

Esdras Levi García Rodríguez

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING, EN
FRUTICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA



Asesor General Metodológico:
Ingeniero Agrónomo Carlos Moisés Hernández González

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING, EN
FRUTICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Esdras Levi García Rodríguez

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado
en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING, EN
FRUTICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA.



Rector de la universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2023

Este documento fue presentado por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis
en Recursos Naturales Renovables

Prólogo

El presente trabajo de investigación es un requisito previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, de conformidad con las disposiciones establecidos por la Universidad Rural de Guatemala.

El estudio denominado “Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla”, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, lo cual ha generado disminución de metas de producto terminado durante los últimos cinco años.

Los resultados obtenidos durante el presente proyecto, pueden ser aplicados en otras organizaciones que tengan una problemática similar. También pueden utilizarse como fuente de consulta para personas en general, interesados en la materia de estudio, así mismo, sirve para que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte, tres resultados que se mencionan a continuación: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora; Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla; y Programa de capacitación a colaboradores de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Dichos resultados en conjunto con sus respectivas actividades, conforman la presente propuesta, la cual busca manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), por consiguiente, aumentar las metas de producto terminado.

Presentación

El estudio denominado: Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, fue realizada durante los meses de enero a diciembre del año dos mil veintidós, como requisito exigido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título de Ingeniero Industrial, en el grado académico de Licenciado.

Se determinó que la problemática central “Manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.”, lo que ha ocasionado disminución de metas de producto terminado en los últimos 5 años, cuya causa principal es la inexistencia de un modelo de Gestión Lean Manufacturing en el procesamiento del mango Tommy Atkins.

Durante la elaboración de la presente investigación se comprobó la hipótesis causal “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”.

El medio de solución de la presente propuesta está integrado por los siguientes tres resultados: Resultado 1: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora; Resultado 2: Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla; y Resultado 3: Programa de capacitación a colaboradores de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Los tres resultados en conjunto, con sus respectivas actividades, integran el medio de solución de la propuesta, la cual busca dar solución a la problemática central que aqueja a Empresa Frutico, Localizado en Nueva Concepción, Escuintla.

Índice general

| No. | Contenido | Página |
|-------|-------------------------------------|--------|
| | Prólogo | |
| | Presentación | |
| I. | INTRODUCCIÓN..... | 01 |
| I.1. | Planteamiento del problema..... | 02 |
| I.2. | Hipótesis..... | 04 |
| I.3. | Objetivos..... | 04 |
| I.3.1 | Objetivo general..... | 04 |
| I.3.2 | Objetivo específico..... | 04 |
| I.4. | Justificación..... | 04 |
| I.5. | Metodología..... | 05 |
| I.5.1 | Métodos..... | 05 |
| I.5.1 | Técnicas..... | 07 |
| II. | MARCO TEÓRICO..... | 09 |
| III. | COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 72 |
| IV. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 79 |
| IV.1 | Conclusiones..... | 79 |
| IV.2 | Recomendaciones..... | 80 |
| | Bibliografías | |
| | Anexos | |

Índice de cuadros

| No. | Contenido | Página |
|------------|---|--------|
| Cuadro 1. | Funciones de la cadena agroalimentaria..... | 14 |
| Cuadro 2. | Taxonomía del mango..... | 17 |
| Cuadro 3. | Composición del mango variedad Tommy Atkins..... | 18 |
| Cuadro 4. | Parámetros de calidad de los mangos..... | 23 |
| Cuadro 5. | Importancia de las BPM..... | 32 |
| Cuadro 6. | Herramientas Lean..... | 42 |
| Cuadro 7. | Beneficios del Kaizen..... | 45 |
| Cuadro 8. | Acciones de mejora continua..... | 47 |
| Cuadro 9. | Beneficios de la mejora continua..... | 48 |
| Cuadro 10. | Metas de la calidad total..... | 48 |
| Cuadro 11. | Beneficios del sistema Justo a tiempo..... | 51 |
| Cuadro 12. | Objetivos SMED..... | 56 |
| Cuadro 13. | Beneficios SMED para la empresa..... | 56 |
| Cuadro 14. | Niveles Sigma..... | 60 |
| Cuadro 15. | Niveles de Poka Yoke..... | 62 |
| Cuadro 16. | Los diez mandamientos del Kaizen..... | 65 |
| Cuadro 17. | Estrategias fundamentales del Lean Manufacturing..... | 66 |
| Cuadro 18. | Impactos positivos del Lean Manufacturing..... | 68 |
| Cuadro 19. | Colaboradores que conocen la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla..... | 73 |
| Cuadro 20. | Colaboradores que conocen el porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla..... | 74 |
| Cuadro 21. | Colaboradores que conocen hace cuánto tiempo existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla..... | 75 |

Cuadro 22. Colaboradores que conocen sobre sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. 76

Cuadro 23. Colaboradores que consideran necesario implementar el modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla..... 77

Cuadro 24. Colaboradores que apoyarían la implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. 78

Índice de figuras

| No. | Contenido | Página |
|------------|---|--------|
| Figura 1. | Clases de Peligros..... | 11 |
| Figura 2. | Tipos de peligros biológicos..... | 12 |
| Figura 3. | Mango variedad Tommy Atkins..... | 18 |
| Figura 4. | Varietades de mango cultivadas en Guatemala | 21 |
| Figura 5. | Clasificación por categoría de color del mango..... | 23 |
| Figura 6. | Calibre del mango..... | 25 |
| Figura 7. | Recepción de la fruta..... | 26 |
| Figura 8. | Selección y lavado de fruta..... | 27 |
| Figura 9. | Tratamiento hidrotérmico..... | 28 |
| Figura 10. | Embalaje y almacenamiento..... | 29 |
| Figura 11. | Embarque..... | 29 |
| Figura 12. | Proceso de selección y empaque del mango..... | 30 |
| Figura 13. | Proceso de implementación de las BPM..... | 33 |
| Figura 14. | Prácticas de higiene personal..... | 35 |
| Figura 15. | Pasos para control de plagas..... | 38 |
| Figura 16. | Control de desechos..... | 39 |
| Figura 17. | Limitantes de la productividad..... | 42 |
| Figura 18. | Clasificación de las siete mudas según Toyota..... | 44 |
| Figura 19. | Ciclo de Deming..... | 46 |
| Figura 20. | Entorno de la calidad total | 49 |
| Figura 21. | Niveles de gestión de la calidad..... | 50 |
| Figura 22. | Objetivos del Justo a tiempo..... | 52 |
| Figura 23. | Fases de implementación de las 5 S..... | 54 |
| Figura 24. | Pasos para implementar SMED..... | 55 |
| Figura 25. | Ejemplo de tarjeta (Kanban)..... | 57 |
| Figura 26. | Tipos de sistemas Jidoka..... | 58 |
| Figura 27. | La ruta base del Six Sigma | 59 |

| | |
|--|----|
| Figura 28. Características básicas del TPM..... | 61 |
| Figura 29. Modelo de trabajo de Lean Manufacturing..... | 64 |
| Figura 30. Herramientas Lean..... | 66 |
| Figura 31. Pasos para la implementación de Lean Manufacturing..... | 67 |

Índice de Gráficas

| No. | Contenido | Página |
|-----|---|--------|
| | Gráfica 1. Colaboradores que conocen la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico Nueva Concepción, Escuintla..... | 73 |
| | Gráfica 2. Colaboradores que conocen el porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico Nueva Concepción, Escuintla..... | 74 |
| | Gráfica 3. Colaboradores que conocen hace cuánto tiempo existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. | 75 |
| | Gráfica 4. Colaboradores que conocen sobre sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla | 76 |
| | Gráfica 5. Colaboradores que consideran necesario implementar Sistema de Mejora Continua, en el área de inventarios..... | 77 |
| | Gráfica 6. Colaboradores que apoyarían la implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. | 78 |

I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio denominado “Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla”, se llevó a cabo durante los meses de enero a diciembre del año dos mil veintidós, previo a optar al título de Ingeniero Industrial, en el grado académico de licenciado con Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El estudio identifica la problemática manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. Dicho estudio, se realizó con el objeto de buscar una solución al problema referido y comprobar la hipótesis “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”.

El presente trabajo de graduación está compuesto de la siguiente manera: Prólogo y presentación, luego los capítulos que se detallan a continuación:

Capítulo I: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivo específico, justificación y metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

Capítulo II: Integrado por Marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales.

Capítulo III: Formado por: Conformado por; Comprobación de la hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “y” e independiente “x” con su respectivo análisis.

Capítulo IV: Integrado por: Conclusiones y recomendaciones, bibliografía y por último anexos.

I.1. Planteamiento del Problema

El Lean Manufacturing es un modelo de gestión que está integrado por diferentes herramientas utilizadas para la eliminación de todos los desperdicios que puede tener una fábrica, tales como Just in time, Poka Yoke, Kaizen, SMED, entre otras. Este sistema consigue aumentar la satisfacción del cliente, mejorar la calidad del producto, innovar los procesos y reducir los costes.

Son muchos los problemas actuales de las industrias en general, que pueden solucionarse al utilizar esta metodología, es importante estar al día en cuanto controles o herramientas de mejora continua dentro de todos los procesos o actividades empresariales, para poder alcanzar la eficiencia y productividad.

Durante la presente investigación en Empacadora Frutico S.A., se detecta la problemática manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, lo cual ha generado disminución de metas de producto terminado durante los últimos cinco años.

Para solucionar esta problemática se plantea una propuesta que consiste en implementar modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, con el fin de manejar adecuadamente los procesos y, por ende, aumentar las metas de unidades de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.).

Por el mejoramiento de la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, se requiere identificar las áreas de oportunidad para eliminar los desperdicios, tiempos de espera y todo aquello que no aporta valor a la cadena de suministro, que indicativamente impacte positivo a la disminución de metas de unidades de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.).

I.2. Hipótesis

A través del Método del Marco Lógico, se elaboró el árbol de problemas, y se determinó la Variable Dependiente: Disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años.

Así mismo la variable independiente: Inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Con estas variables se elaboró la siguiente hipótesis: “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”.

¿Será la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing, por manejo inadecuado, la causante de la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años?

I.3. Objetivos

Con el fin de solucionar la problemática hallada, se plantearon los siguientes objetivos:

I.3.1. Objetivo General

Aumentar las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

I.3.2. Objetivo Específico

Manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

I.4. Justificación

En la actualidad, no obtener la máxima eficiencia para las empresas, no controlar los procesos internos y externos, el aumento de desperdicios y los tiempos de espera, ocasionan resultados negativos en las metas dentro de las organizaciones, por lo tanto, se deben tomar en cuenta las herramientas disponibles para la búsqueda de la mejora constante.

Empacadora Frutico, localizada en Nueva Concepción, Escuintla, experimenta un manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), cuyo efecto ha generado una disminución de metas de producto terminado durante los últimos cinco años.

Se considera una necesidad la implementación de la presente propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, esta permitirá la solución a la problemática y el aumento de las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

De no aplicarse la presente propuesta según la proyección (anexo 8, análisis de datos de gráfica comparativa con y sin proyecto), continuará el manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, lo que generará una disminución de metas de producto terminado a 803,280 unidades (mango) para el año 2026, lo que perjudicará en gran manera el alcance de los objetivos empresariales.

Por contrario, al implementarse la propuesta se establecerá un adecuado manejo del proceso y, por ende, se aumentarán las metas de producto terminado a 2,188,403 unidades (mango) para el mismo año, lo que traería beneficios importantes para la empacadora, objeto de estudio.

I.5. Metodología

La metodología empleada la conforman varios métodos y técnicas que se aplican de manera sistemática para lograr comprobar la siguiente hipótesis: “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”. A continuación, se describe la metodología usada tanto para formular como para comprobar la hipótesis anterior:

I.5.1. Métodos

I.5.1.1. Métodos para la formulación de la hipótesis

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis de estudio fueron los siguientes:

a. Método Deductivo

Mediante este método se partió de lo general de la investigación, para enfocarse en conclusiones específicas que ayudaron a buscar alternativas para dar solución a la problemática encontrada en Frutico, por lo que fue necesario realizar algunas visitas de campo a la empresa antes descrita.

b. Método del Marco Lógico

Con la ayuda de este método se preparó la información y se hizo notar la relación existente entre las dos variables de estudio X y variable Y, Lo que permitió la elaboración del árbol de problemas, el árbol de objetivos y el medio de solución, así también la hipótesis causal e interrogativa.

I.5.1.2. Métodos para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis se detallan en los siguientes párrafos:

a. Método Inductivo

Por medio de este método se analizaron los resultados particulares obtenidos del trabajo de campo, para luego llegar a las conclusiones de carácter general, la cual ayudó a buscar como alternativa para la presente propuesta.

b. Método Estadístico

Con la ayuda del método estadístico, se obtuvieron los resultados de los cuestionarios diseñados, se tabularon, graficaron y se determinaron las medidas, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis, así como la variable dependiente “Y” e independiente “X”.

c. Método de síntesis

Luego de la recopilación de los datos obtenidos de la población objeto de estudio (Frutico), se procedió a obtener las conclusiones con sus respectivas recomendaciones del presente trabajo. Se resumen todos los extractos de datos de manera lógica o congruente y entendible para la presentación final de los mismos en forma gráfica y analítica.

