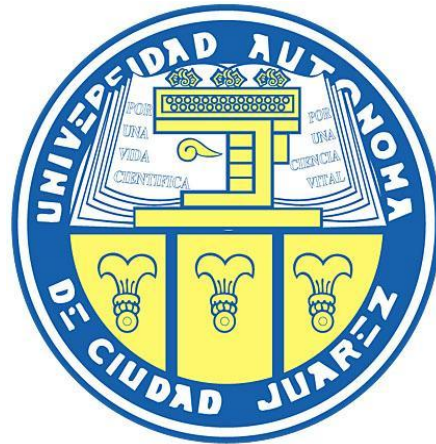


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

INSTITUTO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y MANUFACTURA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Propuesta de reducción de mudas en una PYME de alimentos con un
enfoque PDCA**

PROYECTO DE INGENIERÍA QUE PRESENTA:

Rafael Vizcaíno Perales

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR: Dr. Jesús Andrés Hernández Gómez

CD. JUÁREZ, CHIH.

MAYO DE 2026

Título del Proyecto de Investigación
al que corresponde el Reporte Técnico:

Propuesta de reducción de mudas en una PYME de alimentos con un enfoque de PDCA.

Tipo de financiamiento

Fecha de Inicio: 03/08/2025
Fecha de Término: 04/05/2026

Autor (es) del reporte técnico:

Nombre del estudiante: Rafael Vizcaíno Perales
Nombre del director del Proyecto: Jesús Andrés Hernández Gómez
Nombre del Co-director interno
Nombre del Co-director externo (si aplica)



Embutidos San Miguel S.A. De C.V.

Calle Uva No. 6615 Col. El Granjero C.P. 32310 Cd. Juárez, Chih. Tel: (656) 625-6865

Ciudad Juárez, Chih., 04 de mayo de 2026

A quien corresponda,

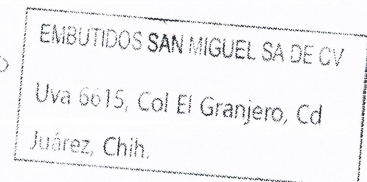
PRESENTE:

Por medio de la presente se hace constar que Rafael Vizcaíno Perales, alumna(o) de la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez realizo y finalizo el proyecto de mejora titulado "Propuesta de reducción de mudas en una PYME de alimentos con un enfoque PDCA", en el área de producción de la empresa Embutidos San Miguel S.A de C.V. El proyecto fue realizado en el periodo de 03 de agosto de 2025 al 04 de mayo de 2026. Los beneficios obtenidos fueron de la realización del proyecto fueron los siguientes:

- . Reducción de los tiempos de espera en un 56.7%.
- . Reducción del nivel de producción en el cuarto frio en un 93%
- . Eliminación de los defectos en los modelos 100, 220 y 250 g.

En este proyecto participo por parte de la Universidad Autónoma de Ciudad Juarez la/el Dr.(a).Jesús Andrés Hernández Gómez, quien fungió como Director(a) de proyecto.

Se extiende el presente documento para los fines que el interesado convenga.



Susana Perales Aguilera gerente de recursos humanos

Nombre Completo y Puesto

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Antecedentes.....	6
1.2 Descripción del problema.....	8
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.4 Justificación.....	13
1.5 Alcances y limitaciones.....	13
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1 Fundamentos de la productividad en las PYMES.....	15
2.2 Manufactura esbelta (Lean Manufacturing).....	17
2.3 Tipología de desperdicios (muda).....	18
2.4 Herramientas de manufactura esbelta.....	20
2.5 Metodología PDCA.....	21
2.6 Implementación de manufactura esbelta PDCA en PYMES.....	22
2.7 Enfoques contemporáneos y sostenibilidad es la mejora continua.....	23
2.8 Síntesis de hallazgos y vacíos identificados.....	24
3. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Método.....	25
3.2 Materiales	28
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	28
4.1 VSM.....	28
4.2 Implementación de las 5S.....	29
4.3 Implementación de Kanban.....	31
4.4 Implementación de SMED.....	33
4.5 Control estadístico del proceso.....	35
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
6. CONTRIBUCION E IMPACTO DEL PROYECTO EN LA EMPRESA.....	38
7. IMPACTO ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL EN LA REGION.....	38
8. REFERENCIAS.....	38

Reconocimientos

Primero que nada, gracias a Dios, ya que todo lo bueno viene de él y todo es para su gloria, agradezco al instituto de ingeniería y tecnología, por el apoyo de mi director de proyecto, Jesús Andrés Hernández Gómez por compartir sus conocimientos, la empresa Embutidos San Miguel por darme la oportunidad de realizar el proyecto, de manera muy especial, a mis padres Susana Perales Aguilera y Ramon Rafael Vizcaíno Martínez, siempre en las buenas y en las malas, la maestría en ingeniería industrial ha sido un camino difícil, no es fácil estudiar y trabajar al mismo tiempo, con disciplina se puede alcanzar el resultado, invito a todos aquellos deseen estudiar un posgrado a que no tengan miedo, aprendes mucho en el camino y al final se enriquece el conocimiento adquirido durante la carrera.

1. Introducción

En la actualidad, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) desempeñan un papel fundamental en el desarrollo económico y social de los países, ya que contribuyen a la generación de empleo, al fortalecimiento del mercado interno y a la diversificación productiva. Sin embargo, hay muchas PYMES que tienen problemas serios para lograr los resultados de competencia en una situación donde hay mucho nivel alto de resultados de calidad, hay desafíos que se deben trabajar para cumplir como el ahorro de los recursos, tener menos deudas de producción y también producir solo lo necesario para eliminar desperdicios. En este ambiente, la manufactura esbelta ha conseguido llegar a ser una manera de conseguir mejores resultados para eliminar desperdicios, cambiar el sistema y lograr una mejor calidad para el cliente. En el inicio, hablando de actividades que no generan valor al proceso, hay una conexión en los requerimientos de las PYMES ya que no tienen todos los recursos que pueden ayudar a generar los cambios que buscamos, así que se necesita usar de la mejor manera cada etapa del proceso para conseguir el mejor beneficio posible en el sistema productivo de la PYME. Womack y Jones (2003) afirman que la manufactura esbelta busca eliminar desperdicios y generar valor al cliente.

Una técnica dentro de la filosofía de la manufactura es el ciclo PDCA (Plan, do, check, act), muchas personas lo llaman el ciclo de Deming que sirve más que nada para hacer la planeación de las actividades que necesitas para resolver el problema y mantener la solución, es una herramienta muy popular que se ha usado mucho en los últimos años permitiendo conseguir excelentes resultados en gran variedad de compañías incluyendo las PYMES que más lo necesitan realizar. La combinación de PDCA con prácticas de manufactura esbelta ofrece a las empresas un enfoque estructurado para elevar su competitividad y asegurar la sostenibilidad de sus operaciones en el largo plazo. Moen (2020) expone que el ciclo PDCA, también referido como ciclo de Deming o Shewhart–fue desarrollado inicialmente por Walter Shewhart en la década de 1920 y difundido por W. Edwards Deming en los años cincuenta como base para la mejora continua.

La presente investigación se centra en la aplicación del PDCA junto con los principios de manufactura esbelta de la empresa EMBUTIDOS SAN MIGUEL SA DE CV una PYME dedicada a la elaboración de chorizo. Esta empresa, al igual que muchas del sector alimentario, enfrenta problemas recurrentes relacionados con desperdicios de materia prima, tiempos de espera,

reprocesos y limitaciones en la productividad. Estos desperdicios afectan en la economía ya que los tiempos de espera frenan el proceso dejando a los empleados sin poder efectuar las tareas necesarias, también el mal manejo de la materia prima genera mucho scrap que se ve reflejada finalmente en la economía de la empresa y sin poder cumplir con la satisfacción del cliente.

Para lograr el impacto económico esta PYME de alimentos es importante cumplir en tiempo y forma cada parte del ciclo PDCA para lograr el resultado esperado y no tener que ver malos resultados con desperdicios que se tengan que manejar, eso quita tiempo, dinero y esfuerzo que de una u otra forma puede ocurrir si no se tiene un buen sistema de trabajo entre el personal de la compañía, hacer un estudio inicial para identificar desperdicios y áreas de oportunidad será clave para poder dar el primer paso del cambio, una vez definidas las actividades del estudio se procede a una verificación para hacer una evaluación de si estamos llevando bien o no el plan de trabajo, todo con el fin de tener las áreas de oportunidad identificadas.

Existe gran variedad de PYMES en el sector de alimentos por lo que la presente investigación no solo busca apoyar a una empresa de chorizo sino a otras del mismo sector en el que también apliquen los conocimientos de esta investigación, encuentren ese impacto económico que necesitan, con esto incrementan su nivel de competencia y pueden cumplir las exigencias del mercado ya que hoy en día se piden ciertos niveles en el mercado de alimentos que de no cumplirlos se pone en riesgo el futuro de las empresas del área de alimentos.

Las PYMES del sector de alimentos por lo general siempre se encuentran con problemas de sobreproducción, tiempos de espera, variación en el producto, pero el objetivo está en trabajar para encontrar los cambios que nos ayuden a tener un proceso sin tantos desperdicios, claro que manejar al personal no será fácil, es por eso que las capacitaciones siempre ayudaran a que los empleados nunca sientan esa falta de apoyo de la empresa y así se puedan conseguir los resultados esperados, tener un impacto económico al final es lo más importante, si ponemos un ejemplo digamos que una empresa de árboles navideños tiene desperdicios con una pérdida del 40% del capital, pues entonces con las herramientas de manufactura esbelta se puede ahorrar ese porcentaje en un 10 o 5% de perdidas nada más, otro ejemplo de una fábrica de bombas de gasolina un producto en el que la industria requiere de mucha seguridad industrial, se tienen pérdidas del 50 % del capital y con la manufactura esbelta igual se pretende cambiar a un 10 % solamente, la idea es siempre mantener la motivación necesaria que nos ayude a no desanimarnos para mantener siempre la actitud correspondiente que nos ayude a mantener estos resultados una vez que se hayan alcanzado.

La aplicación de herramientas de manufactura esbelta en combinación con el ciclo PDCA nos ayudan a encontrar de una mejor manera las áreas de oportunidad para trabajar en la eliminación de desperdicios, donde podemos encontrar una mejor organización de manera que encontremos la manera de trabajar en equipo para tener mejores resultados ya que las pequeñas empresas presentan bastantes desafíos que deben afrontar y que se pueden resolver con una buena comunicación, actitud de cumplir con el trabajo para así poder ahorrar costos que nos ayuden a tener el impacto económico que estamos buscando para las pequeñas y medianas empresas esa es la conclusión.

1.1 Antecedentes

El tema de la mejora continua es de mucho interés para las empresas con mucha historia desde el año de 1950 hasta la fecha, en un punto se tenía la cuestión de cómo mejorar el sistema de trabajo, fue entonces en donde Japón empezó con el sistema de producción de Toyota (TPS), ahí se empezaron a desarrollar las diversas técnicas de la manufactura esbelta que conocemos hoy en día como ejemplo las 5 s, VSM, Kanban, poka yokee entre otros para conseguir la satisfacción del cliente. Después las actividades de manufactura esbelta ocuparon varios tipos de industrias alrededor del mundo por lo que se convirtió en una filosofía muy popular en la que todo el mundo garantizaba la calidad de los resultados. Yamamoto K. (2019), el estudio de la manufactura esbelta ofrece una idea sobre el TPS en sus primeros pasos con el sistema de la manufactura esbelta para optimizar recursos y maximizar ganancias en los sistemas de producción, es importante aclarar la evolución de la manufactura esbelta a través de los años para ver el cambio con el tiempo.

El ciclo PDCA es muy relevante dentro de la filosofía de la manufactura esbelta, fue desarrollado por W. Edwards Demming como una técnica de mucha efectividad para los sistemas de producción. Según Antony y Gupta (2019), el PDCA define el inicio de las herramientas de manufactura esbelta que llevan a las industrias de todos los sectores para encontrar múltiples beneficios, primero con el análisis, implementación y mantenimiento de los problemas identificados en diversas áreas promoviendo un mejor cambio económico que requiere una sólida atención para el dominio de la manufactura esbelta en el sector industrial apoyando en un mejor aprendizaje y dejando en claro que el ciclo PDCA ayuda a sectores en donde no se puede realizar una gran inversión y conseguir un cambio económico, ejemplos de estos sectores las PYMES de alimentos que no desean realizar inversiones ya que están acostumbradas a un sistema de trabajo que no les da muchos beneficios a largo plazo.

La historia de la manufactura esbelta apunta a que los resultados del sector de pequeñas y medianas empresas en la economía nacional, muchas están limitadas en la planificación, ejecución y prevención de actividades en la solución de problemas que benefician el mercado nacional en la economía, la realización de estudios en America tienen evidencia de que se encuentran desperdicios tales como la sobreproducción que tiene como causa principal una mala organización en la materia prima llevando a cabo las actividades que terminan con la producción de productos innecesarios en el almacén, o también movimientos innecesarios que se da por falta de planificación, estos desperdicios afectan en la competitividad nacional que tarde o temprano puede presentar problemas serios si no se atienden como el cierre de la empresa, por eso esta situación a motivado a muchos empresarios a implementar la manufactura esbelta ya que ofrece muchos beneficios, Villamil, Sandoval y Artega Sarmiento (2023) tomaron la iniciativa de aplicar la manufactura esbelta en la industria textil probando que se puede obtener múltiples beneficios dentro de esta filosofía en empresas con recursos limitados, esta investigación confirma el hecho de que no nada más se puede trabajar en grandes empresas, la filosofía de manufactura esbelta en la historia ha apoyado también a pequeñas y grandes empresas con limitación de recursos por lo que es posible realizar un cambio en todos los sectores.

