de valor.
5. La herramienta principal de Six sigma es el uso de diseño de experimentos y control estadístico.	5. La herramienta principal de Manufactura es el mapeo de la cadena de valor para identificar desperdicios.

Diseño Metodológico Para Reducción de Mermas en La Planta De Alimentos Balanceados De Zamorano

A continuación, se presenta el diseño metodológico realizado a través de una exhaustiva investigación, dicha metodología está basada en las metodologías investigadas y descritas anteriormente. Se encuentra dividida en cuatro etapas, cada una alineada a los objetivos de reducción de mermas y con la sustentación de la revisión bibliográfica realizada en el capítulo anterior.

Cambiar hábitos dentro de una organización representa retos basados en fuertes liderazgos y de planificaciones rígidas. La secuencia de trabajo para el empleo de la metodología se ve desarrollada en la siguiente propuesta detallada en los Cuadros 2, 3 y 4, con el fin de mejorar la producción y prevenir las mermas en la planta de alimentos balanceados de Zamorano:

Cuadro 2

Etapas 1 de diseño metodológico.


Etapas 1: Definir	
Definir la problemática a tratar.	Definir encargado de objetivos para tratar el problema y miembros colaboradores.



Cuadro 3

Etapa 2 de diseño metodológico.

Etapa 2: diagnóstico e identificación de valor en la producción		
Análisis de los cinco porqués.	Diagnóstico y diagrama de Ishikawa.	Identificación del valor del problema en la producción



Cuadro 4

Etapa 3 de diseño metodológico.

Etapa 3: diseñar propuesta de mejora		
Identificar niveles base y establecer metas.	Construir medios para el cumplimiento de objetivos.	Despliegue de herramientas Lean (Lean Manufacturing).

Nota. Adaptado de Pastene (2018).

Etapa 1: Definir

En esta primera etapa se emplean principios de la metodología Six Sigma, mediante la recopilación de información respecto a la problemática a tratar se identifican los recursos necesarios para abordar la situación. Se busca optimizar el trabajo de los empleados y el rendimiento de estos.

En cuanto a definir al encargado de implementar esta metodología, el Gerente de Operaciones de la empresa, quien es encargado de supervisar y controlar los procesos de abastecimiento, prevención de mermas, consolidación de pedidos y de transporte, se convierte en el candidato idóneo para ser quien responde por el cumplimiento de objetivos en la propuesta de metodología y cada uno de los criterios que esta conlleva.

Etapa 2: Diagnóstico e Identificación de Valor en la Producción

En esta etapa se busca agrupar las causas de comprometen el desempeño efectivo de la planta, sin embargo, los primeros hallazgos suelen fallar en dar con la raíz de las causas (Beck et al. 2009). Con la herramienta de análisis de los cinco porqués se puede profundizar aún más las causas que dan origen a las fallas. El procedimiento consiste en preguntar repetidamente el porqué de una causa o un efecto, el cual se divide en múltiples causas que deben de ser tratadas individualmente. Es importante en este punto contar con todos los operarios sin importar el área a la que estén asignados,

de esta manera pueden contribuir con experiencia y entendimiento de los procedimientos de la planta.

Posterior a este análisis, y con los hallazgos obtenidos, se realiza un diagrama de Ishikawa el cual permite obtener una visión más práctica de las causas que conducen a cada punto crítico, las cuales son agrupadas en las cinco categorías principales mencionadas en la revisión bibliográfica anteriormente: Materiales, Métodos, Medioambiente, Maquinaria, Mano de obra.

Luego de esto, se da un seguimiento y mapeo al flujo de valor en cada uno de los procesos, esto sirve para identificar en que etapas hay desperdicios y actividades de NO valor agregado para buscar su reducción o eliminación.

Etapa 3: Diseñar Propuesta de Mejora

Al tener una amplia noción de las causas del problema, así como su impacto en la producción y procesamiento, se desarrolla un portafolio de propuestas con ayuda de una bitácora con toda la información recopilada, esto para reducir riesgos de mermas operativas y priorizar de acuerdo con el costo y los beneficios que se obtendrán.