I.5.2. Técnicas

Se diseñaron técnicas tanto para la formulación de la hipótesis como para su comprobación.

I.5.2.1. Técnicas para la formulación de la hipótesis

a. Tormenta de Ideas

Técnica grupal empleada para conocer los puntos de vista del personal involucrado en el procesamiento del mango variedad Tommy Atkins, con el fin de buscar las mejores ideas que ayuden a dar solución a la problemática encontrada. Las mejores ideas fueron seleccionadas y debatidas en conjunto, para llegar a la mejor alternativa de solución al problema.

b. Observación Directa

Durante las visitas realizadas a la empresa, se pudo observar el procedimiento actual del proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), se notó el manejo inadecuado y se logró llegar a conclusiones que ayudaron para la elaboración de la presente propuesta.

c. Investigación documental

Empleada durante la selección de la información referente a la temática principal de la investigación, los documentos irrefutables consultados forman parte del marco teórico y son citados intrínsecamente con su respectiva fuente y referencia bibliográfica. Se acudió tanto a libros, revistas, proyectos de tesis, en donde se realizaron estudios similares.

I.5.2.2. Técnicas para la comprobación de la hipótesis

Las técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis se describen a continuación:

a. Cuestionarios

Se diseñaron dos boletas de investigación con preguntas cerradas, para comprobar las variables dependientes “x” (causa) e independiente “y” (efecto) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. Las boletas fueron aplicadas a Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, mediante censo.

b. Análisis de Datos

El análisis de datos, se utilizó posterior a la recolección, tabulación y presentación de los resultados obtenidos en cuadros y gráficas de los tres cuestionarios elaborados para comprobar las variables de estudio, tanto dependiente “Y”, como independiente “X”.

c. Coeficiente de correlación

Empleado como medida para conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas (X, Y). Se tomó como base la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), el resultado del cálculo del coeficiente de correlación fue de -0.98, el cual está dentro de los parámetros de aceptación establecidos $r = (\geq \pm 0.8 \text{ a } \leq \pm 1)$.

d. Ecuación lineal de la recta

Por medio de esta técnica, se confirmó el comportamiento lineal del efecto generado durante los años 2017 a 2021, donde se evidencia el bajo índice de producción obtenido; posteriormente se consiguió proyectar el efecto para los siguientes cinco años (2022 a 2026).

e. Censo

Para la comprobación de las variables, dependiente “Y” e independiente “X”, se empleó censo a Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de Producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, para tener una certeza del 100% de información obtenida de la población objeto de estudio, dado que los elementos eran limitados (menores a 35 elementos).

II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico ostenta toda la teoría que fundamenta el presente estudio de investigación, durante la elaboración fue necesario acudir a información documental de fuentes primarias y secundarias, las cuales son citadas dentro de este. El marco teórico está integrado por aspectos doctrinarios que incluyen toda la teoría que se ha escrito anteriormente sobre la temática de estudio.

II.1. Industria alimentaria

II.1.1. Historia de la industria alimentaria

Se describe de manera breve los antecedentes de la industria alimentaria, en los siguientes párrafos:

Raventós (2005), describe que puede aseverarse que la industria alimentaria principia en el momento en que se inventa la primera herramienta. El objetivo fundamental continúa siendo preparar, preservar, acondicionar y transformar en alimentos las materias primas que ofrecen el mar y la tierra (p. 17).

Con el tiempo, el progreso técnico ha posibilitado no solo el desarrollo de la industria alimentaria, sino también de procedimientos para conservar los alimentos y la aplicación de criterios innovadores inherentes a las necesidades y tendencias de los consumidores. La suministración de alimentos inocuos a las poblaciones, sigue siendo una preocupación en el siglo XXI y para ello, juega un papel importante la tecnología actual. (Raventós, 2005, p. 18).

El gran desarrollo de la industria alimentaria inició en el siglo XIX y se completó en siglo XX, es situada como el primer sector industrial en la mayoría de los países del mundo. Con un desarrollo cada vez más exigente de las herramientas y técnicas de ingeniería y química, de manera de mejorar la calidad del alimento (Raventós, 2005, p. 18).

La industria alimentaria es la principal responsable de suministrar o abastecer a la población mundial y garantizar un producto inocuo, que no afecte la salud del consumidor final.

II.1.2. Desafíos de la industria alimentaria

Raventós (2005), resume que el desafío principal de la industria alimentaria radica en la conservación de los alimentos con el fin de alargar su vida útil sin que se dañen sus características nutricionales y organolépticas, al tiempo que el proceso global resulta ser más eficiente energéticamente, gracias a las bajas temperaturas empleadas (p. 18).

A pesar de ser una industria tradicional en la que muchos procesos no han cambiado durante hace largo tiempo, se pueden encontrar grandes elementos de automatización, utilización de maquinaria novedosa y con tecnología de última generación, la cual ha ayudado a ser una de las industrias más eficientes. Al fin y al cabo, también han experimentado su propia evolución. La industria alimentaria engloba todos los procesos que transcurren desde el cultivo de los alimentos, hasta su proceso o elaboración, así mismo, como la cadena de suministro de estos y de todos los materiales necesarios en todo el ciclo de vida (Lozano, 2019).

II.1.3. Seguridad en la industria alimentaria

La seguridad de los alimentos en la actualidad, juega un papel sumamente importante dentro de la industria de los alimentos, a diferencia de otras clases de industrias, esta no solo busca la satisfacción del cliente, sino también es responsable directamente de su salud.

Durante la elaboración de los alimentos debe tenerse en cuenta ciertos factores o variables que pueden llegar a ser dañino al consumidor cuando son ingeridos por este, la industria alimenticia es más cuidadosa en cuanto a contaminantes se refiere, por tal razón se debe estar pendiente de los peligros que amenazan los procesos.

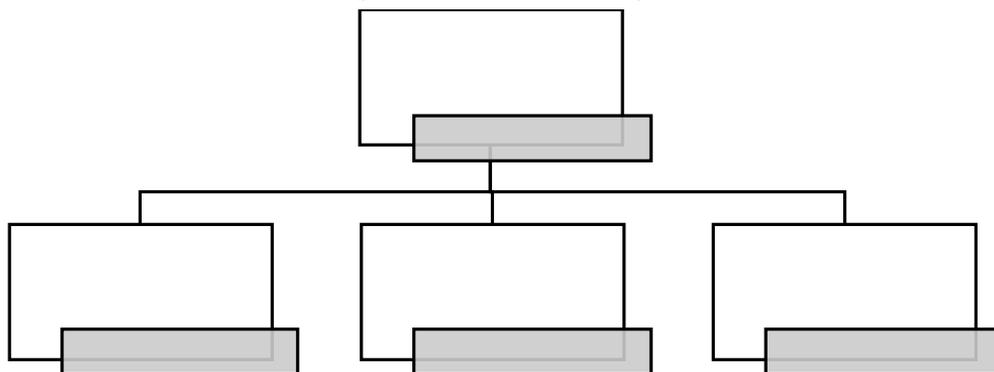
II.1.4. Peligros en la industria alimentaria

En la industria alimentaria existen riesgos importantes que pueden convertirse en peligros potenciales para la salud de los usuarios.

“Los procesadores de alimentos han de tener en cierto conocimiento de los peligros potenciales que tienen los alimentos con los que trabajan y cómo pueden afectar éstos a la salud del consumidor pudiendo ocasionar lesiones o enfermedades en el mismo” (De las Cuevas, 2006, p. 3).

La importancia de la seguridad alimentaria, radica en la eliminación de los tres grandes peligros que pueden contaminar a los alimentos, dentro de estos se encuentran los siguiente:

Figura 1. Clases de Peligros



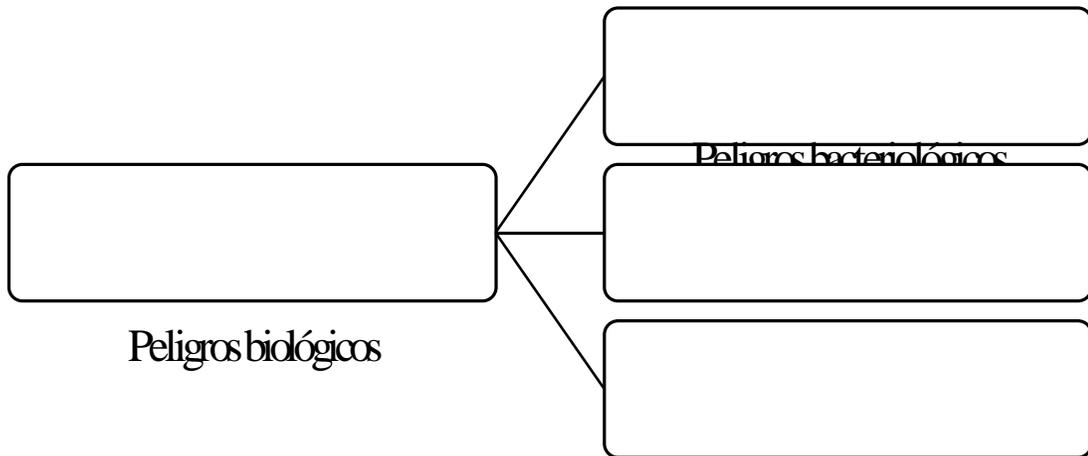
Fuente: García, 2022.

II.1.4.1. Peligros biológicos

“Los alimentos pueden contener peligros biológicos que pueden provenir de las materias primas o de las etapas en el procesado de los alimentos y son causadas por microorganismos” (De las Cuevas, 2006, p. 3).

Existen tres grandes divisiones de peligros biológicos que pueden hacer un producto no inocuo, los cuales se mencionan a continuación:

Figura 2. Tipos de peligros biológicos



Fuente: García, 2022.

II.1.4.2. Peligros químicos

Son todos aquellos agentes químicos agregados de manera intencional o no intencional, que por su naturaleza deben ser cuidadosamente incluidos a los alimentos en cantidades que no causen ningún tipo de daño o enfermedad al ser ingeridos, son aditivos tales como las vitaminas, preservante o conservantes, colorantes, sabores artificiales, entre otros.

“La presencia de un producto químico no siempre representa un peligro, ya que la cantidad del mismo puede determinar si realmente se trata de un peligro o no” (De las Cuevas, 2007, p. 17).

II.1.4.3. Peligros físicos

Son todos aquellos agentes o materiales ajenos a los alimentos, que pueden verse fácilmente a simple la vista, sin necesidad de aparatos, y que son potencialmente peligrosos para los consumidores, entre estos se pueden mencionar, cabellos, plástico, madera, ropa, hierro, plumas, joyas, piedras, relojes, insectos muertos, entre otros materiales.

“Dentro de este grupo se incluye cualquier material extraño potencialmente dañino, que normalmente no se encuentre en los alimentos. Estos materiales pueden causar en la persona que los consume accidentalmente asfixia, heridas u otros problemas” (De las Cuevas, 2007, p. 21).

Dentro de la industria alimentaria existen métodos o herramientas para el control de todos los tres tipos de peligros descritos, entre estos se encuentran las denominadas Buenas Prácticas de Manufactura BPM, los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento POES y el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control APPCC, que son fundamentales para la implementación de normas como las FSSC22000, la cual es una certificación importante de gestión de seguridad alimentaria.

Todas las herramientas descritas en el párrafo anterior, son importantes para implementar un sistema de gestión de calidad. En la actualidad, todas son requisitos indispensables en la industria agroalimentaria para que los alimentos sean seguros para el consumidor.

II.1.5. La cadena en la industria alimentaria

La cadena agroalimentaria puede definirse como el “abastecimiento, gestión, logística, política, mercadeo, estrategias de mercadeo, actitud y respuesta eficiente del consumidor. Sin embargo, hasta en época reciente no ha habido esfuerzos para un enfoque global” (Rosas, 2005, p.3).

El concepto sobre cadenas productivas agroalimentarias no es tan reciente; sin embargo, está tomando relevancia actual mente debido a la globalización. A partir de la década de los 50's, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), comenzó a utilizar el concepto de cadenas para el diagnóstico y análisis de la comercialización de productos agroalimentarios.

Los organismos internacionales han reconocido que, para alcanzar un retorno económico hacia el productor primario o principal, es necesario la coordinación a todo lo largo de la cadena que abarca; la producción, el procesamiento, la distribución y el consumo.

Según el MAGA (2002), la cadena agroalimentaria se define como un “instrumento que integra los diversos actores de una rama productiva en particular, involucrados en actividades de producción primaria, proveeduría de insumos, comercialización, transporte, industrialización, servicios y que involucra al último eslabón de la cadena que es el consumidor”.

Lozano (2019), Describe que la cadena agroalimentaria tiene ciertas funciones importantes, para ello, desde hace muchos años, se emplean una serie de herramientas o metodologías que tienen como objetivo principal, mejorar las operaciones productivas y conseguir los objetivos empresariales trazados en una industria cada vez más competitiva. Dentro del modelo Lean Manufacturing se pueden encontrar varias herramientas importantes que se han utilizado desde hace muchos años para el alcance de los objetivos anteriormente citados. Aunque el reto actual es la reinención y adaptación de esas herramientas de mejora.