En el área de alimentos, especialmente con los embutidos, se han identificado en la historia problemas relacionados con el manejo de la materia prima, esto es muy común en este tipo de industrias ya que generan desperdicios, se realizan retrabajos que terminan realizando movimientos innecesarios donde se generan más desperdicios, las causas se dan por los bajos niveles de productividad, exceso en los costos que afectan en la competitividad en empresas de grandes requerimientos, en este contexto, diversos estudios han demostrado que la aplicación de herramientas de manufactura esbelta, como el análisis de desperdicios, la estandarización de procesos y el control de calidad, permiten mejoras significativas en la eficiencia y la satisfacción del cliente. Rojas-Benites, Castro-Arroyo y Viacava Campos (2021) propusieron un modelo de manufactura esbelta para una PYME del sector cárnico en Perú, que combinó 5S, estandarización, pronóstico de demanda y Kanban. Al aplicarlo mediante simulación en Arena se consiguió reducir el desperdicio promedio del inventario hasta niveles óptimos (menores del 10 %), partiendo de una tasa inicial de expiración del 15,78 %, lo que implicaba un 8 % de pérdidas anuales; este enfoque resultó viable económica y organizativamente.

Existen antecedentes de investigaciones aplicadas en PYMES alimentarias donde se reporta que la implementación del PDCA junto con metodologías esbeltas permitió reducir los desperdicios en un rango de 15 % a 30 %, además de mejorar la organización interna de la planta y aumentar la capacidad productiva sin necesidad de realizar grandes inversiones en maquinaria. Huang, Lee, Chen y Tang (2022) desarrollan un modelo efectivo de progreso en manufactura esbelta para PYMES metalúrgicas, y reportan mejoras en lead time, eficiencia operativa e inventarios. Estos resultados evidencian que la mejora continua no solo es factible en grandes corporaciones, sino también en pequeñas empresas que buscan fortalecer su permanencia en el mercado.

Particularmente en la producción de chorizo artesanal, se ha encontrado que las pérdidas más relevantes provienen de un control deficiente de la materia prima, errores en la dosificación de condimentos, variaciones en los tiempos de embutido y empaquetado, así como una falta de procedimientos estandarizados. Estas situaciones producen un alto porcentaje de pérdidas, que se puede medir en un bajo impacto económico, en un límite en la capacidad de crecimiento empresarial por lo que empleados en general se ven afectados, tanto del alta como de la baja, estas áreas de oportunidad motivan en el estudio de una filosofía capaz de encontrar, analizar y eliminar desperdicios que puedan ayudar en el crecimiento de las empresas en el sector de alimentos.

En esta área, la investigación promueve los conocimientos que buscan los beneficios de distintas empresas PYMES del sector de alimentos en especial la de producción de chorizo. El deseo es hacer una combinación del ciclo PDCA con la manufactura esbelta para encontrar los beneficios que ayudan a las PYMES de alimentos y cualquier industria en general para eliminar desperdicios y aumentar las ganancias, para lograrlo se debe generar el sistema de producir más con menos que es lo que ofrece la manufactura esbelta, con el tiempo se pretende tener evidencias que ayuden en la satisfacción del cliente, ayudar en futuros proyectos que se pretendan realizar y no tener problemas de desperdicios para así optimizar recursos.

Este pensamiento nos dejara también encontrar las áreas de oportunidad en el sistema de producción, ahorrando materiales, costos que nos ayudaran a tener más competitividad en la PYME. Sin embargo, la ejecución del sistema no solo ayuda el área de producción, sino el aprendizaje de los empleados que ayudaran en los resultados a largo plazo, en conclusión, la combinación de PDCA y manufactura esbelta no solo ayuda a mejorar los sistemas de producción actuales, sino que también en futuros proyectos del sector de alimentos, asegurando la necesidad de implementación de esta filosofía para las industrias de cualquier sector.

No obstante, a pesar de los avances reportados en la literatura, se observa que gran parte de los estudios se han desarrollado en contextos de grandes industrias o mediante simulaciones teóricas, existiendo aún una limitada evidencia empírica en PYMES del sector alimentario con procesos artesanales y recursos restringidos. Asimismo, son escasas las investigaciones enfocadas específicamente en la producción de embutidos, donde factores como la variabilidad en la materia prima, los requerimientos de salud y la dependencia de la mano de obra incrementan la complejidad operativa.

1.2 Descripción del problema

En el área de producción de la empresa se han detectado diversas ineficiencias que impactan directamente en la productividad y rentabilidad del proceso. En primer lugar, se evidencia una falta de orden en los materiales y herramientas de trabajo, lo que genera retrasos en las actividades y desorganización en el entorno laboral. Con la intención de tener una mejor estructura de los tiempos muertos en el trabajo, tomamos un estudio de forma presencial para la duración que se toma cada operador en encontrar las herramientas de trabajo correspondientes, la captura de datos se hizo en una jornada normal de producción, tomando el registro de la duración en la búsqueda de las herramientas requeridas, se tomaron a 10 operadores de producción, para cumplir en tener una mejor idea del sistema actual de la planta. La tabla 1 muestra los resultados en minutos y segundos.

Operador	Muestra1	Muestra2	Muestra3	Muestra4	Muestra5	Promedio
1	9:45	10:08	10:16	9:52	10:01	10:00
2	13:42	14:15	14:08	13:56	14:04	14:01
3	10:38	11:12	11:05	10:54	11:01	10:58
4	11:34	12:18	12:06	11:49	12:03	11:58
5	12:29	13:16	13:08	12:51	13:02	12:57
6	14:33	15:19	15:07	14:52	15:04	14:59
7	8:41	9:17	9:06	8:53	9:02	8:56
8	11:28	12:14	12:09	11:52	12:01	11:53
9	10:44	11:11	11:03	10:57	11:00	10:59
10	12:36	13:18	13:06	12:49	13:01	12:58

Tabla 1. Tiempos de operación en los operadores

Este estudio nos dice que la duración para encontrar las herramientas requeridas se tiene en 8 minutos 56 segundos como mínimo y 14 minutos 59 segundos como máximo con un promedio de

11 minutos 58 segundos, esto representa una variabilidad significativa entre trabajadores y evidencia la falta de un sistema estandarizado de organización en el área de producción. Asimismo, no se cuenta con una planificación adecuada de la producción, lo que ha derivado en una acumulación excesiva de inventario en el cuarto frío, principalmente por sobreproducción.

Con el fin de evaluar el nivel de acumulación en el cuarto frío, se realizó un registro del inventario almacenado durante dos semanas consecutivas y se comparó contra la capacidad máxima del área de refrigeración (500 kg). En la Semana 1, la producción almacenada alcanzó los 650 kg, lo que representa un excedente del 30 % respecto a la capacidad instalada. Para la Semana 2, el inventario ascendió a 780 kg, superando en un 56 % la capacidad disponible. Estos resultados se presentan en la tabla 2, donde se observa claramente que la producción excede de manera recurrente la capacidad del cuarto frío, en el periodo de dos semanas se tiene un excedente del 43%.

Semana	Capacidad máxima(kg)	Producción almacenada	Excedente (%)
Semana 1	500	650	30
Semana 2	500	780	56
Promedio	500	715	43

Tabla 2. Nivel de almacén cuarto frío.

El análisis evidencia que la empresa Embutidos San Miguel S.A. de C.V. presenta un problema crítico de sobreproducción, el cual genera saturación en el cuarto frío y eleva los costos de almacenamiento y consumo energético. Adicionalmente, mantener niveles de inventario superiores a la capacidad recomendada incrementa el riesgo de pérdida de producto por vencimiento, afectando la calidad y la inocuidad. Esta situación confirma la ausencia de una planificación adecuada de la producción, lo que refuerza la necesidad de implementar herramientas de manufactura esbelta —como Kanban o sistemas de producción ajustada a la demanda— para equilibrar la capacidad instalada con los volúmenes de producción y garantizar un flujo eficiente de materiales.

En temas de administración, tenemos una disposición de 10 trabajadores de producción, que tienen tiempos muertos de consideración ya que se tiene un problema de actividades sin definición para cumplir con la demanda semanal. Otro aspecto que tenemos es en las maquinas, ya que se tiene ausencia de tiempo considerable en cambiar un modelo, por el momento se trabaja con 3 modelos en el chorizo, 250 g, 220 g y 100 g, el tiempo para cambiar un modelo puede ser de 20 minutos, es un tiempo alto por lo que tiene como desperdicio de tiempos de espera y esto afecta a la PYME de alimentos.

Con el objetivo de analizar la relación entre los tiempos muertos y los tiempos de cambio de modelo en la producción de chorizo, se levantaron 30 datos correspondientes a diferentes observaciones en la planta. La Figura 1 muestra una gráfica de dispersión donde el eje X representa

el tiempo muerto (minutos) y el eje Y representa el tiempo de cambio de modelo (minutos). Cada punto corresponde a una observación individual.

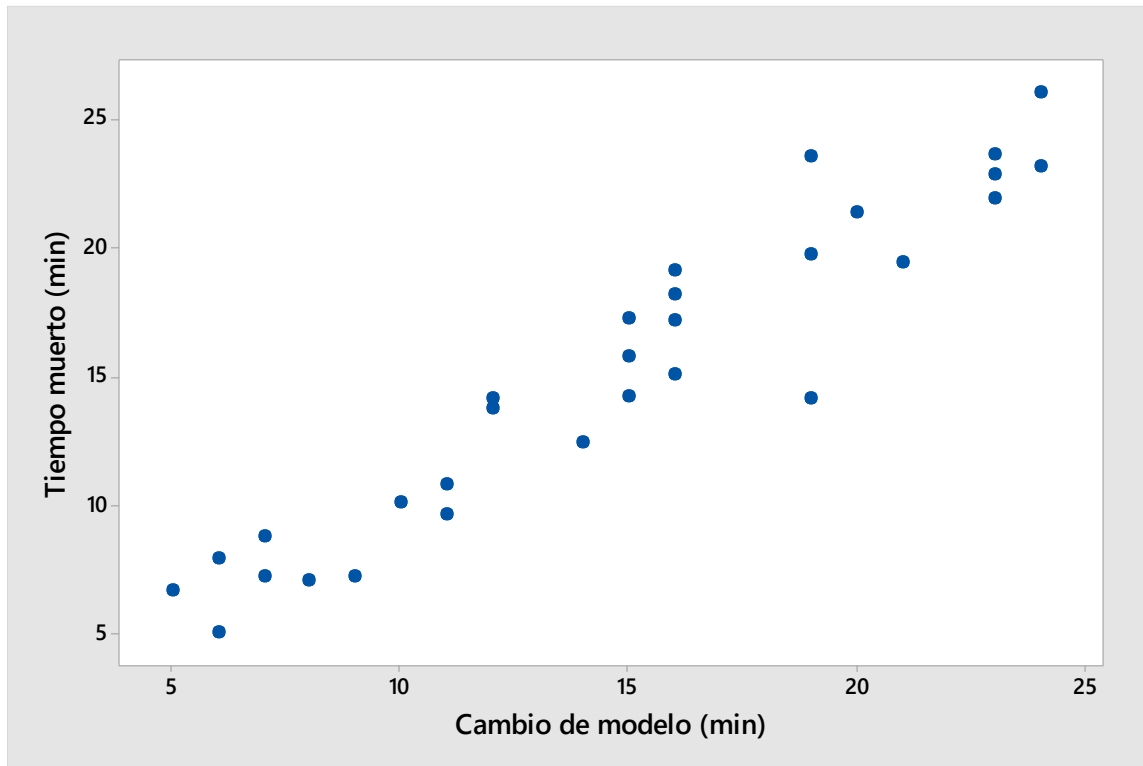


Figura 1. Gráfica de dispersión tiempo de tiempo muerto vs cambio de modelo

La gráfica evidencia una tendencia positiva clara: a medida que aumenta el tiempo muerto, también se incrementa el tiempo necesario para completar el cambio de modelo. Esto indica que ambos factores están relacionados directamente y que la ineficiencia en la asignación o aprovechamiento del tiempo repercute en retrasos durante el ajuste de maquinaria.

En algunos casos, los tiempos muertos cercanos a 20–25 minutos se asocian con tiempos de cambio de modelo superiores a 22 minutos, lo que refleja una pérdida considerable de capacidad operativa. Esta dispersión confirma que no se trata de un evento aislado, sino de un patrón recurrente que afecta el flujo de producción.

Por lo tanto, los resultados refuerzan la necesidad de aplicar herramientas de manufactura esbelta como SMED (Single Minute Exchange of Die) para reducir significativamente los tiempos de cambio de modelo y, en consecuencia, disminuir los tiempos improductivos que afectan la productividad de la planta.

Con el propósito de conocer la variación del proceso de producción de chorizo en los diferentes modelos de presentación (100 g, 220 g y 250 g), se decidió realizar un estudio de gráficos de control I-MR (Observaciones individuales – Rangos móviles), este tipo de herramienta estadística

permite identificar de manera visual si el proceso se encuentra bajo control estadístico o si presenta puntos fuera de especificación y patrones anómalos que afectan la estabilidad. De esta manera, se obtiene una base objetiva para planear acciones de mejora continua.

En la figura 2 se observa que la mayoría de los datos se mantienen dentro de los límites de tolerancia (95–105 g). Sin embargo, se identificaron 7 puntos fuera de control, que exceden la especificación definida. Estos puntos indican posibles problemas en el manejo de materia prima.