En esta etapa se emplean las herramientas de Lean Manufacturing, otra de las metodologías descritas en la revisión bibliográfica. Se emplea el principio de crear un flujo continuo, el cual siempre debería existir para evitar cuellos de botella, de igual forma se emplea un principio fundamental que es la eliminación de procesos innecesarios, definiendo lo que agrega valor para el cliente.

Conclusiones

Para la cuantificación de mermas existen metodologías que se adaptan a los resultados encontrados por lo que cada caso requiere de observación de todas sus actividades y sus flujos de proceso.

Se diseñó una metodología para la planta de concentrados de Zamorano, tomando en consideración el enfoque productivo.

La metodología DMAIC en conjunto con el método Seis Sigma reducen el tiempo de estimación de mermas y su incurrancia en los procesos productivos.

Recomendaciones

Evaluar el diseño metodológico en la planta de concentrados de Zamorano para validar su efectividad.

La metodología deberá ser realizada en un lapso corto para adaptarse a los periodos de producción normales de la planta para evitar sesgos en las muestras.

Identificar y proponer acciones de mejora para el buen funcionamiento de la metodología propuesta de acuerdo con el estándar de producción.

Determinar lugares de incidencia de mermas en la planta de alimentos balanceados de Zamorano.

Realizar recopilación de información para determinar en qué lugares es más concurrida la merma.

Referencias

- Acevedo R, Humberto J. 2005. Elaboracion de un Balance De Masa Para yogur, Helado, Queso Zaoralla y Queso Creama el la Planta de Lácteos de Zamorano; [consultado el 2 de feb. de 2021]. <http://hdl.handle.net/11036/1058>.
- Asencio Tadeo Luis Alberto. 2010. Desarrollo de una metodología para la cuantificación de mermas en plantas de alimentos balanceados de Zamorano; [consultado el 2 de ene. de 2021]. <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/229>.
- Avila Y. 2017. Modelo y metodologia que identifica los costos de produccion y costos logísticos: caso empresa de calzado de la ciudad de Santiago de Cali; [consultado el 15 de feb. de 2021]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9661/T07329.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Beck A, Peacock C. 2009. New loss prevention: Redefining shrinkage management. New York, Palgrave Macmillan: [sin editorial] ; [consultado el 20 de mar. de 2021].
- Cardenas J, Prieto D, Reyes J. 2016. Propuesta De Mejoramiento Para Reducir Los Desajustes En Los Inventarios De Materia Prima Para La Empresa Albateq S.A; [consultado el 23 de feb. de 2021]. <http://hdl.handle.net/11349/4159>.
- Caro A. 1998. Breves normas de control de calidad en granos almacenados; [consultado el 3 de ene. de 2021]. <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/20/13950919933370/c11.pdf>.
- Chopra S, Meindl P. 2008. Administración de la cadena de suministro. Distrito Federal: Pearson Educación. online at: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=4849978>.
- Cifuentes O. 2012. Aplicacion del lineamiento del supply chain management como estrategia competitiva en las empresas del cluster logístico de Cartagena; [consultado el 2 de feb. de 2021]. 3. doi:10.22519/22157360.888.
- ESE Business School. 2016. Estudio de Mermas en el Retail: 3er Estudio de Mermas en el Retail. Chile: [sin editorial] ; [consultado el 20 de feb. de 2021]. https://www.ccs.cl/prensa/publicaciones/Estudio_Mermas_2016.pdf.
- Espinal R. 2016. Evaluación de mermas en plantas industriales productoras de alimentos balanceados. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano: [sin editorial] ; [consultado el 13 de feb. de 2021]. <https://www.zamorano.edu/2016/02/18/evaluacion-mermas-plantas-industriales-productoras-alimentos-balanceados/>.
- Flores G, Israel S. 2003. Analisis de las mermas en procesos productivos de la repostería "El hogar"; [consultado el 17 de feb. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1885/1/AGI-2003-T014.pdf>.
- Gonzalez A, Ibarra M, Demuner M. 2016. Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. Baja California, Mexico: [sin editorial] ; [consultado el 1 de may. de 2021]. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/530/53051786006/html/index.html>.
- Granados L, Deiana A, Sardella M. 2018. Balance de Masa; [consultado el 19 de ene. de 2021]. <http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/BalanceDeMasa.pdf>.