Las funciones principales de la cadena agroalimentaria se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Funciones de la cadena agroalimentaria

| | |
|----|--|
| a. | Identificar la problemática. |
| b. | Elaborar acuerdos de competitividad de cadena agroalimentaria. |
| c. | Proponer planes estratégicos. |
| d. | Establecer mecanismos de seguimiento y evaluación. |

Fuente: MAGA, 2002.

II.2. Importancia económica de la industria

“La industria alimentaria engloba todas las empresas que desarrollan actividades relacionadas con la transformación, la conservación o manipulación de productos agrarios, principalmente destinados a la alimentación” (Raventós, 2005, p. 18).

No hay dudas que la producción de alimentos ha sido históricamente para el ser humano, la actividad económica más relevante y poderosa de la historia. La industria alimentaria es una importante fuente de generación de empleos e ingresos cuantiosos para los países, representa un papel importante en el desarrollo de la economía de los países.

Machado (2003), Describe que “Las actividades de transformación y procesamiento, servicios conexos de transporte y comercialización, y el comercio exterior, aumentan la importancia económica y social del sistema agroalimentario. Estas actividades pueden generar incrementos cuatro veces superiores a la producción” (p. 148).

Según la FAO, la producción a nivel mundial de alimentos, se cree que aumentará en un 1.3% anual en los próximos treinta años, especialmente para los países más desarrollados, esto cubrirá con creces la alta demanda de alimentos y provisiones del mundo. Sin embargo, en países de menor desarrollo, su crecimiento no será muy alto, por lo que necesitan importar muchos productos para satisfacer sus demandas y provisiones locales.

Según las proyecciones poblacionales, se cree que en los próximos veinticinco años habrá dos millones más de habitantes en el mundo, los cuales estarán concentrados especialmente en los países más desarrollados y una minoría en los países poco desarrollados, por lo que la necesidad de alimentos crecerá significativamente y la producción de alimentos deberá incrementarse en todo el mundo, de esta manera se logrará cumplir con la demanda alta (Machado, 2003).

Existe una tendencia al aumento en la demanda de alimentos, especialmente en granos, carnes, aceites y productos hortifrutícolas, más en el continente asiático y en los países industrializados donde los consumos presentan algunos grados de saturación. También se cree que la demanda de alimentos en los antiguos países socialistas se active, esto supone una gran oportunidad para los países de Latinoamérica, sobre todo para aquellos que aún poseen grandes extensiones de tierra para ampliar la producción de alimento (Machado, 2003).

La industria de alimentos en Guatemala tiene una importancia relevante en la economía del país, se encarga de suministrar los productos a una población creciente y cada vez más exigente, se producen productos agrícolas importantes, como el café, el azúcar, el banano, el cacao, maíz, arroz y se producen productos cárnicos, aunque en menor escala.

La agroindustria del mango en Guatemala, tiene gran relevancia económica para el país, la producción de esta fruta está determinada por la variedad Tommy Atkins, que ha sido la de mayor demanda a nivel internacional, así mismo, en el mercado nacional para el consumo local, de igual manera, se cultivan variedades amarillas y criollas, pero en menor escala (Rosa, 2005, p. 19).

El país posee grandes extensiones ecológicamente aptas para el cultivo de mango en la faja costera del pacífico. Las zonas de mayor producción de mango en Guatemala se ubican principalmente en diez departamentos, pero especialmente en los departamentos de Retalhuleu, Santa Rosa, Escuintla y Suchitepéquez.

Es así como la agroindustria en Guatemala cobra mayor relevancia en cuanto a la economía del país, ya que una gran parte de la población se dedica a la agricultura y esta genera miles de empleos anualmente, así como ingresos por conceptos de exportaciones a Centroamérica.

II.3. Procesamiento de Mango

El principal productor mundial es India. El mango es el tercer fruto en términos de producción e importancia a nivel mundial, situado después del plátano y la piña tropical, y es el séptimo de todos los frutos producidos. Gracias a su amplia distribución y el desarrollo de técnicas de control de la floración, es posible suministrar mangos a los mercados durante todo el año. Por ser un frutal permanente, su cultivo trae como beneficio colateral, la captura de anhídrido carbónico y liberación de oxígeno; además, permite la recuperación de áreas y suelos degradados, así como una cobertura vegetal al suelo (Flores, 2014).

El mango es un cultivo que se ha logrado adaptar a condiciones agroclimáticas adversas, y en Guatemala ha permitido hacer productiva nuevamente la zona conocida como franja tropical seca, la cual antes era completamente árida. Es una buena alternativa de exportación, que permite la generación de miles empleo y divisas para el país.

II.3.1. Mango

“El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta nativa del sudeste de Asia, precisamente de la India, donde existen más de mil variedades (de las cuales unas cuantas son cultivadas comercialmente)” (Flores, 2014. p. 3).

Cuadro 2. Taxonomía del mango

| | |
|---------------|----------------------------|
| Clase: | Dicotiledónea |
| Orden: | Sapindales |
| Familia: | Anacardiaceae |
| Género: | <i>Mangifera</i> |
| Especie: | <i>Mangifera indica</i> L. |
| Nombre común: | Mango |

Fuente: Flores, 2014.

Existe variedades que se diferencian por la zona de cultivo, color, pulpa, sabor, aroma, y tamaño. Por su contenido en antioxidantes naturales, es una fruta de gran interés dietético y nutricional.

Cuadro 3. Composición del mango variedad Tommy Atkins

| | |
|---------------|-------|
| Calorías | 60 |
| Grasa | 0.5 g |
| Colesterol | 0 mg |
| Sodio | 0 mg |
| Carbohidratos | 17 g |
| Fibra | 1 g |
| Azúcares | 15 g |
| Proteínas | 0 g |

Fuente: Flores, 2014.

Un mango de 300 gramos cubre la totalidad de las necesidades de un adulto de vitamina C y de vitamina A, y es una excelente fuente de betacaroteno.

Figura 3. Mango variedad Tommy Atkins



Fuente: Barahona y Sancho, 2000.

II.3.1.1. Variedades de mango

A continuación, se presenta una descripción de las variedades más aceptadas en el mercado internacional y que por su origen es factible su establecimiento y producción comercial en Guatemala, algunas con mayores terrenos de cultivo y otras en menor escala.

a. Tommy Atkins

Variedad Originaria de Florida, EEUU, tamaño de mediano a grande, de 450 a 710 gramos, redondo, de color amarillo anaranjado con manchas que pueden llegar a ser de rojo claro a oscuro. Tiene cáscara gruesa y muy resistente a daños mecánicos, el color de la pulpa es amarillo, firme, de fibras finas (Léon.et al. 1997).

Cabe resaltar que esta variedad (Tommy Atkins), es objeto principal de investigación en el presente estudio, dado que es la variedad preparada y empacada en Empresa Frutico.

b. Haden

Originaria de la India, por cruzamiento natural en Florida EEUU, presenta frutos de mediano tamaño a grande de hasta 14 centímetros de largo y con un peso de 680 gramos, es de forma ovalada o redondeada, color amarillo vivo, con manchas púrpuras y varias lenticelas de color blanco. Cáscara gruesa, lisa y firme (Rosas, 2005).

c. Irwin

Se origina de la semilla de Lippens plantada en Miami EEUU en 1939, sus frutos son de forma ovoides, ligeramente comprimidos en los laterales, de tamaño pequeño a mediano, de 225 a 340 gramos de peso, de color rojo claro, con machas de rojas oscuras, pulpa con poca fibra, sabor suave y dulce, aromático, de calidad excelente, frutos poco resistentes a enfermedades, los frutos se presentan en racimos (Rosas, 2005).

d. Kent

Se origina de una semilla variedad Brooks sembrada en Miami, Estados Unidos en 1932, tiene forma ovoide, voluminosa, de 750 a 800 gramos de peso, cáscara de color verde pálido o amarillo, dulce, excelente calidad, el hueso representa el 9% del peso total del fruto y la semilla ocupa $\frac{3}{4}$ del mismo (Rosas, 2005).

e. Keitt

Originaria de una semilla Mulgoba de Florida EEUU, en el año 1939, frutos de forma ovalados, de tamaño mediano a grande, con peso promedio de 450 a 680 gramos, de color amarillo con manchas rojas, muy atractivo, la cáscara no se separa fácilmente de la pulpa que es de color amarillo, sin fibras, excepto cerca de la semilla (Rosas, 2005).

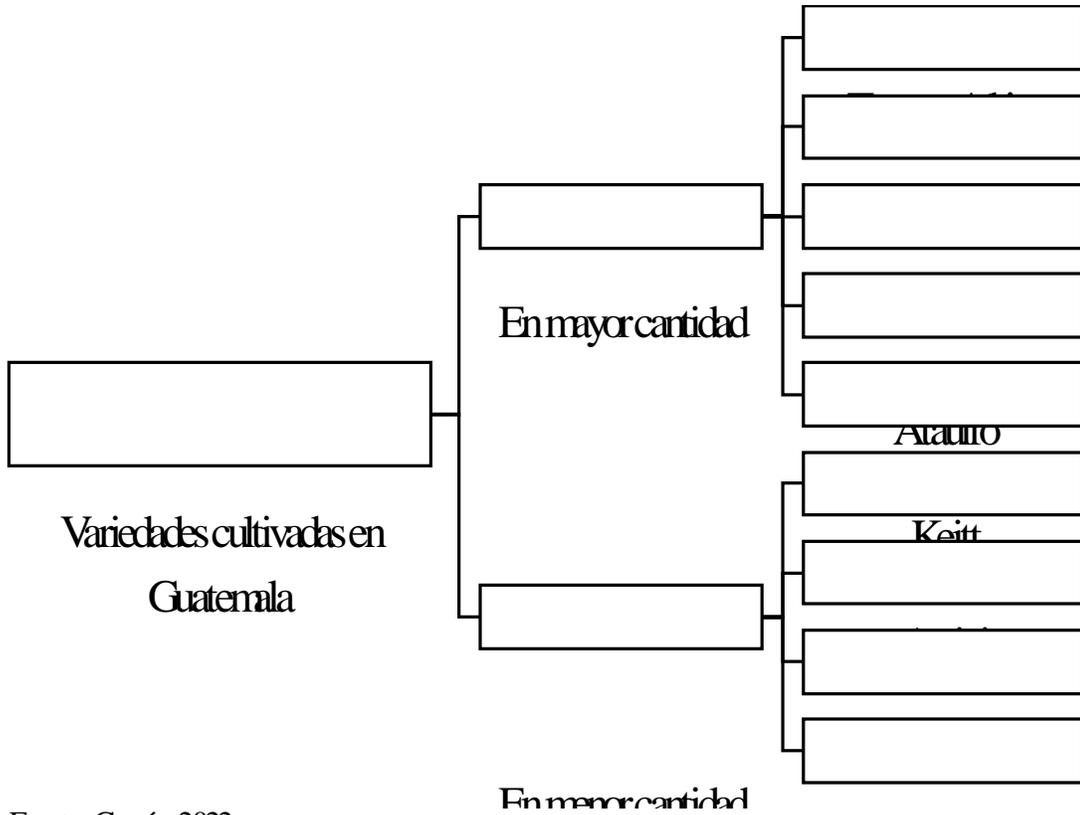
f. Zill

Originaria en 1992 en Florida, de una semilla de Haden, frutos acorazonados, algo comprimida lateralmente, de tamaño pequeño, de 250 a 300 gramos, color rosado o rojizo sobre un fondo amarillo, la cáscara no se separa fácilmente de la pulpa que es amarilla clara, firme, sin fibras, con un ligero sabor a trementina, de semilla muy pequeña (Rosas, 2005).

En Guatemala se cultivan las variedades Tommy Atkins. Pashte. Haden, Ataulfo y Keitt. en menor cantidad Amini. Irwin. Kent y Zill. ocupando el 82% del área total la variedad Tommy Atkins. el 15% el de Pashte 0 Brea. el 3% restante se divide en otras variedades.

Como se describió en el párrafo anterior, hay un selecto grupo de variedades principales que se producen en el país, en la siguiente imagen, se describen las variedades de mango más cultivadas en Guatemala, así mismo, las variedades cultivadas a menor escala en todo el territorio nacional.

Figura 4. Variedades de mango cultivadas en Guatemala



Fuente: García, 2022.

II.3.2. Producción del mango

La época de producción de mango en Guatemala es de febrero a junio, y el 95 % se destina hacia Estados Unidos y el 5 % restante se comercializa en el mercado de Centroamérica y Europa. El rendimiento promedio es 8 T/ha y alcanza hasta 14 T/ha, según grado de tecnificación de plantaciones (Álvarez y Pinsón, 2015).

Es importante mencionar que Guatemala posee grandes extensiones ecológicamente aptas para el cultivo del mango, principalmente en la faja costera del pacífico, en la cual se encuentra la mayor parte de las áreas de cultivo, el resto de las plantaciones se localizan en las zonas secas de Zacapa, El Progreso, Jutiapa y Chiquimula (Rosas, 2005).