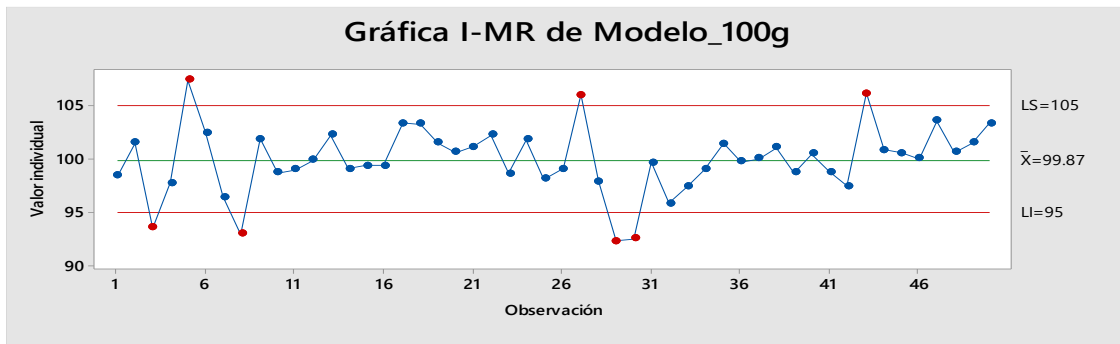


Figura 2. Modelo 100 g gráfico de control

El análisis en la figura 3 muestra una mayor dispersión en comparación con el modelo de 100 g. Se detectaron 12 puntos fuera de control que sobrepasan los límites de 215–225 g. La magnitud de las variaciones sugiere deficiencias en la consistencia del proceso de llenado y cambios en la operación que generan inestabilidad.

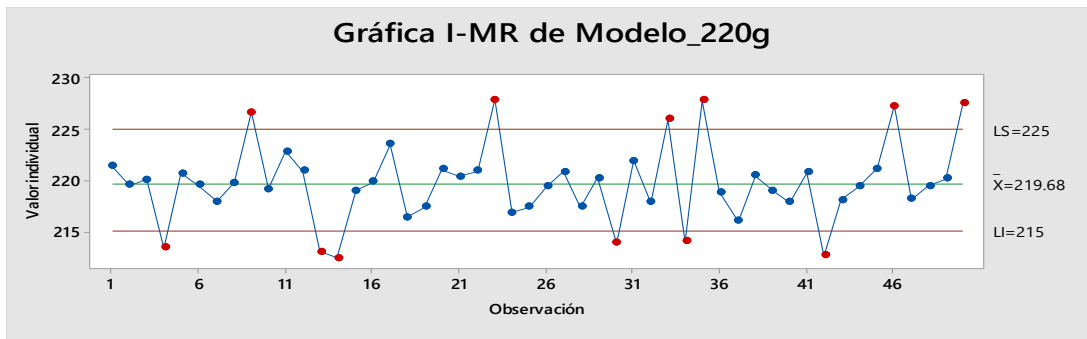


Figura 3. Modelo 220 g gráfico de control

En la figura 4 el promedio se mantiene cercano al valor nominal, se observaron 8 puntos fuera de control respecto a los límites de 245–255 g. La dispersión, aunque menor que en el modelo de 220 g, sigue siendo significativa y evidencia oportunidades de mejora en el ajuste del equipo y la estandarización de procedimientos.

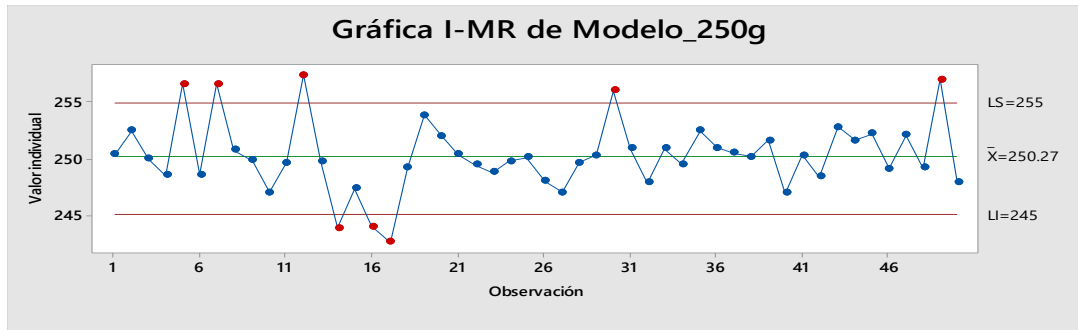


Figura 4. Modelo 250 gramos gráfico de control

El estudio confirma que los tres modelos de producción presentan puntos fuera de control que impactan la estabilidad del proceso y, por lo tanto, la calidad del producto final.

1.3 Objetivos

Los objetivos constituyen una guía fundamental dentro de toda investigación, ya que establecen de manera precisa qué se pretende alcanzar con el desarrollo del proyecto. A través de ellos se delimitan las acciones, se orienta el rumbo de la investigación y se definen los resultados esperados.

El presente proyecto, el enfoque toma dirección en la gestión de la manufactura esbelta en la PYME Embutidos San Miguel S.A de C.V, para no tener actividades que no agregan valor al producto y hacer menos la duración en las actividades para tener la producción necesaria de cada semana. Una definición de los objetivos permitirá enfocar los esfuerzos hacia la identificación de áreas de oportunidad, el análisis de los problemas existentes y la implementación de herramientas de mejora continua que generen un impacto positivo y medible en la organización.

Entonces, los puntos a cumplir no nada más consiguen un cambio en el proyecto, también ayudan en una evaluación de los resultados obtenidos y ver la ayuda de lo que es usar manufactura esbelta. Los puntos toman dirección también en generar una buena estrategia de producción, ya que nos ayudan a la gestión de los recursos que tenemos en disposición, así se toman actividades importantes en el trabajo de la planeación, con este se puede ver la relación entre la idea, técnicas y resultados.

Asimismo, los objetivos definidos guardan una relación directa con la metodología seleccionada, ya que orientan la elección de herramientas de manufactura esbelta y determinan los indicadores que permitirán evaluar el desempeño del proceso productivo.

1.3.1 Objetivo General

Aplicar técnicas de manufactura esbelta en la empresa *Embutidos San Miguel S.A. de C.V.*, con el propósito de reducir los efectos negativos de las ineficiencias identificadas o mudas en el proceso de producción de chorizo, para aumentar la productividad necesaria.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar el proceso actual de producción de chorizo para identificar cuellos de botella, actividades que no agregan valor y fuentes de desperdicio.
2. Implementar herramientas de manufactura esbelta como las 5S, el mapa de flujo de valor (VSM), SMED y Kanban para optimizar la eficiencia operativa en la planta de producción.
3. Evaluar el impacto de las técnicas aplicadas en términos de reducción de tiempos de operación, mejora en la organización del área de trabajo y disminución de desperdicios.
4. Proponer un plan de acciones que permita mantener las mejoras a largo plazo, promoviendo una cultura de disciplina y mejora continua entre los colaboradores.

1.4 Justificación

La presente investigación se justifica por tener la necesidad de cambiar el flujo de producción de manera que no se presenten desperdicios en las pequeñas y medianas empresas PYMES, la implementación de técnicas de manufactura esbelta en unión con el sistema PDCA ayuda a tener una solución efectiva de costo bajo para optimizar el proceso sin la necesidad de grandes inversiones en tecnología, aparte que la investigación ayuda a tener soluciones en las condiciones reales de una PYME, esto ayuda en la mejora continua y en fortalecer el nivel de competencia empresarial.

La investigación no solo busca resolver problemas operativos específicos sino también fomentar una cultura de mejora continua en el que se tenga uso eficiente de los recursos para tener finalmente un ambiente con mejor organización y también valores entre el personal.

1.5 Alcances y limitaciones

La presente investigación toma como dirección la gestión de herramientas de manufactura esbelta, con un enfoque en el ciclo PDCA, para la PYME *Embutidos San Miguel S.A de C.V.*, con la idea de mejorar la eficiencia del proceso de elaboración de chorizo. Por esto, se realizará un estudio con detalles de las presentes actividades, se tiene que encontrar las pérdidas importantes y partes de oportunidad de cambio en las fases de la investigación del proceso de alimentos: materia prima, preparar los ingredientes, embutir, colocación de etiquetas y almacenamiento.

Entonces, con este estudio se aplicarán técnicas de manufactura esbelta que ayudarán a tener menos tiempos en el área de producción, cambiar el mal uso de recursos y aumentar la producción

del área. Se procederá a la evaluación del desempeño en los trabajadores que nos ayudará a analizar el avance y saber la efectividad de los cambios.

Otro punto de importancia en el proyecto es la definición de una idea metodológica, que se repita para ayudar a otras empresas del sector de alimentos que puedan presentar problemas relacionados. De esta manera, el avance no se limita nada más a la compañía, también ayudara a tener más valor en la parte teórica y de negocios, en el momento de realizar una prueba de la importancia de aplicar manufactura esbelta en sectores donde se limitan recursos.

Se pretende que la investigación ayude a hacer más fuerte el ambiente de organización de Embutidos San Miguel S.A de C.V, ayudando en la ejecución de los empleados en actividades que ayuden en el cambio y mejorar una mente con dirección hacia la calidad.

Aunque se esperan resultados, el proyecto puede tener límites que debemos tomar en cuenta:

1. Area de ejecución: La investigación tendrá dirección solamente en el área de chorizo, entonces los cambios no tienen una ampliación de forma directa con otros procesos que la empresa pudiera realizar.

2. Disponibilidad de herramientas: La ejecución de cambios se relaciona a la parte económica, materiales y trabajadores con los que se cuenta en la empresa. No contemplaremos la implementación de máquinas de gran magnitud, sino una optimización de recursos.

3. Tiempo de ejecución: El proyecto se desarrollará dentro de un periodo determinado, lo cual limita la posibilidad de observar resultados a largo plazo. Los beneficios evaluados se concentrarán en el corto y mediano plazo.

4. Factores externos: Aspectos como la variabilidad de la demanda, los cambios en la normativa sanitaria o las condiciones del mercado no podrán ser controlados directamente por la investigación, aunque sí se considerarán en el análisis.

5. Resistencia al cambio: Al tratarse de una empresa con prácticas establecidas, existe la posibilidad de resistencia por parte de algunos trabajadores al momento de implementar nuevas metodologías. Esta limitación será atendida mediante la capacitación y la sensibilización del personal, pero puede influir en la velocidad de adopción de las mejoras.

Finalmente, los problemas y límites que se plantean, ayudan a realizar una planeación detallada para la investigación, con definición de mucha claridad de lo que se intenta conseguir para reconocer las partes que nos pueden ayudar a conseguir mejores resultados. Efectivamente podemos garantizar que el proyecto se mantendrá en una idea práctica, de aplicación y con ajuste a los ambientes laborales que se presentaran en la empresa, el enfoque es del proceso de producción de chorizo, pero puede ayudar a otras empresas que sean PYMES del mismo sector.

2. Revisión de Literatura

El propósito de la revisión de literatura es contextualizar la investigación en torno a la manufactura esbelta y el ciclo PDCA, identificando sus fundamentos teóricos y aplicaciones en PYMES. Ayuda a identificar situaciones con relación en el área de alimentos especialmente en carnes para encontrar las ventajas que encontramos en uso de recursos y la eliminación de pérdidas para tener pruebas de la capacidad que se pretende en esta investigación.

Esta sesión se clasifica en 6 partes, empezamos con la presentación de la teoría para la manufactura esbelta y el sistema PDCA, haciendo una explicación de cómo se empezó, la importancia para mejorar, después se hará una inspección de las operaciones de estas técnicas en PYMES, destacando los beneficios y también problemas que se registran en áreas de los materiales al límite, después se manejan las actividades previas del área de alimentos en donde se han encontrado detalles relacionados a las pérdidas y producto en exceso, después se mencionan las técnicas más usadas de manufactura esbelta que son importantes para la investigación como 5S, Kanban, SMED y el control estadístico, haciendo su aplicación en áreas de la producción de alimentos, por último tenemos un resumen de las respuestas y problemas de capacidad encontrados, que se relaciona a la parte de explicación en el trabajo del proyecto.

La concentración de manufactura esbelta termina siendo muy importante para las PYMES del área de alimentos porque nos ayuda a desafiar problemas populares como pérdidas de recursos, producto en exceso, tiempos de espera y variación en el producto, en las grandes empresas, las pequeñas y medianas empresas presentan materiales con cierto límite, entonces se necesita de técnicas muy usadas con un bajo precio que ayuden a la optimización del proceso una obligación de invertir en una gran cantidad.

La gestión de técnicas esbeltas como 5S, Kanban y SMED ayudan a tener ventajas importantes en esta área, liberación de actividades en el área de alimentos, control de materia prima con un control en el objetivo semanal, tener menor tiempo en cambiar el modelo, estos cambios ayudan a tener más alta la producción, también se mantiene el flujo, nivel de satisfacción para el cliente, puntos importantes para la calidad y ser competente, como conclusión la concentración del estilo esbelto no solo reporta una técnica de planeación importante para tener mejor manejo de recursos operativos, también una invitación para que las pequeñas y medianas empresas del área de alimentos tengan mayor fuerza en la satisfacción del cliente.

2.1 Fundamentos de la productividad en las PYMES

Las PYMES son como asociaciones donde la cantidad se define por los operadores y el porcentaje económico, en el área de las PYMES de manufactura, trabajan en transformar los recursos en el producto final, por lo tanto, estas terminan siendo importantes en la economía para tener trabajo y competencia.

Tienen la característica de una serie de actividades con organización normal, reglas flexibles y conexión cerca de dueños, trabajadores, en general se trabaja con un límite de materiales, por lo

que genera una necesidad del trabajo de operadores y menor uso de tecnología. Si bien cuentan con flexibilidad para adaptarse rápidamente a la demanda del mercado, también presentan procesos poco estandarizados, lo que ocasiona problemas como desperdicios, inventarios excesivos y variabilidad en la calidad. Aunque se cuenta con un límite en el manejo de recursos, las PYMES de manufactura cuentan con un cambio de gran importancia para la ciudad, estado con la contribución al trabajo, la variedad de producción, las pequeñas y medianas empresas cuentan con un punto especial en el ahorro de recursos, porque se genera mano de obra y competencia en muchos lugares (OECD,2019).

El área de alimentos es importante para el ahorro de recursos, porque se puede asegurar el límite de productos más usados, se consigue mano de obra, aportación de forma especial a la calidad de otros países, hablando de las PYMES, su importancia es muy alta ya que se usan en las compañías con dedicación a la producción de alimentos, apoyando a desarrollar en el estado y efectividad en la calidad, pero estas compañías presentan retos de operadores, se destaca la implementación inadecuada de materia prima, identificación de pérdidas en inventarios, variación en la satisfacción del cliente, bajo nivel del flujo en el proceso, se añade el límite para invertir en el uso de tecnología y una necesidad de tener el apoyo de operadores, con lo que se elimina el porcentaje en la efectividad de competencia en empresas de mayor magnitud.