- Gutiérrez H. 2009. Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma; [consultado el 20 de may. de 2021]. 2. <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>.
- Heizer J, Render B. 2008. Principles of operations management. 7th ed. Upper Saddle River N.J.: Pearson Prentice Hall. ISBN: 0135007097.
- Hernandez M, Quintero A. 2020. Las mermas y su impacto en la gestión de inventarios de tiendas justo & bueno; [consultado el 10 de feb. de 2021]. https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/2523/MBA_1032482776_2020_1.pdf?sequence=6&isAllowed=y.
- Krajewski L, Ritzman L, Malhotra M. 2008. Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor. Mexico. [actualizado 2008; consultado el 15 de feb. de 2021].
- Leiva A. 2018. Plan de mejoramiento para la prevención de mermas en una cadena de supermercados; [consultado el 20 de feb. de 2021]. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170525/Plan-de-mejoramiento-para-la-prevencion-de-mermas-en-una-cadena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Orozco J, Estrada K, Gutiérrez T, Lopez M, Salomón E. 2018. Manufactura esbelta: Caso de estudio en una empresa de productos eléctricos; [consultado el 3 de may. de 2021]. 6. <http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/numeros/N12/articulos/269-275.pdf>.
- P. L. A. Joseph. 1992. Health Trends: Department of Health. HMSO; [consultado 03 de febrero 2021]. Vol. 24, 2. <https://www.cambridge.org/core/journals/psychiatric-bulletin/article/health-trends-vol-24-2-1992-department-of-health-hmso-280-annual-subscription-1080/78F56AB84476842C20CCE1C6A7B2F1C6>.
- Pastene M. 2018. Propuesta de mejora para la prevención de mermas en la cadena de suministros de una empresa de transporte; [consultado el 19 de feb. de 2021]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/bpmp291p/doc/bpmp291p.pdf>.
- Progressa Lean. 2015. 5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 20 de may. de 2021]. <https://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/>.
- Santamaria J. 2004. Balance de Masa para la cuantificación de Mermas en la planta "de concentrados de Zamorano; [consultado el 5 de feb. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1912/1/AGI-2004-T012.pdf>.
- Tosoni G. 2014. Participación salarial y crecimiento económico en América Latina, 1950-2011; [consultado el 20 de feb. de 2021]. <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36958/RVE113Alarco.pdf?sequence=1>.

Anexos

Anexo A

*Cuadro por utilizar para determinar perdidas monetarias en la planta de alimentos balanceados en
Zamorano (materia prima en bodega)*

Materia prima	Cantidad (kg)	L/kg	US\$/kg	Sub total (L)	Sub total (\$)
Maiz					
Harina de soya					
Semolina de arroz					
Harina de coquito					
Salvado de trigo					
Grasa by pass					
Carbonato de calcio					
Biofos – fosfato monocalcico					
Bicarbonato de sodio					
Sal					

Urea					
Biomín – Mycofix					
Monsigram – monensina sódica					
Procreatin					
Metionina					
Lisina					
Treonina					
Compuestos vitamínicos y minerales					
Multiplex Oro					
Multiplex Anionica					
Núcleos de cerdos					

Anexo B


*Cuadro para utilizar para determinar Mermas monetarias de producto final en la planta de alimentos
balanceados de Zamorano*

Tipo de concentrado	Cantidad (qq)	L/ qq	\$/qq	Subtotal en Lempiras	Subtotal en Dolares
Pollo crecimiento					
Cerdo de engorde					
Ponedora					
Tesis (aves)					
Vacas alta producción					
Vacas secas					
Vacas ventas					

Anexo C

check list de inspección de bodega utilizado actualmente en la planta de alimentos

balanceados en Zamorano



SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS ALMACENADOS
Lista de verificación del saneamiento de la bodega



Nombre: _____
 Dirección: _____
 Teléfono (s): _____ Correo electrónico: _____

A- Utilización de la bodega.

1. Productos almacenados:
 • Maíz • Sorgo • Arroz • Frijol • Otros: _____

2. Capacidad de Almacenaje: _____ Cantidad Almacenada: _____

B- Condición del perímetro de la bodega.