La calidad del mango y el destino final del mismo, están regidos básicamente por el manejo postcosecha, que es una etapa crítica en el manejo del mango, siendo el tratamiento hidrotérmico el principal aspecto a realizar para la exportación del producto. La determinación de calidad del mango se basa en la ausencia de fibras y en que el sabor a trementina sea mínimo (Rosas, 2005).

a. Cosecha

La cosecha es una de las actividades más trascendentales dentro del proceso productivo de cualquier tipo de frutos, y no consiste solamente en la recolección o extracción de los frutos del árbol, sino que es un proceso que debe planificarse con mucho detalle, ya que se puede retrasar o adelantar, según los requerimientos del mercado.

b. Punto de madurez

“La madurez fisiológica, es un estado en el cual el fruto no ha desarrollado todos sus atributos de calidad, pero al cosecharse desarrollaría todo el proceso de maduración o cambios con toda normalidad, manteniendo un buen color, olor y demás características organolépticas” (Sergent, 1999, p. 230).

c. Desprendimiento

“Es el acto de extraer el fruto de la planta, el cual debe hacerse en el entendido que es un producto para la exportación, y por lo tanto se requiere mucha delicadeza, para evitar golpes y/o pérdidas innecesarias” (Sergent, 1999, p. 233).

II.3.3. Requisitos de calidad del mango

Existen ciertos parámetros a cumplir para la clasificación de la calidad de los mangos.

II.3.3.1. Clasificación y tamaños

Los mangos se deben clasificar según los grados de calidad y deben cumplir ciertos estándares.

Cuadro 4. Parámetros de calidad de los mangos

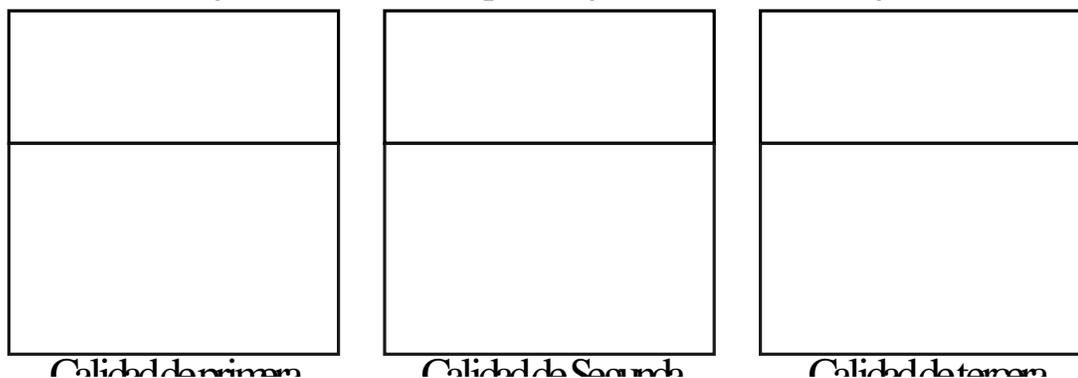
| | |
|----|---|
| a. | Deben estar enteros. |
| b. | Tener consistencia firme. |
| c. | Poseer un aspecto fresco. |
| d. | Estar sanos, limpios y exentos de cualquier materia extraña. |
| e. | Estar libres de estrías o manchas necróticas. |
| f. | No poseer daños causados por plagas. |
| g. | Sin deterioro causado por temperaturas bajas. |
| h. | Libres de humedad externa anormal. |
| i. | Exentos de cualquier olor y/o sabor extraño. |
| j. | Tener madurez fisiológica adecuada. |
| k. | En caso de tener pedúnculo, su longitud no deberá ser mayor a 1 cm. |

Fuente: Sánchez, 2010.

II.3.3.1. Estado de madurez

El color normal del fruto después de cosecha es principalmente verde oscuro, con chapeado rojo que inicia en los hombros y una coloración verde claro que tiende al amarillo en la punta. Este estado corresponde al mínimo de madurez y provee la máxima vida entre el exportador y el consumidor.

Figura 5. Clasificación por categoría de color del mango



Calidad de primer

Fuente: Rosas, 2005.

Calidad de Segundo

Calidad de tercer

II.4. Proceso de selección y empaque

Los frutos que presenten rasgos de golpes, daños mecánicos, marchitamiento, picaduras o decoloración grisácea, serán desechados por el comprador o recibirán castigos en el precio (Rosas, 2005).

II.4.1. Selección o clasificación de mangos por categoría

Para diferenciar la calidad de los mangos, se realiza una clasificación en base al tamaño, peso, color y otras características específicas. Según Codex Alimentarius existen tres categorías para clasificación del mango, las cuales se describen en los siguientes párrafos:

II.4.1.1. Categorías extra

De calidad superior al resto y característicos de la variedad. No tienen defectos. Salvo algunas superficiales leves que no afectan el aspecto general. Los mangos de esta categoría deben ser homogéneos en tamaño, forma y grado de maduración (Sánchez, 2010).

II.4.1.2. Categoría I

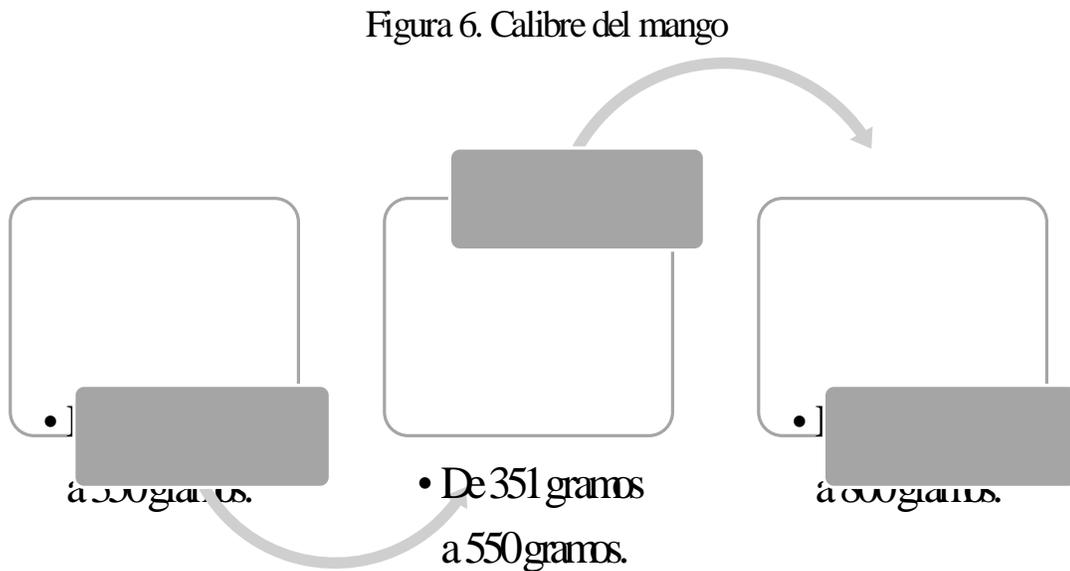
En esta categoría se pueden aceptar defectos leves que no afecten el aspecto general del producto, en cuanto a calidad, estado de conservación y presentación. Defectos leves de forma, de cáscara debido a rozaduras o quemaduras de sol y magulladuras sanadas que no excedan de 3.4 a 5 centímetros.

II.4.1.3. Categoría II

Comprenden todos los mangos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero llenan los requisitos mínimos especificados con anterioridad. En este apartado se permiten defectos de forma, de cáscara debido a quemaduras o rozaduras, manchas, magulladuras sanadas que no excedan los 5, 6 y 7 centímetros, entre otros defectos (Sánchez, 2010).

II.4.2. Clasificación de mangos por calibre

El mango también se clasifica de acuerdo a la categoría o calibre del tamaño, según su respectivo peso, en la siguiente figura se describen las tres categorías o calibres principales:



Fuente: Sánchez, 2010.

II.4.3. Proceso de empaque del mango

El proceso de empaque del mango consta de una serie de actividades simples pero muy importante para asegurar la calidad del producto.

II.4.3.1. Recepción

Todo el mango proveniente de las fincas es trasladado dentro de cajas plásticas o de madera por camiones hacia las plantas empacadoras, el espacio destinado para la descarga debe reunir todas las características físicas e higiénicas para garantizar la calidad del fruto y evitar una posible contaminación. Cada recepción debe estar monitoreada por un inspector de calidad que garantice que el fruto cumple con los parámetros establecidos para ser aceptado.

Figura 7. Recepción de la fruta



Fuente: Sánchez, 2010.

Posteriormente a la aceptación y descarga del fruto, es pasado por un proceso inicial de lavado y desinfectado, esto se realiza mediante un baño de aspersión de agua clorada a 150 partes por millón como límite (Quintanilla y Sánchez, 2019).

II.4.3.2. Muestreo

Cada lote recibido debe ser inspeccionado y muestreado para asegurar que se encuentra libre de plagas, esta actividad es el primer filtro para la selección y embarque de la fruta.

II.4.3.3. Preselección

“La preselección es la etapa que consiste en extraer todo aquel mango que no cumple con la forma y color característicos de la variedad, así como todo aquel que presente daños y defectos” (Sánchez, 2010, p. 88).

La fruta que cumple con los requerimientos para su empaque, sigue a la siguiente parte del proceso

II.4.3.4. Lavado

A continuación, la fruta pasa por tinas de lavado, proceso en el cual se eliminan el polvo y resina que puede traer la fruta del campo. Se pone una especial atención a la calidad y origen del agua del lavado, a fin de cumplir con estrictas normas de inocuidad para asegurar la sanidad de la fruta (Galván, 2018).

II.4.3.5. Clasificación o selección del fruto

Después del muestreo, preselección y aceptación de la fruta, esta es almacenada en un área temporal previo a su lavado. En esta fase los frutos son clasificados, acorde a su calibre, es decir, a su peso y tamaño respectivo, Comúnmente los calibres que se manejan son de

Figura 8. Selección y lavado de fruta

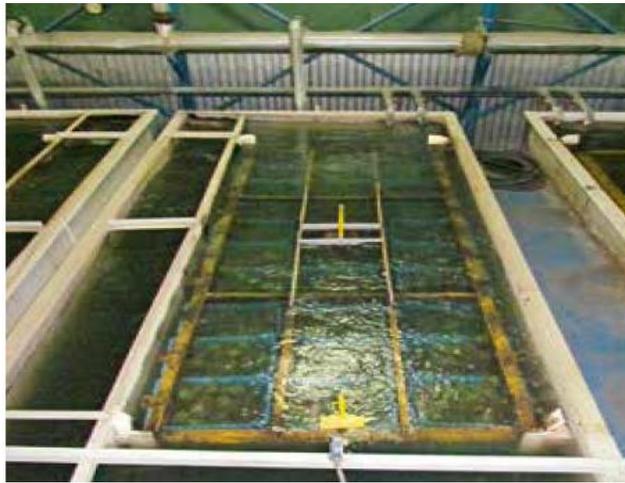


Fuente: Sánchez, 2010.

II.4.3.6. Tratamiento térmico

Posterior a la selección del fruto, se almacena en cajas rejas plásticas, las cuales son transportadas al área de carga para posteriormente pasar por el tratamiento hidrotérmico. El objetivo principal de este tratamiento es matar por medio del calor a los posibles huevos y larvas de mosca que se encuentren en la fruta y, además, es un requisito de exportación hacia los Estados Unidos (Galván, 2018).

Figura 9. Tratamiento hidrotérmico



Fuente: Empafrut, 2022.

Durante el tratamiento hidrotérmico se identifican dos formas de control: una para el mercado japonés y otro para el norteamericano. Los demás países homologan y aceptan estos tratamientos con fines de seguridad cuarentenaria. Este proceso de mitigación se realiza en agua caliente a una temperatura de 47°C a 50°C por 5 minutos para mejorar el control de hongos.

II.4.3.7. Enfriamiento

Posterior al tratamiento hidrotérmico, la fruta ingresa a la zona de cuarentena, la cual está protegida con malla mosquitero para impedir la posible infestación de la fruta, el último paso es enfriar la fruta con agua fría para recuperar la temperatura ambiente y evitar la deshidratación de la fruta (Sánchez, 2010).

II.4.3.8. Empaque

El mango es empacado en cajas de cartón por su calibre específico, posteriormente se etiquetan, apilan las cajas y se forman pallets, para lo cual se emplean tarimas y esquineros, finalmente son flejadas con medidas que faciliten la carga, traslado y descarga, así mismo, su almacenamiento (Sánchez, 2010).

Figura 10. Embalaje y almacenamiento



Fuente: Sánchez, 2010.

II.4.3.9. Almacenaje en cámaras frías

Antes de embarcarse la fruta, se pre enfría en cámaras frías, todos los embarques son previamente enfriados y enviados en cajas refrigeradas a 55 grados Fahrenheit (12.5 grados centígrados) para asegurar la calidad de la fruta y extender su vida en cualquier anaquel (Galván, 2018).

Figura 11. Embarque



Fuente: Sánchez, 2010.

II.5. Buenas Prácticas de Manufactura

II.5.1. Definición

“Todas las medidas sobre seguridad alimentaria han de basarse en un sistema que controle toda la cadena alimentaria definiendo con claridad los papeles de cada uno de los participantes en la misma” (De las Cuevas, 2006, p. 1).