En esta área , la mejora continua para la producción por medio del uso de técnicas como la manufactura esbelta y el sistema de PDCA termina siendo importante para que las pequeñas y medianas empresas en el área de alimentos puedan ahorrar recursos, tener precios más bajos y garantizar la competencia ya que es alta, la gestión de herramientas para ahorrar recursos como la manufactura esbelta ha demostrado ser muy buena para eliminar pérdidas y ahorrar recursos en empresas del área de alimentos(Vásquez, Pérez & Rojas, 2023).

Las PYMES del área de alimentos tienen problemas de porcentajes pequeños en la producción por algunos puntos dentro y fuera de la empresa, las razones principales tenemos una ausencia en la definición de operaciones en el proceso, se producen pérdidas de recursos, variación en la satisfacción del cliente y tiempos de espera. También es frecuente la deficiente gestión de inventarios, que provoca sobreproducción, acumulación en cámaras de refrigeración y riesgos de pérdida por caducidad. A ello se suma la alta dependencia de la mano de obra poco capacitada, la cual incrementa los tiempos muertos y los errores en la operación. Otro factor crítico es la limitada inversión en tecnología y maquinaria, que obliga a mantener procesos manuales o semiautomáticos con baja eficiencia. Finalmente, la falta de planeación de la demanda y la escasa cultura de mejora continua dificultan la implementación de metodologías de control y optimización, reduciendo la capacidad de respuesta de las PYMES frente a un mercado cada vez más competitivo. La FAO (2020), opina que las pequeñas y medianas empresas tienen porcentajes bajos en producción con relación a los límites del uso de tecnología, problemas en la aplicación de procesos y necesidad de preparación profesional.

Hay un alto nivel de PYMES en el área de alimentos que presentan factores importantes para mejorar se han concentrado en actividades en tiempo, forma, ejemplo tener mayor inspección,

tener más actividades en el tiempo de trabajo o adquisición de máquinas sin una planeación, estos puntos por lo general presentan un cambio con limitante porque se concentran en trabajar en los factores no importantes y no en las áreas de oportunidad para aumentar la producción. Entonces al no contar con apoyo por técnicas reconocidas, se presentan niveles de producción de prueba, pero difícil de mantener para el futuro. En la ausencia de pruebas de control estadístico, estudios de optimización se presenta el límite en los resultados de estas acciones, por lo que se presentan pérdidas, tiempos de espera y variación en la satisfacción del cliente, después los factores de tradición de cambio terminan sin ser suficientes enfrente de la variedad del campo laboral de la actualidad, entonces se necesita una adopción de técnicas más eficientes con buena planeación como la manufactura esbelta, el sistema PDCA que nos ayudan a combatir las ineficiencias empezando por la causa raíz y garantizar la mejora continua. Tal como evidencia Shi (2024), en las PYMES alimentarias la aplicación del PDCA posibilita pasar de correcciones superficiales a un proceso de mejora sistemático que garantiza mayor calidad y sostenibilidad.

2.2 Manufactura esbelta (Lean manufacturing)

El pensamiento esbelto tiene su origen en el Sistema de Producción Toyota (TPS), desarrollado en Japón tras la Segunda Guerra Mundial por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, quienes, inspirados en la gestión de calidad de W. Edwards Deming, diseñaron un modelo basado en la eliminación de desperdicios y la maximización del valor para el cliente. El sistema de producción Toyota se clasifica en dos puntos importantes, justo a tiempo, ya que trabaja en tener solo la cantidad necesaria, pero en el momento solicitado y Jidoka, tiene como objetivo en parar el sistema en el momento que se encuentra una ineficiencia para asegurar la satisfacción del cliente. La idea esbelta empezó en el TPS (Sistema de producción Toyota), realizando en Japón durante la segunda guerra mundial por el autor Taiichi Ohno, se concentra en eliminar las pérdidas y crear satisfacción para el cliente (Find Lean Solutions, 2022).

En el final del siglo XX, diversos investigadores hablaron de este sistema con la condición del concepto Lean manufacturing, poniendo como prueba que las prácticas son de aplicación para llegar lejos en el sector de autos, en esas fechas, la aplicación de técnicas de procesos han tenido un cambio en el nivel de calidad, con el fin de ser más productivos para las PYMES ofreciendo herramientas de mucho uso como 5S, Kanban y SMED, nos ayudan en la optimización, eliminar tiempos de espera y tener mayor competencia en áreas con límite de uso de materiales, a finales del siglo XX investigadores del instituto de tecnología de Massachusetts hablaron del trabajo de manufactura esbelta, poniendo en evidencia que su filosofía son efectivos para el área automotriz (Dekier, 2020).

La manufactura esbelta se tiene en 5 pensamientos definidos por el autor Womack y Jones (2003), el primero es encontrar la importancia desde el punto de vista del cliente, no concentrarse en áreas que no aportan valor, el segundo tiene como objetivo realizar un mapa de valor para identificar áreas de oportunidad, tercero consiste en generar un flujo continuo para eliminar tiempos de espera, exceso de inventario, cuarto se concentra en la implementación de un control de producción pull, para que se produzca únicamente lo necesario tomando en cuenta la demanda real, este punto es importante ya que se han presentado problemas con diversas PYMES que no producen lo

necesario, el quinto es encontrar la perfección con relación a trabajar constantemente en el cambio y la eliminación de pérdidas.

Estos pensamientos, unidos, aportan una planeación efectiva en las PYMES para la productividad, tener bajos precios y ser más competitivo, la manufactura esbelta se concentra en eliminar pérdidas, en Japón se conoce como muda, este pensamiento se realizó en el TPS, habla de las operaciones que gastan recursos, pero no aportan nada para el cliente, encontrar y eliminar la muda. Es importante para la optimización, tener precios más accesibles, tener más apoyo operativo. Gwarda y Klopott (2022) encuentran que la identificación y eliminación de pérdidas es una actividad importante para mejorar el ahorro de recursos y el flujo de valor en las empresas manufactureras.

La gestión de la manufactura esbelta en términos de pequeña magnitud como las PYMES, se apoya con ventajas de significancia, pero sin olvidar que presenta límites de importancia, Cusiato, Farfan y Raza (2024) hablan de la manufactura esbelta para la eliminación de desperdicios, se esperan beneficios como tener porcentajes bajos de pérdidas en materia prima, eliminar tiempos de espera, controlar los inventarios para no caer en inventarios en exceso, cumplir con la satisfacción del cliente finalmente, entonces al tener necesidad de contar con técnicas muy prácticas con precios bajos como 5S, Kanban y SMED, estas compañías pueden tener optimización de los materiales requeridos sin una necesidad de tener una grande inversión en maquinaria por ejemplo, con esto se mejora el nivel de competencia y la capacidad para responder en el mercado.

2.3 Tipología de desperdicios (muda) en la manufactura

a) Sobreproducción:

La sobreproducción es considerada el desperdicio más crítico dentro de la manufactura esbelta, ya que genera otros tipos de pérdidas en cadena. Se produce cuando una empresa fabrica más productos de los que el cliente demanda o los produce con demasiada anticipación respecto al momento de su consumo. Este exceso provoca acumulación de inventarios, mayores costos de almacenamiento, incremento en el riesgo de caducidad o deterioro de los productos y, en consecuencia, pérdida de recursos. Este exceso provoca acumulación de inventarios, mayores costos de almacenamiento, incremento en el riesgo de caducidad o deterioro de los productos y, en consecuencia, pérdida de recursos (Martin, 2022).

b) Tiempos de espera:

El desperdicio por tiempos de espera ocurre cuando los recursos productivos ya sean operarios, maquinaria o materiales permanecen inactivos debido a una falta de sincronización en el flujo de trabajo. Este tipo de pérdida suele originarse por retrasos en el suministro de materias primas, fallas en la programación de la producción, paros por mantenimiento o tiempos excesivos en los cambios de modelo. En consecuencia, se genera una disminución de la capacidad operativa, incremento de los costos indirectos y retrasos en la entrega al cliente. En consecuencia, se genera una disminución de la capacidad operativa, incremento de los costos indirectos y retrasos en la entrega al cliente (Sharma & Khatri, 2021).

c) Transporte innecesario:

El transporte innecesario se refiere al movimiento excesivo de materiales, productos en proceso o insumos dentro de la planta que no agrega valor al producto final. Este desperdicio puede deberse a una mala distribución de las áreas de trabajo, falta de rutas definidas, ausencia de señalización o diseño ineficiente del layout productivo. En consecuencia, se genera una disminución de la capacidad operativa, incremento de los costos indirectos y retrasos en la entrega al cliente (The 8 Deadly Wastes – How to Identify and Eliminate Waste in Business Processes, 2017).

d) Procesamiento innecesario:

El sobre procesamiento ocurre cuando se realizan actividades, operaciones o controles adicionales que no aportan valor real al producto desde la perspectiva del cliente. Este desperdicio se manifiesta en tareas duplicadas, inspecciones innecesarias, uso excesivo de recursos o procedimientos más complejos de lo requerido. En muchos casos, surge por una falta de estandarización, desconocimiento de las necesidades del cliente o la creencia errónea de que “más trabajo equivale a mayor calidad”. En muchos casos, surge por una falta de estandarización, desconocimiento de las necesidades del cliente o la creencia errónea de que “más trabajo equivale a mayor calidad” (Ram University of Science and Technology, 2017).

e) Inventario en exceso:

El desperdicio por inventario en exceso se produce cuando una empresa acumula más materias primas, productos en proceso o terminados de los que realmente requiere para atender la demanda del cliente. Este tipo de exceso inmoviliza capital, ocupa espacio en las áreas de almacenamiento y genera costos adicionales en conservación, refrigeración y manipulación. En el caso de los alimentos, mantener inventarios superiores a la capacidad instalada incrementa el riesgo de vencimiento y deterioro de la calidad. Según Moya (2016), el exceso de inventario genera obstrucciones al flujo de producción y encarece el almacenamiento en el sector alimentario.

f) Movimientos innecesarios:

El desperdicio por movimientos innecesarios se refiere a los desplazamientos o esfuerzos adicionales que realizan los trabajadores dentro de su área de trabajo y que no generan valor al producto. Estos pueden incluir caminar largas distancias para buscar herramientas, agacharse repetidamente, estirarse para alcanzar materiales mal ubicados o realizar gestos que no aportan al proceso productivo. Según Ngadiman Yunos (2017), los movimientos innecesarios representan uno de los desperdicios críticos en la manufactura alimentaria, ya que implican desplazamientos y gestos que no aportan valor al proceso.

g) Defectos:

El desperdicio por defectos se presenta cuando un producto no cumple con las especificaciones de calidad establecidas, lo que obliga a realizar reprocesos, retrabajos o, en el peor de los casos, desechar la producción. Este desperdicio no solo implica una pérdida directa de materiales y tiempo, sino también un aumento en los costos de mano de obra, energía y capacidad productiva. Según Wijaya (2022), los defectos en la producción, productos que no cumplen las

especificaciones y requieren retrabajo o descarte, representan un tipo crítico de desperdicio que incrementa costos indirectos como la energía y la capacidad productiva.

En los procesos alimentarios de carácter artesanal, como la elaboración de embutidos, es común identificar múltiples desperdicios que afectan la eficiencia, los costos y la calidad final del producto. Estos desperdicios se relacionan directamente con las características propias de la producción manual, la alta dependencia de la mano de obra y la limitada estandarización de operaciones, cabe destacar que los desperdicios se nos presentan de manera constante en el trabajo por lo que es factible tomar acción de encontrar una manera de poder eliminarlos primero que nada involucrando al personal para encontrar las causas principales de estos desperdicios y posteriormente buscar la solución que nos ayudara a eliminarlos.

2.4 Herramientas de manufactura esbelta

La gestión esbelta (Lean Management) se fundamenta en el principio de generar el máximo valor para el cliente utilizando la menor cantidad posible de recursos. Este enfoque, inspirado en el Sistema de Producción de Toyota, busca la eliminación sistemática de desperdicios (muda) a través de la estandarización de procesos, la mejora continua y la participación activa de los trabajadores en la optimización de sus actividades. Egoavil Bazán, Rodríguez Ortiz y Machuca de Pina (2023) indican que la implementación de manufactura esbelta tiene como objetivo tener mas valor para el cliente por medio de la eliminación de desperdicios y con la participación de todo el personal para generar el cambio.

La técnica de las 5S es principalmente una herramienta muy importante dentro de la implementación de la manufactura esbelta, es usada para generar y continuar en una condición de trabajo con orden, limpieza y disciplina en el área de trabajo, el nombre viene de las 5 palabras de Japón seiri(clasificar), consiste en hacer la separación de las partes importantes de las no importantes, seiton (ordenar) busca tener la disposición de materiales de forma que sea fácil de manejar, seiso(limpiar) tiene el objetivo de tener los espacios sin suciedad para no tener fallas ni tampoco accidentes, seiketsu(estandarizar) consiste en definir reglas visuales y proceso para mantener el orden y shitsuke (disciplina) con objetivo de motivar el habito y responsabilidad del personal de forma continua para mantener los resultados, en conjunto, la implementación estructurada de 5S ayuda a mejorar en el manejo de recursos, seguridad y tambien en la calidad del proceso de producción, aparte que se fortalece la cultura de organización para involucrar a el nivel de la empresa para mejorar. Estudios recientes han demostrado su efectividad en empresas manufactureras y alimentarias, donde ha permitido optimizar recursos y reducir desperdicios. Aliaga-Parcco, J., Maldonado-Paricahua, C., Elías-Giordano, C., Torres-Sifuentes, C., & Céspedes, C. (2023).