	Clasificación		
	Verde	Amarillo	Rojo
1. Acumulación del grano o producto de grano	_____	_____	_____
2. Presencia de hierbas o grama	_____	_____	_____
3. Apilamiento de basura	_____	_____	_____
4. Evidencia de roedores	_____	_____	_____
5. Pájaros anidando o apechándose bajo los dóceles	_____	_____	_____
6. Agua estancada que indica drenaje inadecuado	_____	_____	_____
7. Equipo almacenado en el suelo y/o adyacente a la bodega	_____	_____	_____

C- Mantenimiento del exterior de la bodega

1. Techo que necesita reparación	_____	_____	_____
2. Agujeros en las paredes en donde puedan entrar roedores o pájaros	_____	_____	_____
3. Puertas que dejan aberturas de más de 7mm al cerrarse	_____	_____	_____
4. Ventanilla sin tela de alambre o con telas de alambre dañadas (7mm Max)	_____	_____	_____

D- Mantenimiento del interior de la bodega

1. Los pisos necesitan limpiarse	_____	_____	_____
2. Agujeros en las paredes y los pisos donde se pueden acumular grano y polvo	_____	_____	_____
3. Acumulaciones de basura, equipo o chatarra en la bodega	_____	_____	_____
4. Las paredes y el techo necesitan limpiarse	_____	_____	_____
5. Cebo para roedores o pedazos de vidrio en polvo	_____	_____	_____

E- Prácticas de almacenamiento de grano

1. Los granos están estibados contra la pared	_____	_____	_____
2. Insectos o larvas en el piso o las paredes	_____	_____	_____
3. Las estibas están separadas menos de un metro	_____	_____	_____
4. Los productos químicos: Pesticidas, materiales con olores fuertes; están almacenados cerca del grano.	_____	_____	_____
5. Hay bolsas de grano rotas en las estibas	_____	_____	_____
6. Los granos están estibados de manera inestable	_____	_____	_____

F- Condiciones de los insectos

1. Se ven insectos volando dentro de la bodega	_____	_____	_____
2. Insectos o larvas en el piso o paredes	_____	_____	_____

1/3 | P a g i n a

Actualizada
29/11/10



SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS ALMACENADOS
Lista de verificación del saneamiento de la bodega



3. Insectos o larvas en el exterior de las bolsas	___	___	___
4. Huellas de insectos en el polvo	___	___	___
G- Condiciones de los roedores y/o pájaros			
1. Excremento de roedores en el piso o en las bolsas	___	___	___
2. Bolsas roídas por roedores en las estibas	___	___	___
3. Roedores vistos en la bodega (vivos o muertos)	___	___	___
4. Huellas de roedores en el polvo	___	___	___
5. Madrigueras de roedores dentro de la bodega	___	___	___
6. Excremento de pájaros en el piso o en las bolsas	___	___	___
7. Pájaros o nidos de pájaros en la bodega	___	___	___
H- Control de plagas			
1. Las estaciones de cebo para roedores están en uso	___	___	___
a. Al exterior de la bodega	___	___	___
b. Al interior de la bodega	___	___	___
2. Se mantienen adecuadamente las estaciones de cebo	___	___	___
Si ___ No ___ Explique _____			
3. Raticidas que se usan en estas bodegas	___	___	___

4. Las trampas usadas en la bodega están armadas y tienen cebo	___	___	___
5. Se usan insecticidas residuales en la bodega	___	___	___
Si ___ No ___ Cuáles se usan? _____			
6. Se usan nieblas o atomizaciones de insecticida en la bodega	___	___	___
Si ___ No ___ Cuáles se usan? _____			
7. Se usan fumigantes cuando:	___	___	___
a. El grano se recibe en la bodega	___	___	___
b. Cuando se encuentran insectos	___	___	___
8. Se mantienen registros de control de roedores	___	___	___
9. Se mantienen registros de control de insectos	___	___	___
I- Medidas de seguridad			
1. Los operarios portan el equipo de seguridad requerido en la bodega	___	___	___
2. Existen rótulos que indican peligro	___	___	___
3. Los productos almacenados están debidamente rotulados	___	___	___
4. Las instalaciones eléctricas están debidamente protegidas	___	___	___
5. Estado de escaleras, gradas, piso, etc.	___	___	___
6. Existe seguro para las instalaciones	___	___	___
7. El o los productos están asegurados	___	___	___
J- Administración de la bodega			
1. Hay inspección de todos los productos al momento de recibirlos	___	___	___
2. El gerente de la bodega hace una inspección periódica de la misma	___	___	___
3. El gerente de la bodega entiende la importancia de las buenas prácticas y saneamiento de la misma	___	___	___
4. Los trabajadores de la bodega:	___	___	___



SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS ALMACENADOS
Lista de verificación del saneamiento de la bodega



- a. Entienden la importancia de las buenas practicas y Saneamiento _____
- b. Indican al gerente de la bodega la evidencia de roedores, insectos y pájaros _____

Gerente de la bodega _____

Agente de Calidad _____

Observaciones: _____

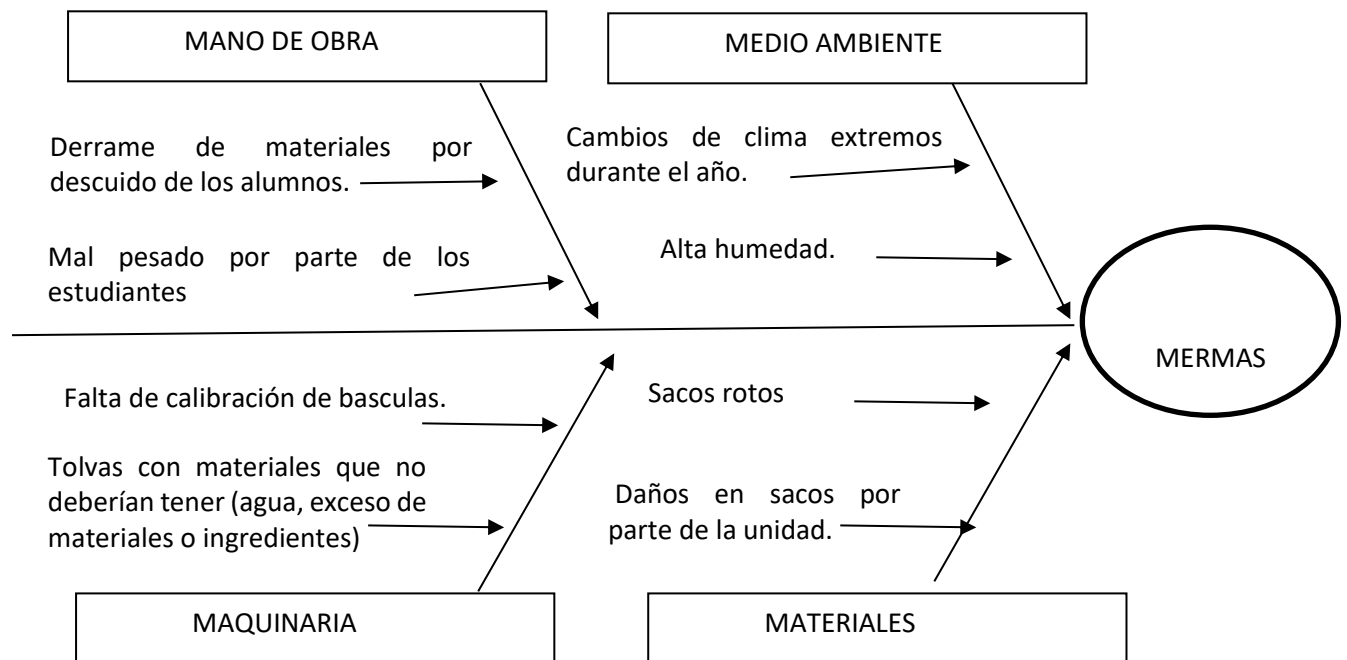
Fecha
/ /2011

Actualizada
29/11/10

3/3 | P a g i n a

Anexo D

Ejemplo de uso de Diagrama causa-efecto o Diagrama Ishikawa para determinar posibles causas a la problemática de mermas en la planta alimentos balanceados de Zamorano.



Anexo E

Ejemplo de análisis de los cinco porqués en base a diagrama causa-efecto o Diagrama Ishikawa