Las Buenas Prácticas de Manufactura BPM surgieron como alternativas a sucesos graves ocurridos al ser humano, por la falta de inocuidad en los alimentos y medicamentos que consumían. “Son prácticas de higiene recomendadas para que el manejo de alimentos garantice la obtención de productos inocuos” (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 2009, p. 6).

II.5.2. Historia de las Buenas Prácticas de Manufactura

En 1906 se presentaron las primeras complicaciones importantes en los Estados Unidos y todo esto se relacionó con el conocimiento de varios casos de enfermedades graves e intoxicaciones de adultos y niños, por alimentos y medicamentos en pésimas condiciones de elaboración y mal estado en lo que se refiere a higiene.

Todos esos sucesos hicieron que se tome la decisión de publicar el acta sobre alimentos, drogas y cosméticos en el cual por primera vez aparece el concepto de inocuidad en el año de 1938. En el año de 1962 se produce un acto decisivo, cuando aparece la noticia de los efectos producidos por la Talidomida, que es un medicamento muy eficaz, pero con terribles efectos secundarios para las mujeres en estado de gestación.

Esto impulsó al surgimiento de la primera Guía de Buenas Prácticas de Manufactura la cual ha tenido varias modificaciones y actualizaciones hasta llegar al actual Guía de BPM para la producción, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de productos alimenticios (Vera, 2010).

II.5.3. Importancia de las Buena Prácticas de Manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura juegan un papel importante dentro de cualquier proceso de productos alimenticios, el caso de la producción, selección y empaque de mango, no es la excepción, estas definen los lineamientos a seguir para control de la higiene y calidad del producto. En el siguiente cuadro, se describen algunos de los grandes beneficios que traen las BPM.

Cuadro 5. Importancia de las BPM

| No. | Beneficios e importancia de las BPM |
|-----|--|
| 1 | Reduce los costos operacionales |
| 2 | Maximiza la efectividad operacional. |
| 3 | Aumenta la eficiencia y desempeño de los empleados. |
| 4 | Permite ser más competitivos en precio, calidad y servicio. |
| 5 | Facilita el cumplimiento de otras normas de calidad y eficiencia como las ISO. |
| 6 | Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación. |
| 7 | Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos saludables e inocuos para el consumo humano. |
| 8 | Son indispensables para la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), de un programa de gestión de calidad o de un sistema de calidad como ISO 9000. |

Fuente: Cilea (2012).

II.5.4. Enfermedades Transmitidas por Alimentos ETA

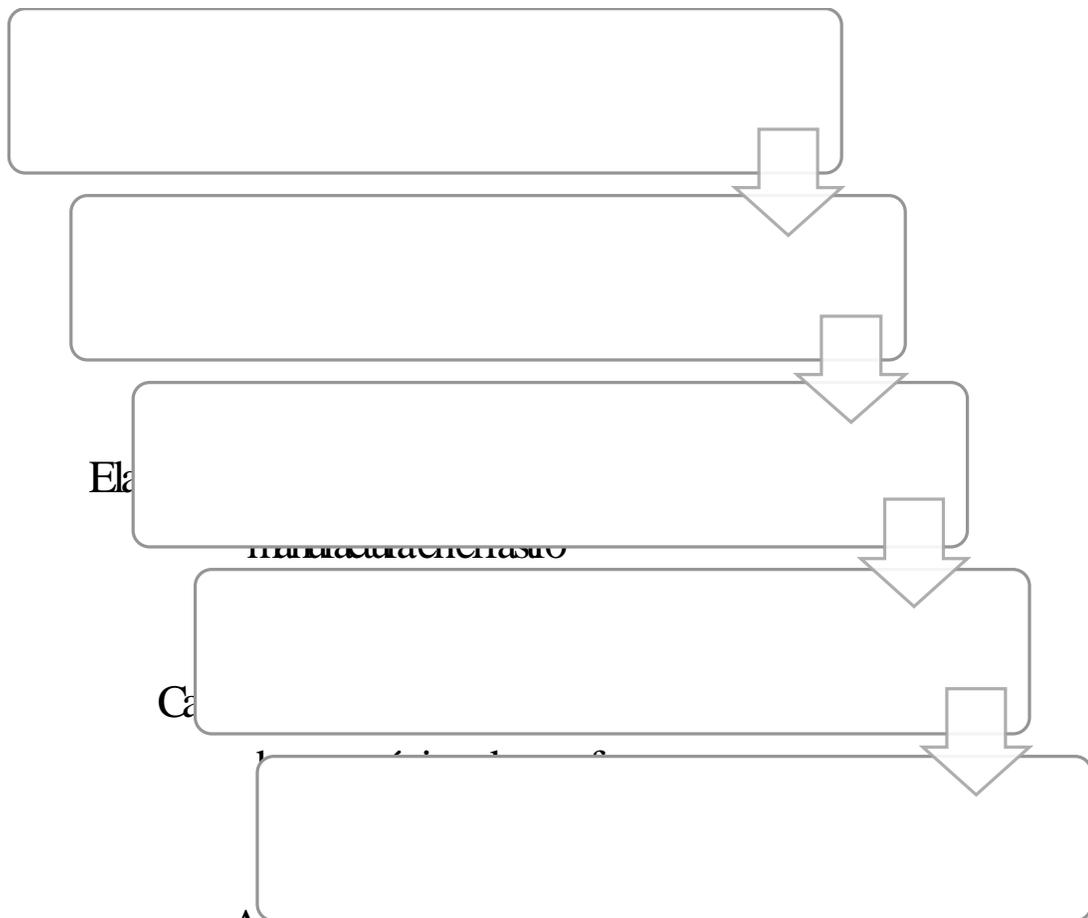
“Las enfermedades transmitidas por alimentos son numerosas, la mayoría de ellas son infecciones ocasionadas por bacterias, virus y parásitos; otras son intoxicaciones producidas por toxinas” (Pascual, 2005, p. 5).

Cada fruto de mango puede contener enfermedades que pueden ocasionar daños graves en la salud del consumidor, por tal razón, es de prioridad alta, tomar en cuenta las Buenas Prácticas de Manufactura en la empacadora, objeto de estudio.

II.5.5. Proceso de implementación de las BPM

La implementación de la Buenas Prácticas de Manufactura BPM debe ser un proceso bien elaborado para que tenga el éxito deseado y se alcancen los objetivos trazados, es necesario ejecutar a cabalidad cada una de las etapas correspondientes que se describen en la siguiente figura:

Figura 13. Proceso de implementación de las BPM



Fuente: García, 2022.

II.5.6. Lineamientos de las Buenas Prácticas de Manufactura

“Los lineamientos de las Buenas Prácticas de Manufactura se dividen en varias secciones, las cuales contienen requisitos detallados que corresponden a varias operaciones o grupo de operaciones en las instalaciones donde procesan alimentos” (Narváez, 2014, p. 19).

Dentro de las innumerables normativas establecidas por las Buenas Prácticas de Manufactura, se describen las secciones o lineamientos que las empresas deben tomar muy en cuenta durante el proceso del fruto o alimento.

II.5.6.1. Instalaciones físicas

“El establecimiento tiene que localizarse, construirse y mantenerse según los principios de diseño sanitario. Debe haber un flujo lineal del producto y un control de su tráfico, para minimizar la contaminación cruzada de los productos” (Dolly, 2007, p, 242).

Cada elemento que conforma el edificio o instalación debe contar con componentes que ayuden a realizar una limpieza profunda que ayude a eliminar posibles espacios para infestación de plagas o acumulación de suciedad.

Las paredes deben ser lisas, no porosas, preferiblemente pintadas con colores claros para mostrar la posible suciedad, deben ser impermeables de manera que permitan un fácil lavado de la superficie. El piso debe ser liso y tener un leve desnivel que permita su lavado y evacuación del agua, no debe haber drenaje bajo este, debe tener conjuntamente con las paredes una curva sanitaria.

Los techos deben estar en buenas condiciones, no deben tener filtraciones de agua de lluvia, debe planificarse su mantenimiento respectivo en el tiempo correspondiente. Debe haber una buena iluminación y ventilación, se debe cumplir con los parámetros establecidos en el reglamento Técnico Centroamericano.

II.5.6.2. Higiene personal

Sin duda alguna, el recurso humano es la parte más importante de la empresa, cabe resaltar que todo pasa por las manos de los colaboradores, por lo que hay que tomar en cuenta aspectos vitales que ayuden a mantener la inocuidad de los frutos en toda la cadena productiva.

“La higiene en una empresa que produce alimentos, es necesaria por medio de esta se aseguran que los mismos cumplirán con procesos inocuos que protegerán a las personas que los consuman; evitando una contaminación que pueda dañar en forma severa a los consumidores finales” (Paz, 2014, p. 24).

Debe existir uniforme que identifique a cada área dentro de la empresa, de esta manera se tiene el control del personal en su área de labores respectiva y se evita la contaminación cruzada, no deben ingresar joyas, relojes, celulares, alimentos o cualquier otro objeto que pueda caerse dentro del producto y constituya una contaminación física.

Figura 14. Prácticas de higiene personal



Fuente: Vera (2010).

El personal debe lavarse las manos con abundante agua y jabón, cada vez que ingresen a la planta, así mismo, deben bañarse a diario y llevar el uniforme limpio, no deben tener ningún tipo de cortadura que sea considerada riesgo. Debe existir un registro de chequeo del personal al ingreso.

II.5.6.3. Maquinaria y equipo

La estructura, diseño y mantenimiento de los utensilios, herramientas y maquinaria empleadas directamente en la cadena productiva de alimentos deben de cumplir ciertas normativas elementales, tales como, deben ser de fácil limpieza, contruidos de materiales inertes, desarmables fácilmente, entre otros. Se debe contar con un plan de mantenimiento preventivo que ayude a evitar daños al producto y equipo, se debe usar grasas y aceites de grado alimenticio.

Se debe contar con un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo, de manera que no sea una fuente de contaminación, o afecte la productividad o eficiencia de la empresa. El personal de mantenimiento debe recibir constantes capacitaciones para desenvolver sus actividades de manera efectiva y sin contratiempos.

II.5.6.4. Limpieza y desinfección

“Normas de limpieza y desinfección de utensilios, instalaciones, equipo y áreas externas; con el fin de que los trabajadores conozcan qué se debe limpiar, cómo hacerlo, cuándo, con cuáles productos y utensilios” (Smitter, 2002, p. 23).

La limpieza juega un papel sumamente importante dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura, debe existir un plan de limpieza uno o varias veces al día, para lo cual se debe llenar el registro respectivo por área. Se deben tener botes de basura colocados en lugar específico dentro de la planta, cada uno debe estar plenamente identificado con un número, de manera que permita su control y registro de evacuación.

Cada área debe tener identificados sus utensilios de limpieza y de preferencia que sean de distinto color por sección, esto para evitar la contaminación cruzada entre departamentos. La maquinaria debe ser saneado acorde al respectivo plan de saneamiento, igualmente debe haber un registro histórico de las actividades realizadas.

II.5.6.5. Procesos

Los métodos o procedimientos a utilizarse dentro de la planta alimenticia, los fija cada empresa en función de la naturaleza de su producción, producto y de su estructura organizacional. Los mismos deben describir detalladamente las operaciones a realizar, así mismo, deben contener las precauciones y medidas a aplicar en las diferentes actividades productivas.

Los procesos empleados en la manufactura deben ser verificados documentalmente y validados antes de la puesta del producto en el mercado (Flores, 2005).

Cada proceso y subproceso realizado debe tener su diagrama de flujo para conocimiento público, estos flujogramas deben estar colocados en lugar visibles su consulta rápido. Debe existir un manual de procesos que indique cómo debe realizarse las actividades y quién debe ejecutarlas, de este modo se describen las funciones necesarias para realizarlas de la manera correcta.

II.5.6.6. Materiales

Las materias primas, aditivos, suministros y productos terminados deben tener su respectiva área y monitoreo constante, para verificarlos en caso de contaminación y tomar la decisión más acertada. Se debe tener un estricto control de los químicos empleados en la limpieza, dicha bodega o lugar de almacenaje debe estar fuera de la planta. Los utensilios a emplear deben estar hechos de materiales ser lisos, no rugosos, de fácil mantenimiento y limpieza, deben ser usados únicamente para el fin que fueron creados.