Dentro de la manufactura esbelta, SMED, Kanban son herramientas clave para optimizar procesos y reducir desperdicios. SMED (Single Minute Exchange of Die): busca reducir los tiempos de cambio de modelo a menos de 10 minutos, separando actividades internas y externas y simplificando ajustes. En Embutidos San Miguel, donde los cambios entre presentaciones de chorizo toman hasta 20 minutos, su aplicación permitiría disminuir tiempos muertos y aumentar

la capacidad operativa. Kędziora (2021) señala que la aplicación del método SMED en la industria alimentaria permite disminuir de forma significativa los tiempos de preparación y mejorar la eficiencia operativa.

Kanban: sistema visual que regula el flujo de materiales y la producción en función de la demanda real, en esta empresa, ayudaría a controlar el inventario del cuarto frío, evitando la sobreproducción que llegó a superar en 56 % la capacidad instalada, Awasthi, Patel y Deshmukh (2024) demostraron que la implementación de Kanban contribuye a reducir desperdicios y mejorar la eficiencia operativa en pequeñas y medianas empresas.

La aplicación de herramientas de manufactura esbelta en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) requiere ajustes prácticos que consideren sus limitaciones de recursos, estructura organizativa y nivel tecnológico. A diferencia de las grandes corporaciones, las PYMES suelen operar con presupuestos reducidos, alta dependencia de la mano de obra y procesos poco estandarizados, lo que demanda soluciones simples, económicas y fáciles de implementar, ya que el cambio que se genera es efectivo para que podamos realizar de una manera más profesional con respecto a estas herramientas que en algunos momentos el personal puede poner en duda de si son efectivas o solo estarán perdiendo tiempo al implementarlas.

2.5 Metodología PDCA

El ciclo PDCA (Plan–Do–Check–Act), también conocido como ciclo de Deming o de Shewhart, es una metodología de mejora continua ampliamente utilizada en la gestión de la calidad y en la optimización de procesos productivos. El inicio se da en la década de 1920, en donde Walter A. Shewhart puso un tipo de trabajo estadístico en donde quiere trabajar el cambio del proceso por medio de la experimentación y reflexión constante. Después, el enfoque fue proyectado y popularizado por W. Edwards Deming en la década de 1950, quien lo hizo en una parte importante de la filosofía en la implementación actual. En el tema de las pequeñas y medianas empresas área de manufactura, el sistema PDCA es especialmente importante ya que ayuda con un plan de calidad con bajo costo para manejar conflictos recientes como pérdidas, variación en la calidad y procesos con poca estandarización (Jasiulewicz-Kaczmarek & Szczepańska, 2016).

El sistema PDCA (Plan-Do-Check-Act) se maneja en cuatro partes que se trabajan de forma secuencial y con repetición, formando una actividad de cambio:

. Plan (Planear): tiene como objetivo en encontrar un conflicto u oportunidad de cambio, hace un análisis de las causas y define un plan de ejecución con objetivos claros, responsabilidad y recursos disponibles.

. Do (Hacer): se hace una implementación de operaciones con planificación, en general de pequeña magnitud o tipo de prueba inicial, para eliminar riesgos y hacer más fácil la evaluación.

. Check (Verificar): se mide y analiza el resultado conseguido para comparar los objetivos establecidos, usando hojas de verificación y herramientas de estadística.

. Act (Actuar): en una posible situación de éxito, los cambios se trabajan con estandarización y se hace integración al proceso como un entrenamiento rutinario, si no se logra el resultado planificado, se hace una modificación al plan y empieza de nuevo el ciclo.

La manufactura esbelta tiene una relación con el PDCA para potenciar en el impulso de proyectos que mejoran continuamente como se explica a continuación:

El ciclo PDCA es la base de la mejora continua, pues permite planear, ejecutar, verificar y estandarizar mejoras de manera sistemática. En la manufactura esbelta, funciona como el marco que guía la aplicación de herramientas como 5S, Kaizen, Kanban o SMED, asegurando que los cambios no sean aislados, sino sostenibles.

Así, el PDCA articula la filosofía Lean al convertir cada mejora en un proceso iterativo: se diagnostica un problema, se aplica la herramienta adecuada, se evalúan los resultados y se estandariza lo aprendido. Esto genera un ciclo permanente de eficiencia, disciplina y competitividad.

Implementación de éxito con PDCA en PYMES del área de alimentos: El sistema PDCA ha probado en ser excelente en PYMES del área de alimentos, por esto gracias a que es simple, dinámico y con bajo precio. Su aplicación permite mejorar la eficiencia operativa, garantizar la inocuidad de los productos y responder de forma más ágil a las demandas del mercado.

2.6 Implementación de manufactura esbelta PDCA en PYMES

La manufactura esbelta y el ciclo PDCA hacen una combinación de forma simple, porque los dos comparten el propósito de eliminar desperdicios, aumentar el nivel del producto y proporcionar un ambiente de cambio, después la manufactura esbelta ayuda con herramientas de mucha practica como las 5S, Kanban, SMED, poka-yoke para tener optimización, el sistema PDCA proporciona la metodología de implementación que asegura su ejecución con disciplina, hacer la planeación, aplicarlo, tener evaluación y una estandarización del aprendizaje, esta idea ayuda que cada herramienta de manufactura esbelta cambie en parte del proceso dinámico con dirección de mejora continua, asegurando que los resultados no serán al instante, sino efectivos en toda la empresa, en las pequeñas y medianas empresas del área de alimentos, esta implementación es importante para conseguir ahorro de operaciones y mejor competencia con un límite de los recursos. Diversos estudios de caso muestran que la integración del PDCA con herramientas Lean en PYMES manufactureras ha permitido reducir defectos, mejorar la trazabilidad y asegurar la calidad en sectores como el alimentario (Lozano-Sabio et al., 2021; Shi, 2024).

Diversos estudios han demostrado que la aplicación de herramientas de manufactura esbelta y del ciclo PDCA puede realizarse con bajo costo, especialmente en pequeñas y medianas empresas. La clave está en utilizar recursos ya disponibles, apoyarse en la creatividad del personal y aplicar mejoras graduales que no requieren grandes inversiones tecnológicas. Mohammad y Oduoza (2019)

El éxito de la manufactura esbelta y del ciclo PDCA depende de tres factores clave:

- . Liderazgo: compromiso de la dirección para impulsar y sostener la mejora continua.
- . Cultura: valores de disciplina, trabajo en equipo y orientación al cliente que favorecen la participación.
- . Capacitación: formación práctica del personal para aplicar correctamente las herramientas Lean. Según Romana (2021), el liderazgo de la dirección, una cultura organizacional orientada al cliente y la capacitación del personal constituyen factores esenciales para el éxito de Lean en las PYMES.

2.7 Enfoques contemporáneos y sostenibilidad en la mejora continua:

La manufactura esbelta busca eliminar desperdicios y optimizar procesos, lo que la convierte en un pilar para la sostenibilidad operativa. Al reducir inventarios excesivos, tiempos improductivos, reprocesos y uso innecesario de recursos, se generan procesos más eficientes, estables y rentables, además, su aplicación favorece la sostenibilidad en tres dimensiones:

- . Económica: disminuye costos y mejora la productividad.
- . Ambiental: reduce desperdicios, consumo de energía y mermas de materia prima.
- . Social: promueve la participación del personal y mejora las condiciones laborales mediante orden, seguridad e higiene. Según Qureshi (2022), la adopción de prácticas Lean en PYMES conduce a productos de mayor valor, menores costos y mejoras tanto ambientales como sociales.

La mejora de procesos no solo busca eficiencia productiva, sino también integrar una perspectiva social y ambiental. Desde lo social, implica generar entornos de trabajo seguros, ordenados y participativos, donde los empleados se sientan motivados y comprometidos con la mejora continua. Desde lo ambiental, se orienta a la reducción de desperdicios, el uso responsable de materias primas, la eficiencia energética y el cumplimiento de normativas de inocuidad y sostenibilidad, en las PYMES del sector alimentario, esta doble perspectiva permite consolidar una gestión responsable que equilibra productividad, bienestar laboral y cuidado del entorno, fortaleciendo la competitividad y la reputación empresarial frente a consumidores cada vez más conscientes. Según Díaz-Reza, García-Alcaraz, Gil-López y Realyvasquez-Vargas (2024), la adopción de herramientas de manufactura esbelta permite no solo mejoras operativas sino también sociales y ambientales al integrar la participación del personal, la seguridad laboral y la eficiencia de recursos.

La digitalización y la Industria 4.0 están transformando el sector alimentario, ofreciendo a las PYMES oportunidades para mejorar productividad, calidad e inocuidad con herramientas accesibles y escalables. Entre las principales tendencias destacan: Sensores: permiten monitorear en tiempo real temperaturas, humedad o niveles de inventario, asegurando trazabilidad y control de procesos, big data y analítica: facilitan la toma de decisiones basada en datos, optimizando la

planificación de la producción y reduciendo desperdicios, automatización flexible: máquinas y equipos adaptados a lotes pequeños, ideales para PYMES que manejan variabilidad en la demanda, plataformas digitales: sistemas ERP o de gestión en la nube que integran compras, producción, calidad y ventas con bajo costo de implementación, sostenibilidad digital: uso de tecnologías para reducir consumo energético, minimizar mermas y garantizar cumplimiento normativo (Baierle,2022).

Estas tendencias permiten que las PYMES alimentarias avancen hacia una gestión más eficiente, segura y competitiva, integrando innovación tecnológica con principios de mejora continua y manufactura esbelta, garantizando resultados de la más alta calidad y manejando al personal de forma eficiente para disminuir las mudas.

2.8 Síntesis de hallazgos y vacíos identificados:

Los conceptos analizados, manufactura esbelta, ciclo PDCA, mejora continua, sostenibilidad y digitalización, confluyen en un mismo propósito: fortalecer la productividad y competitividad de las PYMES alimentarias. La manufactura esbelta aporta herramientas prácticas para eliminar desperdicios y optimizar procesos, mientras que el ciclo PDCA ofrece la metodología sistemática que asegura su aplicación disciplinada y sostenible, a su vez, la incorporación de la perspectiva social y ambiental garantiza que la mejora de procesos no se limite a la eficiencia operativa, sino que integre valores de responsabilidad y bienestar. Por último, la dirección de industria 4.0 se maneja el trabajo de estas actividades, apoyando a las pequeñas y medianas empresas una solución a la tecnología que mejora el control, ejecución y cambio. Según Oliveira (2022), la integración de prácticas esbelta en pequeñas y medianas empresas promueve mejoras operativas, ambientales y sociales que fortalecen su competitividad y sostenibilidad.

Si bien la literatura sobre manufactura esbelta y ciclo PDCA en PYMES ofrece bases sólidas para comprender sus beneficios, presenta algunas limitaciones relevantes. En primer lugar, gran parte de los estudios se enfocan en grandes corporaciones industriales, por lo que la evidencia en empresas pequeñas del sector alimentario es aún limitada y poco sistematizada, además, muchos trabajos describen casos de éxito sin detallar los obstáculos enfrentados ni las condiciones específicas que influyen en los resultados, lo que dificulta la replicabilidad en otros contextos. También se observa una tendencia a priorizar la dimensión operativa y económica, dejando en segundo plano aspectos sociales, culturales y ambientales, que hoy son clave en la sostenibilidad empresarial. Según Qureshi, Mewada, Alghamdi, Almakayeel, Mansour (2022), la mayoría de los estudios sobre manufactura esbelta en PYMES se centran en grandes corporaciones y priorizan la eficiencia operativa y económica, sin abordar de forma suficiente los factores sociales y ambientales que influyen en la sostenibilidad empresarial.

La empresa Embutidos San Miguel S.A. de C.V., como muchas PYMES del sector alimentario, enfrenta problemas de desorden, exceso de inventarios, tiempos muertos y variabilidad en la producción, lo que limita su productividad y competitividad. Esta situación hace necesario una aplicación de un modelo de cambio en base de la manufactura esbelta y el sistema PDCA, por la

capacidad de apoyar soluciones de mucha práctica, con bajo precio y con duración. (Rochman, Herliansyah & Sudiarso, 2022).

El análisis ejecutado ayudo a encontrar que la manufactura esbelta con el ciclo PDCA maneja un enfoque de complementación para el cambio en PYMES del área de alimentos, por otra parte la manufactura esbelta ayuda con herramientas de mucha practica para eliminar perdidas, optimización de recursos y hacer mas fuerte la disciplina en el personal, el sistema PDCA ayuda en la metodología donde asegura su implementación de manera segura y con futuro.

Entonces, se identifico la idea de implementar partes sociales y ambientales, también como tomar la dirección de industria 4.0, implica la posibilidad de control, ejecución y cambio en ambiente de recursos limitados.

En unión, los temas inspeccionados tienen evidencia que la mejora continua no se debe entender como un trabajo perdido, sino como una actividad integral y efectiva que ayuda a ser mas fuerte la producción, el nivel de producto y la competencia, haciendo que la permanencia de las PYMES en el mercado cada vez más exigente.

Según Peças (2021), la tecnología ayuda a cambiar el sistema PDCA hacia un modelo más dinámico y con adaptación, mejorando la capacidad de responder y la ejecución de los procesos de producción.

3. Metodología

El objetivo de la metodología es plantear las herramientas que se trabajaran para eliminar los desperdicios de la empresa Embutidos San Miguel S.A de C.V proponiendo soluciones para eliminar los desperdicios y aumentar la productividad.