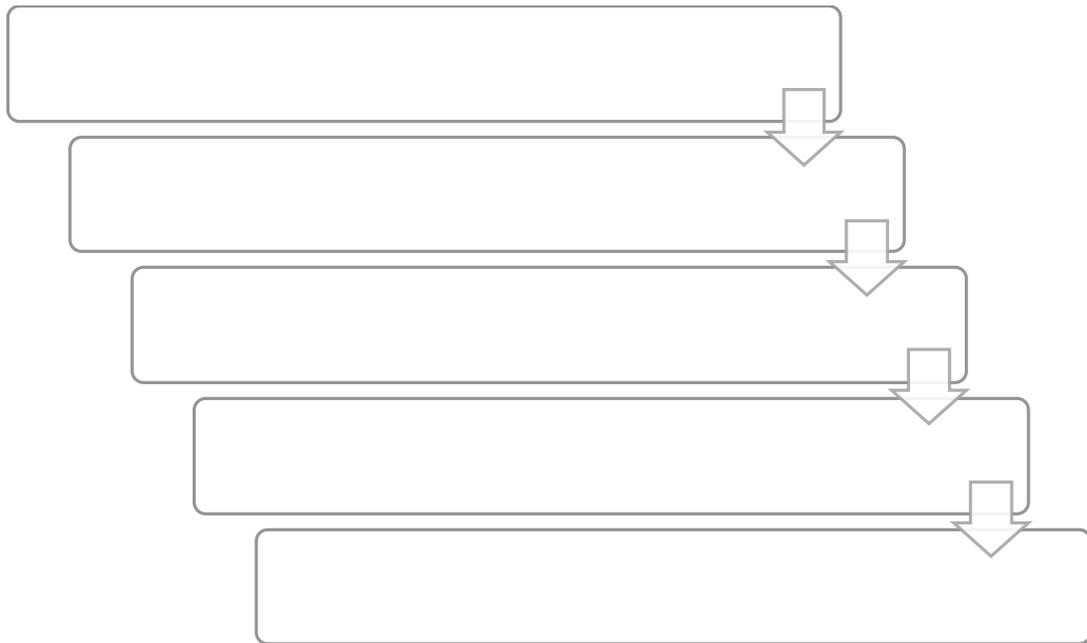
Por otro lado, es importante que sean almacenadas según su origen, y separadas de los productos terminados, como también de sustancias tóxicas (plaguicidas, solventes u otras sustancias), a manera de impedir la contaminación cruzada. Además, deben tenerse en cuenta las condiciones óptimas de almacenamiento como temperatura, humedad, ventilación e iluminación (Flores, 2005, p. 11).

II.5.6.7. Control de plagas

“La presencia de vectores (insectos y roedores) en una empresa agroalimentaria es algo inadmisibles, ya que pueden contaminar los alimentos que elaboramos con sus hábitos alimenticios, sus pelos y sus excrementos” (De las Cuevas, 2006, p. 76).

Se debe contar con un monitor de plagas, que ejecute las actividades respectivas. Se debe contar con un mapeo de trampas para roedores y lámparas UV para insectos, es importante verifica la fauna local para implementar el respectivo plan de control de plagas.

Figura 15. Pasos para control de plagas



Fuente: De las Cuevas, 2006.

II.5.6.8. Manejo y control de desechos

“El establecimiento de un plan de limpieza y desinfección en la industria alimentaria, constituye una pieza básica dentro del total de medidas preventivas que se establezcan para controlar los peligros identificados en las diferentes etapas de la cadena alimentaria” (De las Cuevas, p. 67).

Estos desechos deben eliminarse frecuentemente del sector de elaboración para evitar que se conviertan en focos de contaminación y, por lo menos, una vez al día, almacenándose en el sector de desechos hasta su retiro por parte del personal encargado de la recolección pública de los residuos (Lezcano, 2005, p. 27).

Figura 16. Control de desechos



Fuente: Rentokil (2020).

II.5.6.9. Transporte

Se debe contar con registros de las condiciones físicas de las unidades o vehículos que acarrean los productos, se debe realizar un chequeo de 360 grados al transporte, revisar que no tengan fisuras en las paredes, piso y techo, revisión de posibles plagas dentro de la unidad y limpieza de la misma, importante conocer el producto que fue transportado anteriormente en la unidad.

La revisión del transporte es muy importante para la empresa, se debe verificar los productos antes trasladados por los vehículos, ya que un descuido en la inspección puede significar un reclamo grave o una no conformidad y, por ende, puede echar por la borda todo el trabajo realizado durante la inspección y monitoreo de la cadena productiva.

II.5.6.10. Trazabilidad o rastreabilidad

a. Definición de trazabilidad

“El término trazabilidad se refiere a la capacidad de poder rastrear o seguir un determinado producto alimenticio a lo largo de la cadena de producción del mismo” (De las Cuevas, 2006, p. 1).

Se considera el sistema de trazabilidad como una herramienta importante que permita una localización exacta, en un momento determinado, y no como una solución cualquiera. Un producto que puede ser rastreado o se puede verificar su trazabilidad genera confianza no solamente para el cliente, sino crea tranquilidad para la organización en general.

Para saber si un alimento es inocuo o seguro, se deben tener en cuenta diversos parámetros como la composición del producto, los riesgos microbiológicos, riesgos químicos y riesgos de tipo físico; además de los parámetros que inciden directamente en el comportamiento o en las expectativas del consumidor final (De las Cuevas, 2006).

b. Objetivos de la trazabilidad

Los principales objetivos que se buscan cumplir con la trazabilidad alimentaria son los siguientes: proveer de información veraz al consumidor final. Garantizar la calidad del producto (funciona como un sistema de control de calidad). Probar y acreditar la retirada de un alimento del mercado.

II.6. Modelo de gestión Lean Manufacturing

II.6.1. Definición de Lean Manufacturing

“Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo” (Socconini, 2019, p. 20).

El verdadero poder del Lean, es descubrir oportunidades de mejora que se esconden dentro de las empresas, es decir, buscar la forma de reducir o eliminar toda clase de desperdicios.

II.6.2. Antecedentes del Lean Manufacturing

El enfoque de la manufactura cambió radicalmente cuando Frederick Taylor (1856-1915) convierte la administración en una ciencia. Posteriormente Henry Ford inició la producción en masa de su famoso modelo T, del cual se fabricaron 17 millones de unidades.

“El inicio de la evolución de la manufactura moderna, lo marcó James Watt con la invención de la máquina de vapor de doble acción, en 1776. Con este hecho se estaba poniendo en marcha la Revolución Industrial” (Socconini, 2019, p. 13).

Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, fueron los pioneros en la implementación de Lean Manufacturing, también conocido como manufactura esbelta, manufactura de clase mundial o sistema de producción Toyota.

Existen diferentes herramientas Lean que pueden ser implementadas en empresas que busquen la excelencia en sus actividades y estar a la vanguardia en el mercado globalizado, dentro de estas importantes herramientas, se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Herramientas Lean

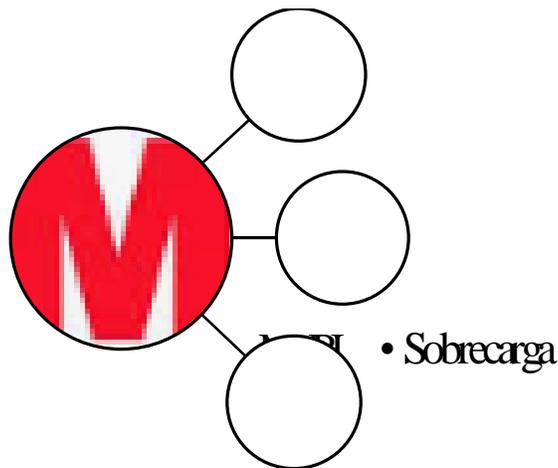
| | |
|--------------------|----------------------------------|
| Lean Manufacturing | Manufactura ágil |
| Lean Government | Administraciones públicas ágiles |
| Lean Office | Oficinas ágiles |
| Lean Healthcare | Hospitales ágiles |
| Lean Hotel | Hoteles ágiles |
| Lean Design | Diseño ágil |
| Lean Logistics | Logística ágil |
| Lean Accounting | Contabilidad ágil |

Fuente: Socconini, 2019.

II.6.3. Limitantes de la productividad que busca eliminar el Lean Manufacturing

En todo proceso se emplean todo tipo o clase de recursos, los cuales dan como resultado final un servicio o producto, sin embargo, no todo son buenas noticias, ya que existen variables o problemas que afectan la productividad de las empresas, a estas se les llaman las 3 M, debido a que son tres palabras japonesas que inician con esa letra.

Figura 17. Limitantes de la productividad



Fuente: García, 2022.

II.6.3.1. Muri (Sobrecarga)

“Si a los operadores se les exige que produzcan por arriba de sus límites normales, o cuando a las máquinas se les hace producir por encima de su capacidad, se provoca un agotamiento de los recursos más valiosos de la organización” (Socconini, 2019, p. 31).

Las personas tienden a disminuir la productividad en sus actividades, cuando se les impone una sobre carga de trabajo que rebasa a su capacidad, entonces sucede el agotamiento o fatiga. Lo mismo sucede con las máquinas, estas traen una capacidad específica, la cual no debe sobrepasarse para evitar algún tipo de falla de esta o un mal proceso.

II.6.3.2. Mura (Variabilidad)

Se refiere a la falta de uniformidad generada desde los elementos de entrada a los procesos, como los materiales, las especificaciones, el entrenamiento, las habilidades, los métodos y las condiciones de la maquinaria; esto produce, a su vez, una falta de uniformidad en los procesos, lo que se traduce en la generación de productos o servicios que tampoco son semejantes, es decir, muestran variabilidad (Socconini, 2019).

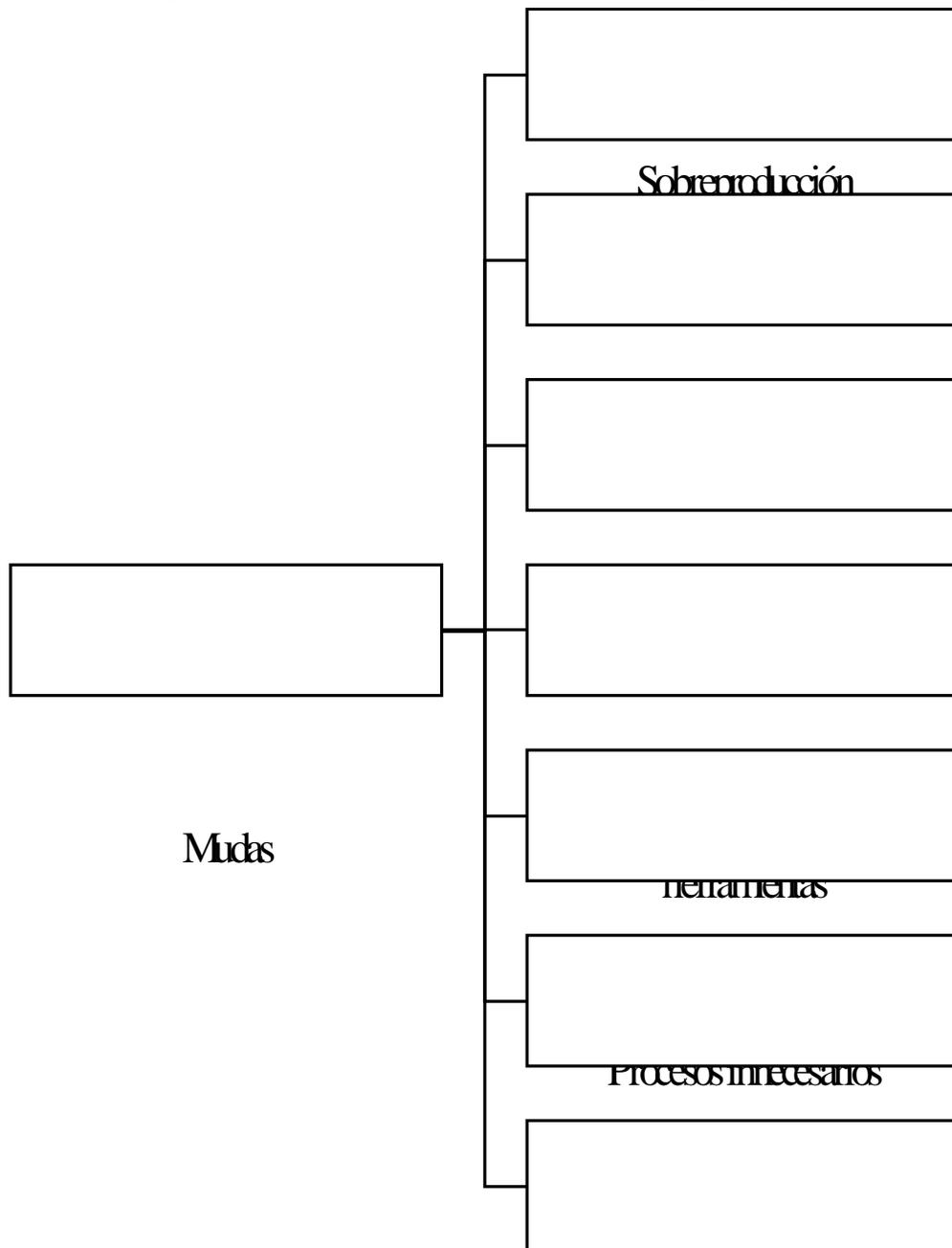
II.6.3.3. Muda (Desperdicio)

“Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente” (Socconini, 2019, p. 33).

Uno de los principales objetivos del Lean Manufacturing es detectar, controlar y reducir o eliminar todo tipo de desperdicios en la industria, ya que estos reducen en gran manera su capacidad productiva. De esta manera se logrará la eficiencia en la cadena productiva.

Según Toyota existen siete grandes mudas o desperdicios, los cuales se describen a continuación:

Figura 18. Clasificación de las siete mudas según Toyota



Fuente: García, 2022.