3.1 Método

La estrategia de metodología trabajada en este proyecto se maneja en el sistema PDCA (planear, hacer, verificar, actuar), entendido como una estrategia de mejora continua que ayuda a atender los conflictos de forma ordenada y efectiva, este sistema se maneja en cuatro partes que se muestra en la figura 5:

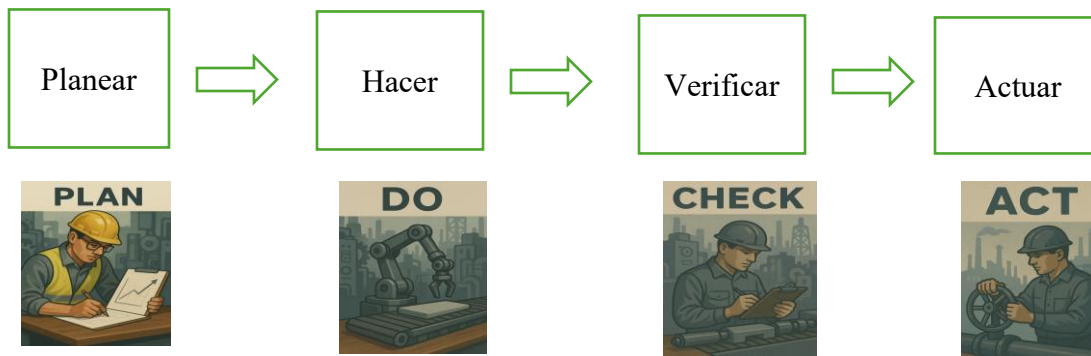


Figura 5: Ciclo PDCA

En la actualidad el sistema PDCA se ha hecho una actividad popular en la aplicación de calidad, pero su efectividad no tiene se queda solamente a esta área, porque se puede implementar en muchos procesos industriales, en el caso del área de alimentos, se decidió esta metodología como punto central para la implementación de manufactura esbelta en una PYME del área de alimentos, con el objetivo de eliminar desperdicios, optimización de tiempos y estandarizar las operaciones.

Planear

En esta parte se trabaja un estudio inicial del proceso de producción con el objetivo de encontrar las principales pérdidas que afectan el ahorro de recursos en la empresa. A partir de observaciones directas y registros históricos se detectaron tiempos muertos por búsqueda de herramientas con un promedio de 12 minutos por operador, sobreproducción de entre 30 % y 56 % respecto a la capacidad instalada del cuarto frío, acumulación excesiva de inventarios y variabilidad significativa en el peso de los productos terminados.

Después, se lleva a cabo un estudio de las causas raíz, encontrando factores como la falta de organización y estandarización en las áreas de operación, mala planeación en la producción, falta de control visual en los inventarios y tiempos altos de preparación para los cambios de modelo. Estas condiciones toman evidencia de la falta de efectividad que impacta directamente en la producción y en el costo de operación.

Con este estudio, se definieron objetivos efectivos de mejora con dirección a eliminar los tiempos ineficientes, eliminar la producción en exceso, cambiar la calidad del proceso y optimización del uso de recursos. Finalmente, se definió un plan de acción general sustentado en la selección de herramientas de manufactura esbelta adecuadas para atender cada problemática identificada, las cuales serían implementadas en la siguiente fase del ciclo.

Hacer

En esta fase se procedió a la implementación piloto de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas. Primero con un VSM para las áreas de oportunidad se aplicó la metodología 5S en el área de producción para reducir tiempos de búsqueda de herramientas y mantener el orden, se introdujo un sistema Kanban visual en el cuarto frío para regular la producción según la demanda real, y se desarrolló un checklist de especias y materias primas para evitar errores en la mezcla de productos. De manera paralela, se inició la capacitación práctica de los 10 operarios en el uso de estas herramientas y en la aplicación de SMED para agilizar los cambios de modelo en la línea. Dichas actividades se programaron en un periodo de 7 a 8 semanas, sentando así las bases para la reducción de inventarios innecesarios, el control en la variabilidad de peso de los productos y la estandarización de las actividades en planta. Para cada herramienta se establecieron procedimientos estandarizados y formatos de registro que permitieran documentar su aplicación y evaluar su desempeño. Se generaron listas de verificación para auditorías 5S, tarjetas visuales para el control Kanban, hojas de análisis de tiempos para SMED y registros diarios de inventario, tiempos de operación y peso de producto terminado. Esta recopilación sistemática de datos

permitió contar con información objetiva para la posterior evaluación de resultados en la fase de verificación del ciclo PDCA. Con estas actividades se asegura una planeación de ejecución que nos ayuda a la eliminación de cuellos de botella que es el objetivo.

Verificar

En esta parte se lleva a ejecución una evaluación de los resultados conseguidos con la implementación de las técnicas de manufactura esbelta, se utilizan hojas de verificación para hacer comparación de la situación inicial con el avance del proyecto:

- 1) Eliminar el tiempo de encontrar herramientas con la aplicación de 5S.
- 2) Eliminar nivel de inventario y sobreproducción con el sistema Kanban para el cuarto frio.
- 3) Conseguir un tiempo efectivo del cambio de modelo con el SMED.
- 4) Disminuir la variación del peso en los modelos analizados mediante el grafico de control I-MR.

La verificación se realiza por medio de observaciones en el área de producción y control de estadística, definiendo así si los cambios ayudan con los objetivos definidos o si es mejor una aplicación de acciones correctivas, en el caso de identificar variación alta, se definirán actividades de emergencia con ajuste y se apoyan las capacitaciones con los trabajadores.

Actuar

Después de la ejecución de herramientas de manufactura esbelta y verificar los cambios en el área de producción, se procede a ejecutar los operativos que se necesitan en caso de ineficiencias, apoyando el entrenamiento y aplicando actividades de control necesarias, el objetivo es asegurar que el resultado logrado, orden en el área de trabajo, eliminar tiempos de búsqueda, controlar inventarios y controlar el peso de modelos se quede de forma permanente.

Para estar seguros del cambio en los resultados, se definen hojas de verificación en la jornada laboral, supervisión semanal y asignación de responsables en cada área, de forma que los cambios conseguidos no se pierdan con el paso del tiempo, con esta forma, el sistema PDCA queda abierto y disponible para ser aplicado con nuevas oportunidades de cambio.

Se definen operativos para determinar el desempeño como el tiempo promedio de buscar las herramientas, nivel alto de inventario para el cuarto frio, tiempo de cambiar el modelo y variación del peso del producto, los cuales serán inspeccionados con responsabilidad de los supervisores del área.

Como conclusión, la implementación de PDCA apoyada con la manufactura esbelta en la empresa alimentaria ayuda a encontrar, analizar y eliminar perdidas, aumentar la calidad de producto y

hacer mas fuerte la cultura de mejora continua entre los operadores, poniendo las actividades importantes para los futuros proyectos de estandarización y ahorro de recursos.

3.2 Materiales

a) Microsoft office se ejecuta como una técnica para apoyar en la documentación de la investigación, Word se usa para la ejecución del texto en el reporte técnico, estructurando los capítulos, tablas, figuras, Excel permitió hacer análisis de datos y verificación de diagramas para los estudios relacionados con el proyecto, power point se ejecutó para la elaboración de presentaciones con avances y resultados, apoyando en la comunicación con maestros y compañeros del programa, gracias a la calidad de apoyo microsoft office ayudo a integrar en una sola área la recolección de datos para ejecutar el proyecto, donde se pone en evidencia que es efectivo para trabajarlo en los proyectos de investigación.

b) Minitab es un programa con especialización en el análisis estadístico, popular para ser usado en proyectos de mejora continua, six sigma y manufactura esbelta, en este proyecto la función mas importante fue apoyar en tener un ambiente de confianza para:

- . Ejecutar el análisis descriptivo de la recolección de datos como promedio, variación, límites de control.

- . Generar gráficos estadísticos (barras, dispersión, boxplots) que permitieron visualizar la variabilidad y tendencias en los procesos productivos. Aplicar herramientas de control de calidad como histogramas y diagramas de Pareto, que ayudaron a identificar y priorizar las principales fuentes de desperdicio. El uso de Minitab garantizó un tratamiento riguroso de la información, otorgando mayor validez a los resultados y facilitando la toma de decisiones basada en datos objetivos.

c) Autocad es un software de diseño que nos ayuda a tener una mejor vista de las herramientas de trabajo que queremos utilizar, el objetivo es tener el diseño para posteriormente cumplir con la actividad que nos ayudara a generar el cambio en el proceso.

4. Análisis de Resultados

Con el fin de evaluar la efectividad del modelo de mejora continúa propuesto, en esta etapa se puede analizar los resultados obtenidos tras la implementación de diversas herramientas de manufactura esbelta dentro del marco del ciclo PDCA. Durante la fase de ejecución se aplicaron metodologías orientadas a la identificación y eliminación de desperdicios, tales como el Mapeo de Flujo de Valor (VSM), la metodología 5S, el sistema Kanban y la técnica SMED.

4.1 VSM

Con el propósito de obtener una visión integral del proceso productivo y detectar las principales fuentes de desperdicio, se elaboró un Mapeo de Flujo de Valor (Value Stream Mapping, VSM) del sistema de producción de chorizo en la empresa Embutidos San Miguel S.A. de C.V. Esta

herramienta permitió representar de manera gráfica tanto el flujo de materiales como el flujo de información, desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento final en el cuarto frío.

El levantamiento del VSM se realiza mediante observación directa en planta, cronometraje de operaciones, entrevistas con los operarios y revisión de registros de producción. Para cada etapa del proceso se identificaron tiempos de ciclo, tiempos muertos, inventarios intermedios y actividades que no agregan valor, lo que permitió caracterizar el desempeño real del sistema productivo.

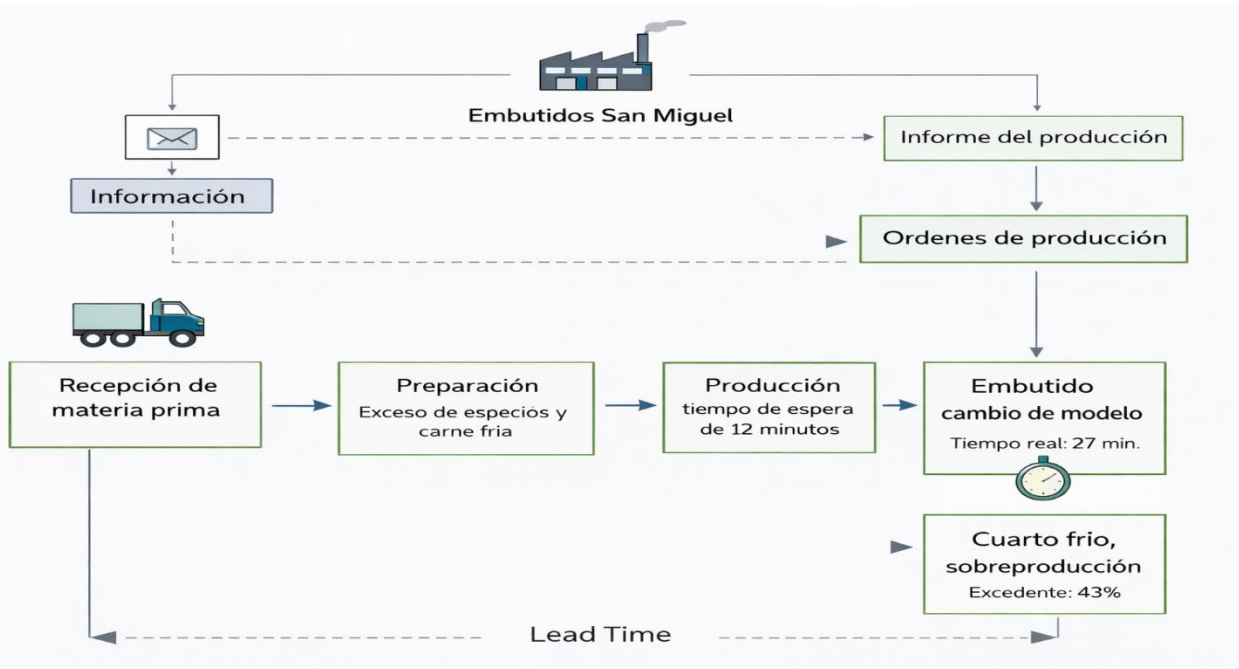


Figura6: VSM de Embutidos San Miguel

Se identifica en el área de preparación un excedente en el manejo de las especias, carne fría, en el área de producción operadores en promedio toman 12 minutos de tiempo de espera para empezar las actividades, en el área de embutido el cambio de modelo toma hasta 27 minutos y en el área del cuarto frío se encontró un excedente del 43%.

4.2 Implementación de las 5S

Inicialmente, se impartió una capacitación teórico-práctica a través de un taller de entrenamiento a los 10 operarios, en la cual se explicaron los principios de la metodología, los beneficios esperados y las responsabilidades individuales. Posteriormente, se desarrollaron las siguientes actividades:

. Seiri (Clasificar): Se identificaron herramientas, materiales y objetos innecesarios presentes en el área de trabajo. Los elementos que no eran utilizados de forma frecuente fueron retirados del área operativa, liberando espacio y reduciendo obstáculos en los puestos de trabajo.

. Seiton (Ordenar): Se establecieron ubicaciones fijas para las herramientas y materiales de uso cotidiano. Se implementaron marcas visuales, señalización y delimitación de espacios para facilitar la rápida localización de los recursos.

. Seiso (Limpiar): Se realizaron jornadas de limpieza profunda en mesas, equipos y superficies de trabajo. Se asignaron responsabilidades diarias por área para garantizar la conservación de las condiciones alcanzadas.

. Seiketsu (Estandarizar): Se elaboraron listas de verificación visuales y procedimientos simples para mantener el orden y la limpieza de manera consistente.

. Shitsuke (Disciplina): Se estableció un esquema de auditorías internas periódicas para verificar el cumplimiento de las 5S y reforzar la cultura de disciplina operativa.

No.	Símbolo	Actividad	Descripción
1	○	Diagnóstico del área	Evaluar el estado actual del área de trabajo.
2	○	Clasificar	Identificar herramientas y materiales necesarios.
3	➔	Retiro de materiales	Trasladar elementos innecesarios fuera del área.
4	▽	Almacenamiento	Guardar herramientas necesarias en el área designada.
5	○	Ordenar	Asignar ubicación a cada herramienta o material.
6	○	Limpiar	Realizar limpieza del área de trabajo.
7	□	Inspección	Verificar condiciones de orden y limpieza.
8	○	Estandarizar	Establecer normas y procedimientos.
9	○	Disciplina	Capacitar al personal y fomentar cumplimiento.
10	□	Auditoria 5S	Evaluar el cumplimiento de la metodología.

Tabla 3: Diagrama de flujo de 5 S

Como evidencia de esta implementación se generaron registros fotográficos, formatos de inspección y reportes de seguimiento.



Figura 7: Resultado de la implementación de 5S

Los resultados del cambio se presentan en la tabla 4:

Operador	Muestra1	Muestra2	Muestra3	Muestra4	Muestra5	Promedio
1	4:13	4:22	4:26	4:16	4:20	4:19
2	5:56	6:09	6:06	6:01	6:04	6:03
3	4:37	4:49	4:47	4:42	4:46	4:44
4	5:02	5:16	5:12	5:08	5:13	5:10
5	5:25	5:43	5:40	5:33	5:37	5:36
6	6:18	6:38	6:34	6:27	6:31	6:30
7	3:46	3:59	3:56	3:51	3:54	3:53
8	4:58	5:17	5:13	5:06	5:12	5:09
9	4:39	4:49	4:46	4:43	4:45	4:44
10	5:27	5:45	5:40	5:34	5:38	5:37

Tabla 4: Tiempos nuevos de operación en los operadores

La implementación de las 5S nos ayudó a tener una reducción del 56.7 % en el tiempo de búsqueda de herramientas para los operadores.

4.3 Kanban

Se tiene el objetivo de hacer el cambio en el nivel de producción para tener menor desperdicio que se identifica en el cuarto frío, se procedió a trabajar con un sistema de Kanban para tener el flujo de producción con relación al objetivo de producción, al principio se hizo un estudio del proceso, en el cual se encontró un exceso del producto, con un nivel de desperdicio alto, en ese punto se procedió a diseñar un control visual con tarjetas, en donde se definieron los siguientes niveles:

- . Nivel verde: Tiene una condición accesible del nivel de producción.
- . Nivel amarillo: Es una llamada de atención para tener cuidado con el nivel actual.
- . Nivel rojo: Este indica un exceso por lo que se debe tener un ajuste para poder eliminar el desperdicio.

Después se definió un nivel específico del inventario por el tipo de producto, se considera el flujo y demanda actual, esto se integro en un tablero para tener facilidad en tomar decisiones en tiempo y forma, este sistema se implementó en producción con un entrenamiento para asegurar una correcta implementación en el sistema.

Antes



Después



Figura8: Resultado del Kanban

Se diseño un tablero con tarjetas para controlar el excedente en la producción.




Modelo	Inventario actual kg.	Nivel verde producir. 	Nivel amarillo vigilar. 	Nivel rojo, no producir. 	Autorización
100g		0-120 kg	121-170 kg	≥ 171 kg	Producir/no producir
200g		0-105 kg	106-150 kg	≥ 151 kg	Producir/no producir
250g		0-75 kg	76-105 kg	≥ 106 kg	Producir/no producir

Tabla5: Tablero de control de producción Kanban

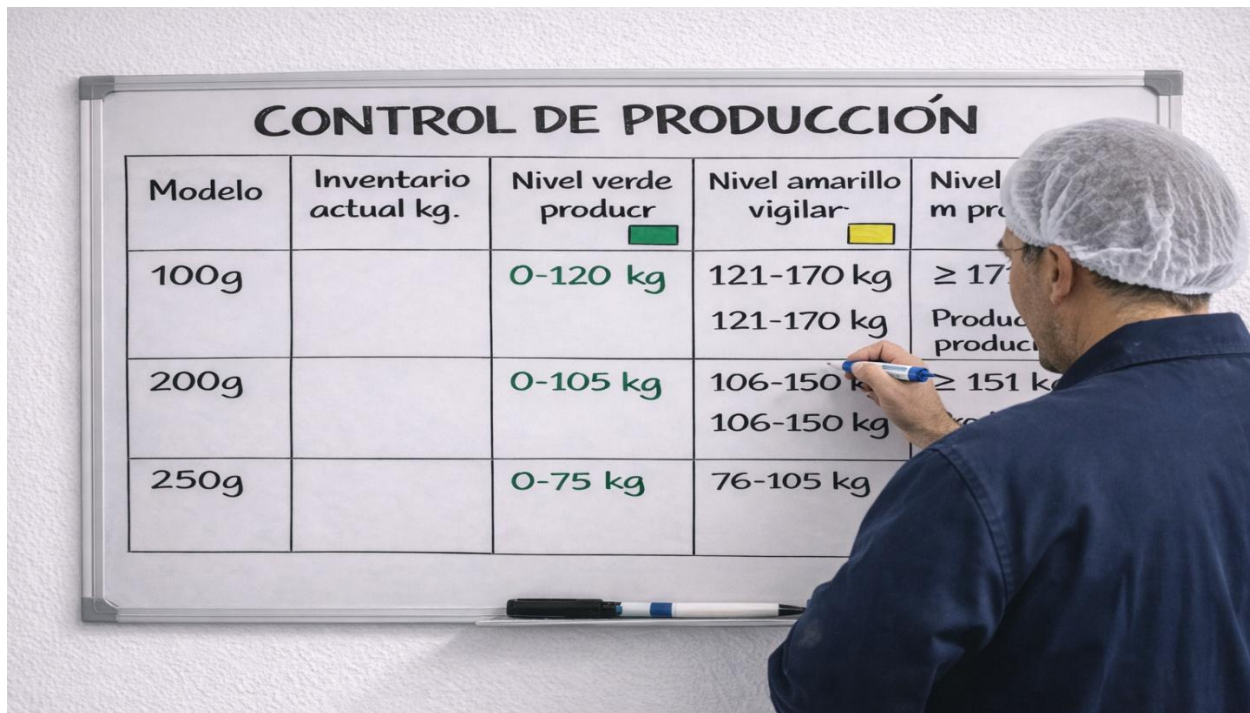


Figura9: Tablero de control de producción.

Los resultados de la implementación del kanban se muestran en la tabla 6:

Semana	Capacidad máxima(kg)	Producción almacenada	Excedente (%)
Semana 1	500	520	4
Semana 2	500	510	2
Promedio	500	515	3

Tabla6: Resultados del control de producción con kanban

Por la aplicación del Kanban se hizo una evaluación del nivel de producción por dos semanas en el que se registró la máxima capacidad, la producción del cuarto frío y el excedente, estos resultados nos dicen que se hizo un cambio en el control de producción, antes se contaba con un exceso de 43 %, después del Kanban el exceso se redujo a 3% en promedio, esto representa un 93% de disminución en la sobreproducción.

4.4 SMED

El objetivo de la implementación de la técnica SMED es reducir el tiempo de cambio de modelo mediante la utilización de un carro transportador de herramientas, el cual permitirá concentrar, organizar y trasladar de forma inmediata los dispositivos, accesorios y herramientas necesarias para la configuración de la embudadora. Esta solución facilitará la preparación anticipada de los insumos, eliminará desplazamientos innecesarios del personal y reducirá el tiempo dedicado a la

búsqueda de herramientas, contribuyendo así a una ejecución más rápida y estandarizada del ajuste de equipo.



Figura 10: Aplicación del SMED en la embutidora.

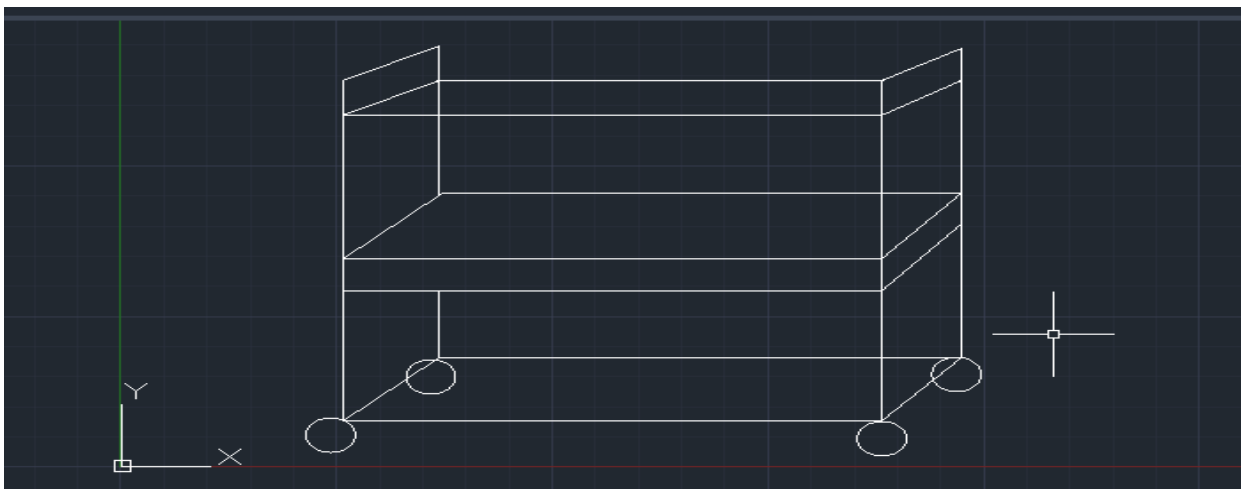


Figura 11: Diseño de carro para la aplicación de SMED

En la tabla 7 se presentan los resultados del SMED:

Observación	Antes(min)	Después(min)	Reducción(min)
1	22	10	12
2	24	9	15
3	26	8	18
4	23	7	16
5	25	6	19
Promedio	24	8	16

Tabla7: Resultados de la implementación SMED

Antes del SMED se tenían tiempos con promedio de 24 minutos para el cambio de modelo, después tenemos un promedio de 8 minutos, tenemos una reducción del 66.7% en el tiempo de cambio de

modelo. La reducción obtenida se atribuye a la conversión de actividades internas a externas, la organización de herramientas mediante el carro transportador y la estandarización de los procedimientos de ajuste, lo que permitió minimizar tiempos improductivos y mejorar la eficiencia operativa del proceso.

4.5 Gráficos de control

Los defectos encontrados están asociados al exceso de carne fría y especias durante el proceso de la embutidora, las muestras para procesar el chorizo son de 20 kg cada una, donde se encontraron muestras de 14 hasta 24 kg, esto generaba los puntos fuera de control por lo que se tuvo que definir un control de tolerancias en las muestras de ± 2 kg para eliminar los puntos fuera de control, los resultados se muestran en la tabla 8:

Observación	Antes(kg)	Después (kg)
1	14	19
2	16	20
3	18	21
4	25	22
5	17	20
6	23	18
7	15	18
8	21	21
9	24	20
10	19	22

Tabla8: Control de muestras en la embutidora

Posterior a la implementación de controles en la preparación, las observaciones se mantuvieron dentro del rango de 18 a 22 kg, correspondiente a una tolerancia de ± 2 kg respecto al valor nominal de 20 kg. Con ello, se eliminó la presencia de puntos fuera de control en los gráficos de control, evidenciando una mejora en la estabilidad del proceso para los tres modelos de chorizo.

En la figura 12 el gráfico I-MR posterior a la implementación muestra que las 50 observaciones se mantienen dentro de los límites establecidos, sin presencia de puntos fuera de control ni patrones anómalos en la variación.

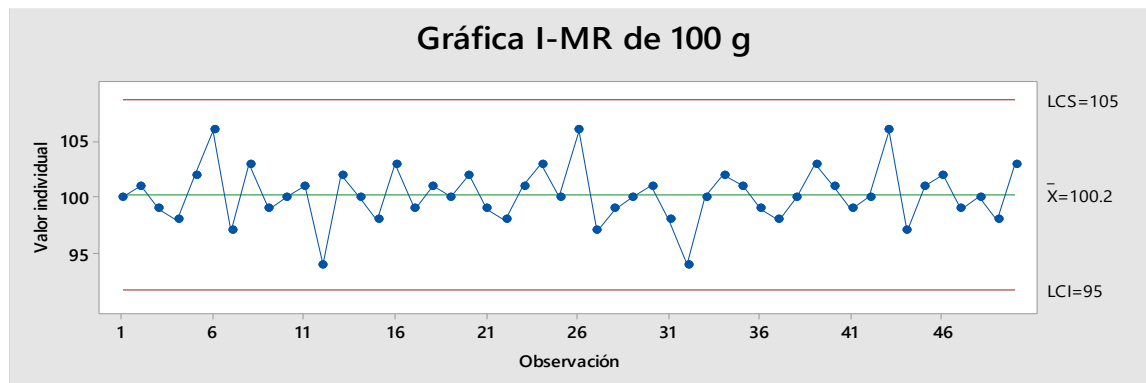


Figura 12. Modelo de 100g. Con cambios

En la figura 13 la gráfica de individuales se observa que todas las mediciones permanecen dentro de los límites de especificación definidos entre 215 g y 225 g, sin presencia de puntos fuera de control.

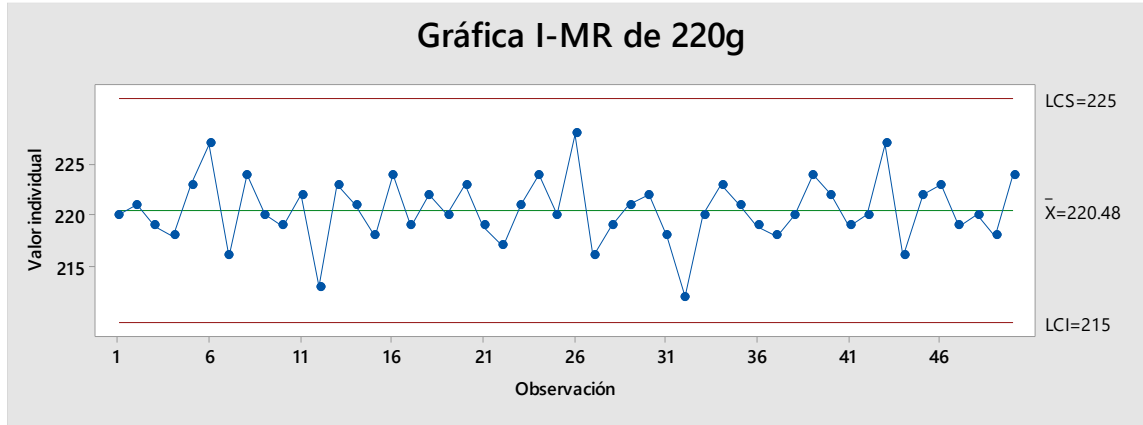


Figura 13. Modelo 220 g. Con cambios

En la figura 14 se observa que todas las observaciones permanecen dentro de los límites de especificación definidos entre 245 g y 255 g, sin registrarse puntos fuera de control.