II.6.4. Herramientas básicas del Lean

Lean supone un importante cambio cultural dentro de la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían según la fuente consultada.

Existen innumerables técnicas Lean que buscan especialmente la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de técnicas, las cuales se irán describiendo a continuación:

II.6.4.1. Kaizen

La metodología Kaizen fue propuesta por Massaki Imai en 1980; “propone que, a partir de la definición del problema, la medición y el análisis de los procesos, así como de su mejoramiento y control, se pueden lograr mejoras significativas en la productividad de las empresas” (Platas y Cervantes, 2020, p. 251).

Dentro de lo múltiples beneficios que tiene la implementación de la metodología Kaizen en las organizaciones, se pueden mencionar los siguiente, en el cuadro posterior:

Cuadro 7. Beneficios del Kaizen

| | |
|---|---|
| Aumento de la productividad. | Reducción del uso de montacargas. |
| Reducción de espacio utilizado. | Mejora en la seguridad de la planta. |
| Mejoras en la calidad de los productos. | Mejora del manejo y control de producción |
| Reducción de inventarios en proceso. | |
| Reducción del tiempo de fabricación. | Reducción de costos de producción. |

Fuente: García, 2022.

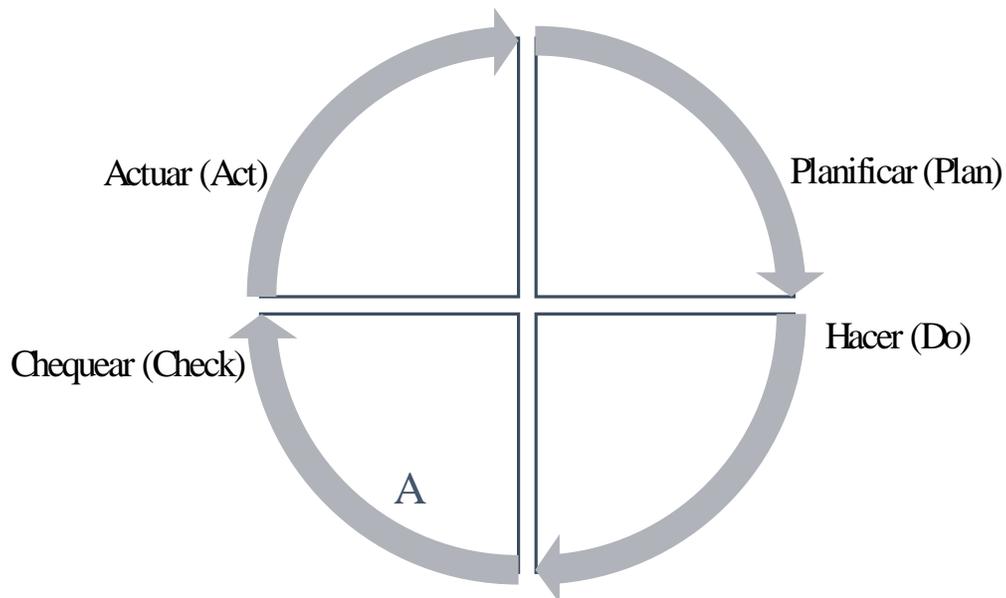
El modelo Kaizen significa mejoramiento continuo, se basa en la calidad total y en la mejora continua de Edward Deming.

a. Mejora continua

“Es una herramienta de incremento de la productividad que favorece un crecimiento estable y consiste en todos los segmentos de un proceso. La mejora continua asegura la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora” (Álvarez, 2013, p. 29).

Para implementar la mejora continua, existen varias metodologías de apoyo, entre las que se destacan, Lean Manufacturing, Six Sigma, Kaizen, Poka Yoke, entre otros. La metodología de mejora continua, se basa en la aplicación del ciclo de Edwards Deming o PDCA, ciclo conocido también como PDCA, que busca la mejora de toda actividad, labor o proceso de manera constante apoyado en cuatro actividades fundamentales.

Figura 19. Ciclo de Deming



Fuente: García, 2022.

“Existen dos componentes principales para el logro de la mejora continua: el monitoreo y el ajuste. El monitoreo es acerca de la medición y el rastreo. El ajuste es acerca del cambio” (Guerra, 2007, p. 193).

Este modelo de mejora continua, se basa en la necesidad de revisar constantemente las actividades realizadas y buscar una forma de realizarlas de mejor manera, sin afectar la productividad y al mismo tiempo, reducir los costos de operación y optimización de recursos.

En el siguiente cuadro se muestran las acciones que están destinadas a la mejora continua:

Cuadro 8. Acciones de mejora continua

| | |
|----|--|
| a. | Análisis y evaluación de la situación existe para identificar áreas para la mejora. |
| b. | Establecimiento de los objetivos para la empresa. |
| c. | Búsqueda de posibles soluciones y su selección. |
| d. | Implementación de la solución seleccionada. |
| e. | Medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados de la implantación para determinar que se han alcanzado los objetivos. |
| f. | Formalización de los cambios. |

Fuente: López, 2006.

“El objetivo de una cultura de mejora continua es, por lo tanto, apoyar un viaje continuo hacia el logro de la visión organizacional mediante el uso de retroalimentación de desempeño” (Guerra, 2007, p. 193).

La implementación de la mejora continua dentro de la organización, acarrea una gran cantidad de beneficios de toda clase, algunos de los cuales se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Beneficios de la mejora continua

| | |
|----|--|
| a. | Mejora en las capacidades de la organización, al aumentar de esta forma la ventaja competitiva. |
| b. | Integración de las actividades de mejora de los distintos niveles de la organización y orientación de las misma de acuerdo con la estrategia de la organización. |
| c. | Flexibilidad para reaccionar rápidamente ante las oportunidades. |

Fuente: López, 2006.

II.6.4.2. Control de calidad total

“Es una estrategia de gestión que tiene como objetivo lograr de una manera equilibrada la satisfacción de los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general, representa la calidad de la gestión de empresa contemplada en su totalidad” (Verdoy, Mateu, Sagasta y Sirvent, 2006, p. 17).

El fundamento último de la calidad total es lograr que la empresa sea competitiva y rentable, es decir, que venda de forma rentable. Por tanto, su objetivo es satisfacer las necesidades de los clientes de la forma más rentable y eficiente posible, así mismo, garantizar que todas las actividades de la empresa contribuyan al logro de sus objetivos trazados (Moya, 1997, p. 168).

Cuadro 10. Metas de la calidad total

| | |
|----|---|
| 1. | Realizar sólo aquellas actividades que contribuyen a satisfacer los requisitos del cliente. |
| 2. | Ejecutar dichas actividades de forma correcta, es decir, garantizar que los productos cumplan las especificaciones del cliente. |
| 3. | Realizar las actividades correctamente a la primera, eliminando los costes provocados por los errores. |

Fuente: Moya, 1997.

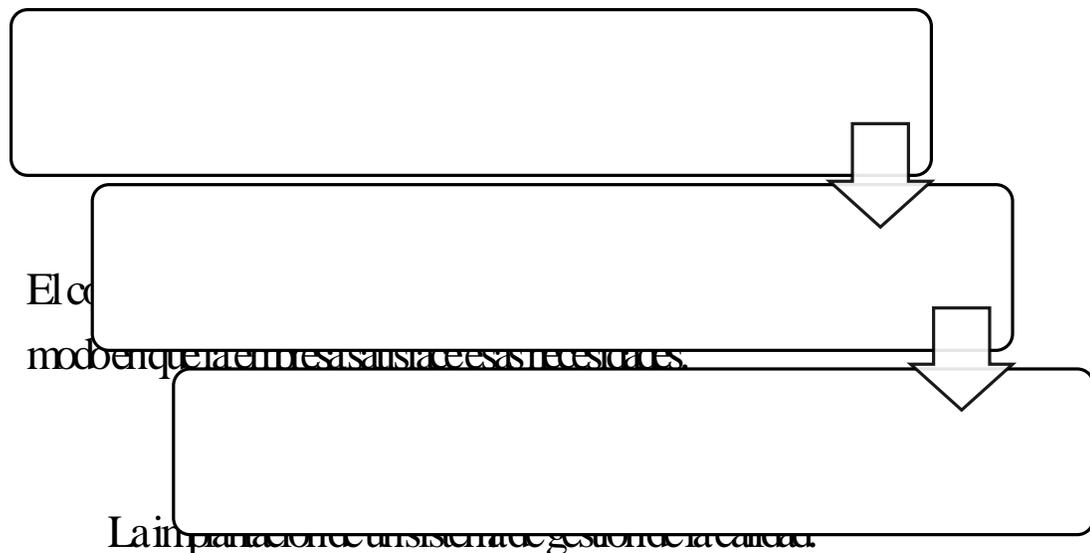
a. Aseguramiento de la calidad

“Es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos dados sobre la calidad” (Verdoy, Mateu, Sagasta y Sirvent, 2006, p. 17).

El aseguramiento de la calidad consiste en el seguimiento de todas las líneas de actuación planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del sistema de gestión de calidad de la empresa, para alcanzar los estándares de calidad requeridos por los entes gubernamentales o los requerimientos de los clientes.

Existen componentes que permiten desarrollar el entorno hacia la calidad total, los cuales se describen en la siguiente figura:

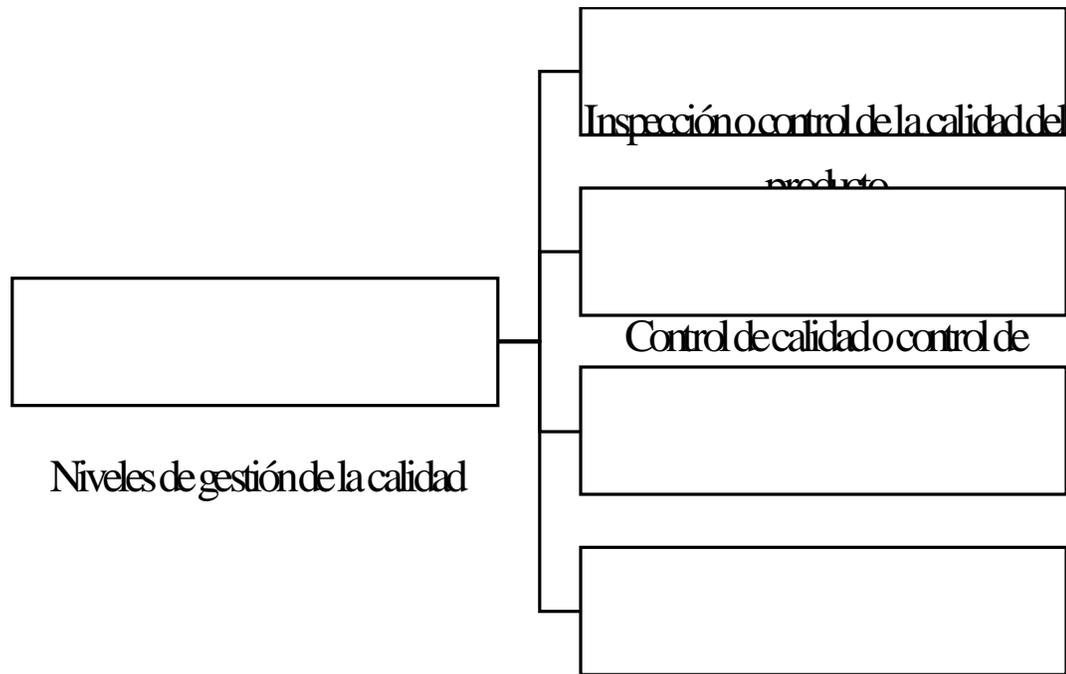
Figura 20. Entorno de la calidad total



Fuente: Moya, 1997.

La gestión de la calidad puede clasificarse en cuatro grandes grupos o niveles, los cuales dependen del grado de evolución, en la siguiente figura se muestran dichos niveles:

Figura 21. Niveles de gestión de la calidad



Fuente: tomado de Moya, 1997.

II.6.4.3. Just in time

El método o modelo productivo Justo a Tiempo -JAT o JIT por sus siglas en inglés (Just in Time), conocido también como sistema de producción Toyota, cuyo pionero es Taiichi Ohno de la empresa automovilística Toyota, surge en los años cincuenta y sesenta en Japón, como posible solución a uno de los mayores problemas que existen en ese país: el ahorro de espacio.

El justo a tiempo: es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan ningún valor) es decir todo lo que implique sub utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el justo a tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación (Orozco, 2012, p. 12).

Justo a tiempo JIT significa “no tener en ninguna parte de la planta materia prima, accesorios, trabajo en proceso innecesarios que no permitan una operación fluida del proceso. Además, busca producir los productos estrictamente necesarios, en el momento preciso y en las cantidades debidas” (Hernández, 2010, p. 41).

“La conversión de la manufactura tradicional a un sistema Justo a tiempo no sólo suscita cuestiones de control de inventarios, sino también de programación y de administración de procesos” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 734).