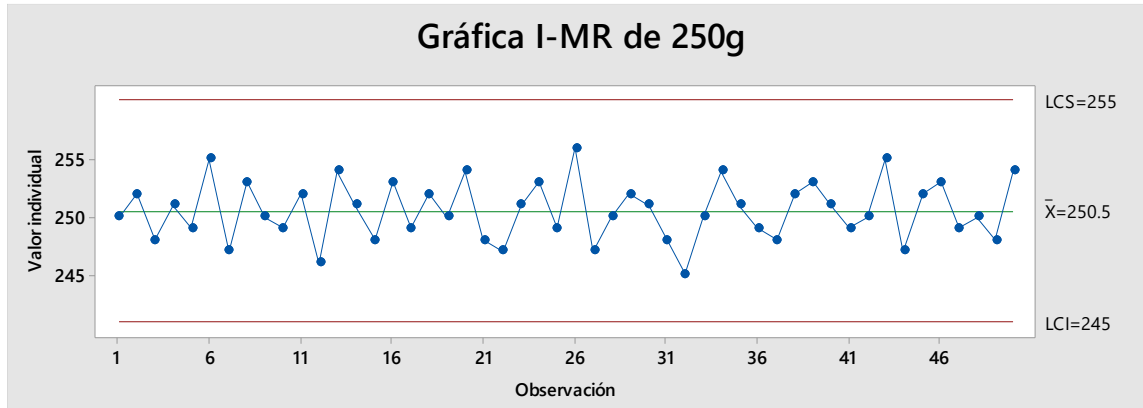


Figura 14. Modelo 250g. Con cambios

El análisis de los gráficos permitió observar la disminución de la dispersión de los datos, la eliminación de puntos fuera de control y una mayor estabilidad del proceso, evidenciando un mejor control del proceso y una reducción de mudas y trabajos asociados al sobrepeso o bajo peso del producto.

5. Conclusiones y recomendaciones

. La presente investigación tuvo como propósito aplicar herramientas de manufactura esbelta bajo el enfoque del ciclo PDCA en la empresa Embutidos San Miguel S.A. de C.V., con el fin de reducir

los desperdicios (mudas) presentes en el proceso de producción de chorizo y mejorar la eficiencia operativa. A partir del diagnóstico inicial, se identificaron problemáticas críticas como tiempos muertos asociados a la búsqueda de herramientas, sobreproducción que excedía la capacidad del cuarto frío hasta en un 56 %, variabilidad en el peso del producto y falta de estandarización en las operaciones. Estos factores impactaban negativamente en la productividad, los costos operativos y la calidad del producto. La implementación de herramientas de manufactura esbelta permitió obtener mejoras significativas. La aplicación de la metodología 5S redujo el tiempo promedio de búsqueda de herramientas de 12 minutos a 5.2 minutos, representando una mejora del 56.7 %. Asimismo, la implementación del sistema Kanban permitió disminuir la sobreproducción de un 43 % a un 3 %, logrando una reducción del 93 % en el exceso de inventario y mejorando el control del flujo productivo. Además, la implementación de la técnica SMED ayuda a encontrar la oportunidad de tener menor tiempo para cambiar de modelo, consiguiendo la evidencia de una necesidad de mejorar en la organización y preparar las herramientas, de todas maneras, el uso de las herramientas como estadística ayudo a encontrar variación en el proceso, encontrando la existencia de defectos en el producto. En suma, estos cambios evidencian que la implementación en el sistema PDCA con las herramientas de manufactura esbelta tienen efectividad para aumentar la productividad en pequeñas y medianas empresas del área de alimentos y se fortalece el nivel de competencia. Por último, se concluye que el cambio de una empresa no debe considerarse como un punto sin importancia, mas bien como una motivación en la cultura de la organización que se requiere de constancia, auditoria constante y actitud de cambiar por parte del personal, la manufactura esbelta simplemente no solo consiguió beneficios en los operadores, también en todo el proceso en general eliminando desperdicios de sobreproducción, defectos.

Se propone varias recomendaciones para que la empresa pueda mantener los resultados obtenidos por la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta en el presente proyecto:

- 1) Primera recomendación es mantener las 5 S por medio de una auditoria con el objetivo de mantener el orden y la estandarización en el trabajo para evitar una caída en el avance.
- 2) Importante trabajar en mantener el sistema Kanban como control de producción para tener decisiones con relación a la demanda real y no en suposiciones para evitar desperdicios.
- 3) Mantener la metodología SMED en tiempo y forma para no tener tiempos de espera en el cambio de modelo con el fin de tener más capacidad operativa.
- 4) Es importante aumentar la capacitación de los operadores sobre el tema de manufactura esbelta y promover un ambiente de organización con dirección a la eficiencia, trabajar en equipo y eliminar pérdidas.
- 5) Hacer un análisis económico sobre el cambio conseguido, evaluando el ahorro que se genere en costos de operaciones, nivel de producción y pérdidas, lo cual ayudara a mantener mejores decisiones.

6. Contribución e impacto del proyecto en la empresa u organización.

Este proyecto ayudo a la PYME Embutidos San Miguel S.A de C.V por medio de la implementación del sistema PDCA en conjunto con la manufactura esbelta, ayudando a encontrar y eliminar perdidas en el proceso, las técnicas implementadas como 5S, SMED y VSM, lograron tener una mejor organización del trabajo, tener mejor control del inventario y generar buenos tiempos de producción, también se definieron operaciones que ayudan a la mejora continua, después se genero una cultura de mejora continua en los operadores ayudando a tener ,mejor disciplina, trabajo en equipo y uso eficiente de insumos.

7. Impacto económico, social y/o ambiental en la región

Este proyecto ayudo a tener beneficios en tener tiempos mas efectivos, mejor inventario, eliminar defectos, hacer menos el tiempo para encontrar herramientas ayuda a tener mejor productividad, controlar el inventario ahorra el costo del almacén, las condiciones de trabajo cambiaron con la ejecución de 5S teniendo un ambiente con mas orden, limpio y seguro, la capacitación del personal ayuda a las habilidades de los operadores para tener una cultura de mejora continua, ayudando en la motivación y desempeño laboral, al tener menor producción en el cuarto frio se tiene menos perdidas y el consumo energético del cuarto frio es menor, el proyecto se convierte en motivación para otras PYMES del área de alimentos.

8. Referencias (bibliografía)

1. Aliaga-Parcco, J., Maldonado-Paricahua, C., Elías-Giordano, C., Torres-Sifuentes, C., & Céspedes, C. (2023). *Implementation of the 5S methodology and its impact on the productivity of bread production following the PDCA cycle. Proceedings of the 3rd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD)*.
2. Antony, J., & Gupta, S. (2019). Top ten reasons for process improvement project failures. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 367–374.
3. Awasthi, R., Patel, M., & Deshmukh, V. (2024). Implementation of 5S, Andon, and Kanban for waste reduction in SMEs. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 22(1), 141–148.
4. Baierle, I. C., da Silva, F. T., de Faria Correa, R. G., Schaefer, J. L., Becker Da Costa, M., Benitez, G. B., & Nara, E. O. B. (2022). Competitiveness of food industry in the era of digital transformation towards Agriculture 4.0. *Sustainability*, 14(18), 11779.
5. Cusiatado, A. M., Farfán, N. Y., & Rada, L. C. (2024). Systematic Review on Lean Manufacturing in the Productivity of the Food Industry. 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development - LEIRD 2024.
6. Dekier, L. (2020). The origins and evolution of lean management system. *Journal of Intercultural Management*, 12(1), 67–87.
7. Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., Gil-López, A. J., & Realyvasquez-Vargas, A. (2024). Lean manufacturing tools as drivers of social sustainability in the Mexican maquiladora industry.

8. Egoavil Bazán, K., Rodríguez Ortiz, M., & Machuca de Pina, A. (2023). Lean management practices applied in retail sector businesses: A systematic review of literature. In Proceedings of the 2023 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management – Lima, Peru (pp. 807–815). IEOM Society International.
9. FAO. (2020). El estado de las pequeñas y medianas agroempresas en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
10. Find Lean Solutions. (2022). A brief history of lean production. Find Lean Solutions.
11. Gwarda, K., & Klopott, M. (2022). In search of waste in the supply chain: A value stream analysis in a manufacturing company. *European Research Studies Journal*, 25(2), 199–212.
12. Huang, Lee, Chen y Tang (2022). A lean manufacturing progress model and implementation for SMEs in the metal products industry. *Processes*, 10(5), 835.
13. Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Szczepańska, K. (2016). Importance of PDCA cycle for SMEs. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, 3(5), 33–38.
14. Kędziora, K. (2021). Application of single minute exchange of die tool in a food processing industry. *MATEC Web of Conferences*, 332, 02007.
15. Lozano-Sabio, J., Jiménez-Jacinto, M., & García-Alcaraz, J. L. (2021). *Applying the Plan–Do–Check–Act (PDCA) cycle to reduce defects in a food-processing SME: A case study*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 38(4), 1245-1263.
16. Martin, S. (2022). Expenses and Causes of Waste Overproduction. *International Journal of Waste Resources*, 12(1)
17. Moen, R. (2020). Foundation and history of the PDSA cycle. The W. Edwards Deming Institute.
18. Mohammad, I. S., & Oduoza, C. F. (2019). Lean-Excellence business management for manufacturing SMEs focusing on KRI. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(3), 519-539.
19. Moya, J. V. (2016). Implementation of lean manufacturing in a food enterprise. *Enfoque UTE*, 7(1), 1-12.
20. Ngadiman, Y., Bon, A. T., Juanil, D. M., Hussin, B., Majid, Z. A., & Jye, T. Y. (2017). Identification of the critical lean wastes in food company using ranking method for better lean tools selection. In Proceedings of IS-STEMTOKYO 2017, 52-56. World Research Library.
21. Nguyen, V., Nguyen, N., Schumacher, B., & Tran, T. (2020). Practical Application of Plan–Do–Check–Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Applied Sciences*, 10(18), 6332.
22. OECD. (2019). Enhancing SME productivity: Policy highlights on the role of managerial skills, workforce skills and business linkages. Organisation for Economic Co-operation and Development.
23. Oliveira, G. A., Piovesan, G. T., Setti, D., Takechi, S., Tan, K. H., & Tortorella, G. L. (2022). Lean and green product development in SMEs: A comparative study between small- and medium-sized Brazilian and Japanese enterprises. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 123.
24. Peças, P., Henriques, E., & Ribeiro, I. (2021). *PDCA 4.0: A new conceptual approach for continuous improvement in the Industry 4.0 paradigm*. *Applied Sciences*, 11(16), 7671.

25. Qureshi, K. M.(2022). Accomplishing sustainability in manufacturing systems for SMEs: The role of lean manufacturing implementation. *Sustainability*, 14(15), 9732.
26. Qureshi, K. M., Mewada, B. G., Alghamdi, S. Y., Almakayeel, N., Mansour, M., & Qureshi, M. R. N. (2022). Exploring the lean implementation barriers in small and medium-sized enterprises using interpretive structure modeling and interpretive ranking process. *Applied System Innovation*, 5(4), 84.
27. Ram University of Science and Technology, Sonipat, Haryana, India. (2017). Impact of Lean Strategies on Different Industrial Lean Wastes.
28. Rochman, Y. A., Herliansyah, M. K., & Sudiarso, A. (2022). Lean Implementation Framework for Small and Medium Enterprises Based on ScienceDirect Database: A Systematic Literature Review. *Advances in Engineering Research*, 210, 302-306.
29. Rojas-Benites, S., Castro-Arroyo, A., Viacava, G., Aparicio, V., & Del Carpio, C. (2021). Reduction of Waste in an SME in the Meat Sector in Peru through a Lean Manufacturing Approach Using a Model Based on 5S, Standardization, Demand Forecasting and Kanban. In *ICIBE 2021 – 7th International Conference on Industrial and Business Engineering* (pp. 279–285). Association for Computing Machinery.
30. Romana, F. (2021). Lean Management Implementation in Small and Medium-sized Enterprises: An Analysis of Success Factors.
31. Sharma, S. S., & Khatri, R. (2021). Introduction to Lean Waste and Lean Tools. In K. Pažek (Ed.), *Lean Manufacturing*. IntechOpen.
32. Shi, R. (2024). *The PDCA (Plan–Do–Check–Act) cycle’s roles in food quality improvement: A case study of the Hangzhou Lele Food Factory in China*. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 15(3), 431-440.
33. The 8 Deadly Wastes – How to Identify and Eliminate Waste in Business Processes. (2017). *The 8 Deadly Wastes eBook*.
34. Vásquez, J., Pérez, C., & Rojas, M. (2023). The application of lean tools in the food industry: A systematic review. In *Proceedings of the 2023 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 168–176). IEOM Society International.
35. Villamil Sandoval, D. C., & Arteaga Sarmiento, W. J. (2023). A Model for the Implementation of Lean Manufacturing in Textile SMEs in the Department of Cundinamarca. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 16(5), 123–131.
36. Wijaya, H. (2022). *Reducing the product defects using lean production system*. E3S Conferences.
37. Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (2nd ed.). Simon & Schuster.
38. Yamamoto, K., Milstead, M., & Lloyd, R. (2019). A Review of the Development of Lean Manufacturing and Related Lean Practices: The Case of Toyota Production System and Managerial Thinking. *International Management Review*, 15(2).