Cuadro 11. Beneficios del sistema Justo a tiempo

| | |
|-----|---|
| 1. | Toda la producción se estructura sobre pedidos reales, no en supuestos. |
| 2. | Al tener en cuenta solo los pedidos reales se reducen el tiempo de gestión y pérdidas en almacenes por acciones innecesarias. |
| 3. | Los costos disminuyen enormemente. |
| 4. | Aumentan la productividad significativamente. |
| 5. | El inventario y el stock se reducen en gran manera. |
| 6. | El control de calidad y la fiabilidad del producto mejoran. |
| 7. | El número de empleados se reduce a lo imprescindible. |
| 8. | Los empleados son más productivos. Esto se consigue al ubicar varios procesos en la misma estación de trabajo y para el mismo trabajador, de esta forma el operario se mantiene activo y atento en sus diferentes tareas. |
| 9. | Se minimizan los tiempos de entrega y recepción. |
| 10. | Las empresas que aplican el sistema JIT tienen más ventas y clientes. |

Fuente: García, 2022.

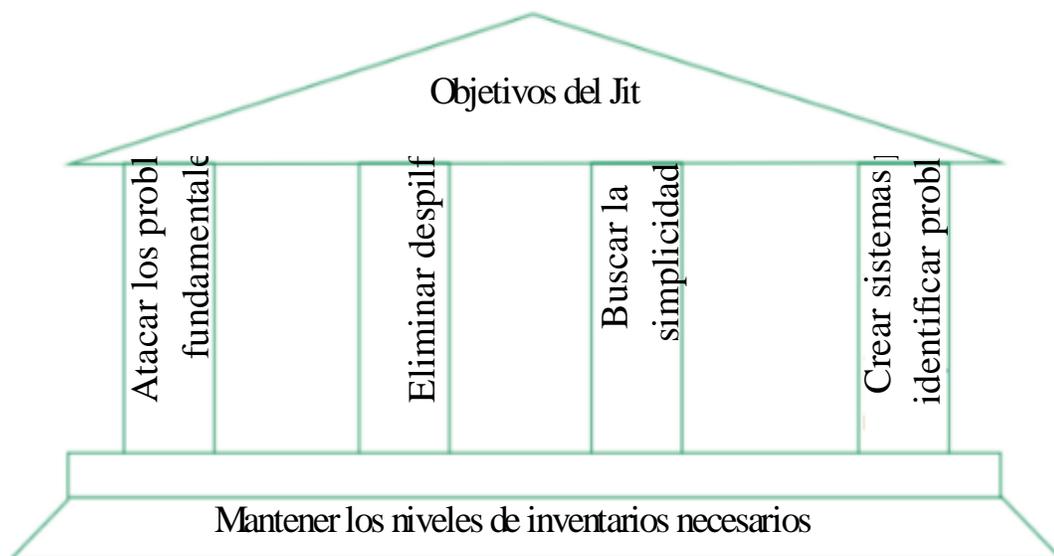
“Mediante los sistemas justo a tiempo se intenta reducir la ineficiencia y el tiempo improductivo de los procesos de producción, a fin de mejorar continuamente dichos procesos y la calidad del producto o el servicio correspondiente” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 735).

La aplicación del Justo a tiempo JIT requiere de un cambio de pensamiento, donde se puede lograr gracias a implantación de la mejora de la calidad total y que permita tener una disciplina para mantener esta técnica, esta mejora continua va desde el compromiso con los objetivos establecidos por la empresa, hasta la inversión, maquinaria, entre otros recursos.

El sistema Justo a tiempo no es exclusivamente un procedimiento de control de materiales, stocks y obra en curso, sino una filosofía de gestión, inicialmente concebida por Toyota, cuyo objetivo es la eliminación del despilfarro y la utilización a máximo de las capacidades del personal (Pascual y Fonollosa, 1989, p. 111).

Con el Sistema Justo a tiempo se busca una producción orientada a la demanda y logra ser más competitivo cuando la entrega del mercado se logra en el tiempo establecido junto con el material y cantidad pedida. Busca cuatro objetivos fundamentales, los cuales se describen en la siguiente figura:

Figura 22. Objetivos del Justo a tiempo



Fuente: García, 2022.

II.6.4.4. Las 5s

Las 5s son una práctica de manufactura esbelta o Lean Manufacturing creada en Japón, respectiva al mantenimiento integral de las organizaciones en general, abarca no solo la maquinaria, infraestructura y equipo, sino también el entorno de los trabajadores y demás recursos.

Esta importante metodología Lean creada por Shigeo Shingo en los años 60, es ideal para el cambio de cultura hacia el establecimiento de la mejora continua y la excelencia.

“Esta metodología no es nueva ni exclusiva de la cultura japonesa, es una base de convivencia de la vida diaria en comunidad. Esta metodología con el nombre de S fue elaborada por Hiroyoki Hirano” (Cabrera, 2014, p. 21).

“Metodología que transfiere al equipo la oportunidad de aplicar las mejoras. Son mejoras tangibles como el incremento de la productividad, la mejora de la calidad y la seguridad” (Aldavert, Vidal, Lorente y Aldavert, 2018, p. 13).

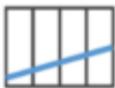
a. Objetivo de las 5S

“Las 5S tienen por objetivo realizar cambios ágiles y rápidos, con una visión a largo plazo, en la que participan activamente todas las personas de la organización para idear e implementar sus mejoras” (Aldavert, Vidal, Lorente y Aldavert, 2018, p. 15).

Las 5S nacen en Japón con el fin de organizar, ordenar y tener más limpios de forma permanente, los lugares de trabajo, para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Las dos fases de implementación de la metodología 5S (eses operativas y eses funcionales), así como la traducción al español de los cinco términos de origen japonés, se describen en el siguiente cuadro de manera general:

Figura 23. Fases de implementación de las 5 S

| Fases de implementación | Las 5S | 5S en japonés | 5S en castellano | Representación gráfica |
|-------------------------|--------|---------------|--------------------------------------|---|
| Eses Operativas | 1ra S | Seiri | Seleccionar Eliminar Reducir |  |
| | 2da S | Seiton | Ordenar Clasificar Identificar |  |
| | 3ra S | Seiso | Limpiar Clasificar Anticipar |  |
| Eses Funcionales | 4ta S | Seiketsu | Estandarizar Normalizar |  |
| | 5ta S | Shitsuke | Auditar Autodisciplina Hábito |  |

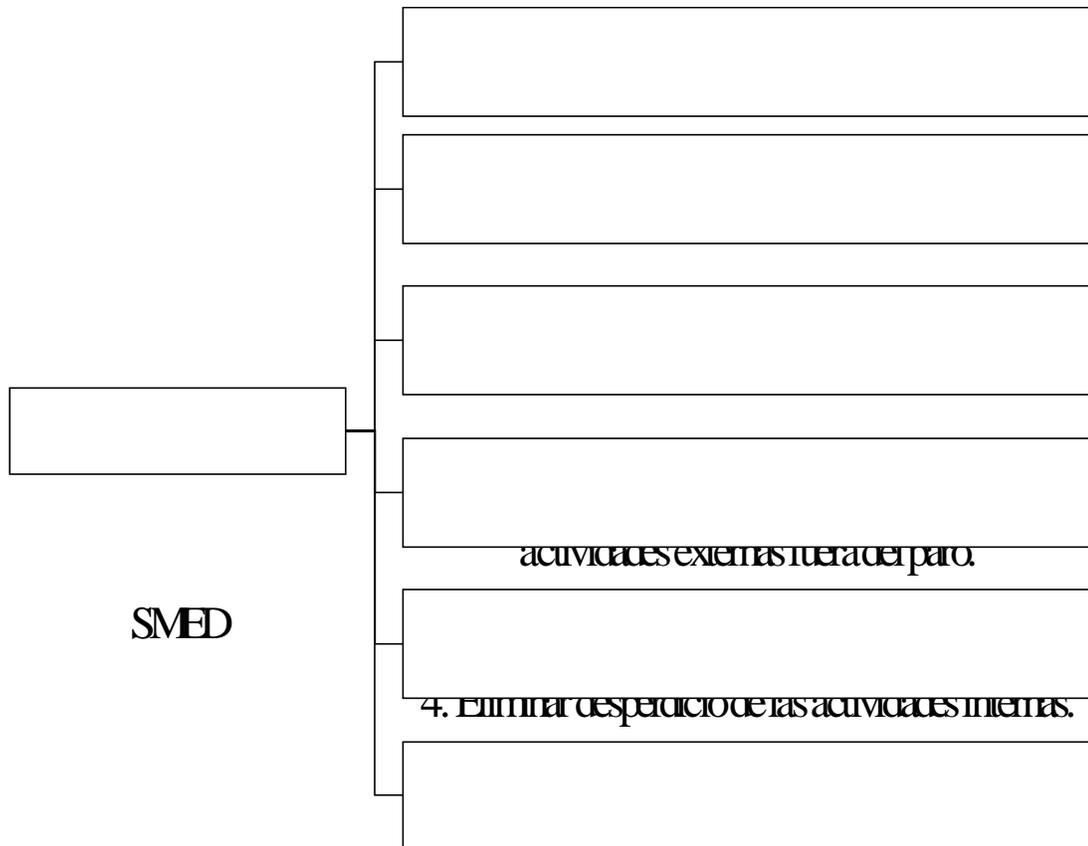
Fuente: Aldavert, Vidal, Lorente y Aldavert, 2018.

II.6.4.5. SMED

El sistema SMED se compone de una serie de técnicas desarrolladas por Shingo (1981) para realizar cambios en la maquinaria de producción en menos de 10 minutos. El objetivo a largo plazo es la cero preparación, en el que los cambios son instantáneos y no interfieren de ninguna manera con el flujo continuo del trabajo (Nebel y Freivalds, 2009).

Existen una serie de pasos importantes que se deben llevar a cabo en las empresas, para poder implementar la herramienta SMED, las cuales son descritas en la siguiente figura:

Figura 24. Pasos para implementar SMED



Fuente: Socconini y Martín, 2019.

“La metodología SMED fue desarrollada por Shigeo Shingo, cuyo trabajo pionero llevó a una reducción documentada de tiempos de cambio promedio de 94% (de 90 minutos a menos de 5 minutos)” (Madrigal, 2021, p. 320).

a. Objetivos de SMED

Como toda herramienta de mejora productiva, SMED busca los objetivos siguientes:

Cuadro 12. Objetivos SMED

| | |
|----|--|
| a. | Incrementar la eficiencia general de las líneas de producción. |
| b. | Flexibilizar los tamaños de lote, minimizar los tiempos por cambio de herramental. |
| c. | Incrementar la eficiencia mecánica. |
| d. | Mejorar la calidad del producto. |
| e. | Reducir desperdicios (tiempo, movimiento y material). |
| f. | Controlar los parámetros de calidad en los arranques de máquinas. |
| g. | Mejorar la interacción entre las áreas. |

Fuente: Madrigal, 2021.

b. Beneficios SMED para la empresa

Se describen en el siguiente cuadro, los numerosos beneficios que implica contar con SMED en las actividades de la empresa. “La experiencia de muchas empresas que han introducido la técnica SMED ha servido para elaborar listas de beneficios que esta herramienta aporta, no solo para la empresa, sino también para el operario” (Salado, 2015, p. 302).

Cuadro 13. Beneficios SMED para la empresa

| | |
|------------------------|--|
| Flexibilidad | Las empresas pueden alcanzar los requerimientos cambiantes de sus clientes sin inventario excesivo. |
| Entrega más rápida | La producción en lotes pequeños supone un tiempo de proceso menor y menores esperas para el cliente. |
| Calidad mejorada | Inventarios menores significan menor número de piezas mal almacenadas. También disminuye los defectos generados durante la preparación de la máquina y las pruebas al cambiar productos. |
| Productividad más alta | Cambios de modelo más cortos suponen menor tiempo de parada, lo que significa un incremento en la productividad de los equipos. |

Fuente: Salado, 2015.

II.6.4.6. Kanban

Es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en cantidad y tiempo, en cada uno de los procesos que tienen lugar tanto en el interior de la fábrica como entre distintas empresas. El Kanban se considera como un subsistema del sistema Just in Time (Orozco, 2012, p. 89).

Kanban refleja la mejora en el proceso al reducir movimientos de material, organizar las áreas de trabajo y reducir los espacios requeridos, evitar la sobreproducción y reducir los inventarios mediante el estricto control de una etapa que agrega valor a la siguiente, disminuyéndose de manera notablemente (Cabrera, 2014, p. 161).

“El elemento básico del sistema Kanban lo constituye la utilización de las tarjetas. Éstas, normalmente, irán asociadas a unidades de manipulación (contenedores, cajas, pallets), se guarda la relación de una tarjeta por unidad de manipulación” (Urzelai, 2013, p. 41).

Figura 25. Ejemplo de tarjeta (Kanban)

| Kanban de transporte de cajas de mango | | | De: |
|--|------------------|------------|-------|
| Código: | | | |
| Descripción: | | | |
| Vehículo: | | | |
| Capacidad caja | Calibre de mango | Kanban No. | Para: |
| | | | |

Fuente: García, 2022.

“Una de las decisiones más importantes a adoptar será el número de tarjetas Kanban (contenedores) a utilizar en el sistema. Obviamente, cuanto mayor sea el número de contenedores, mayor será el inventario intermedio mantenido, y más relajado el flujo de materiales” (Urzelai, 2013, p. 43).

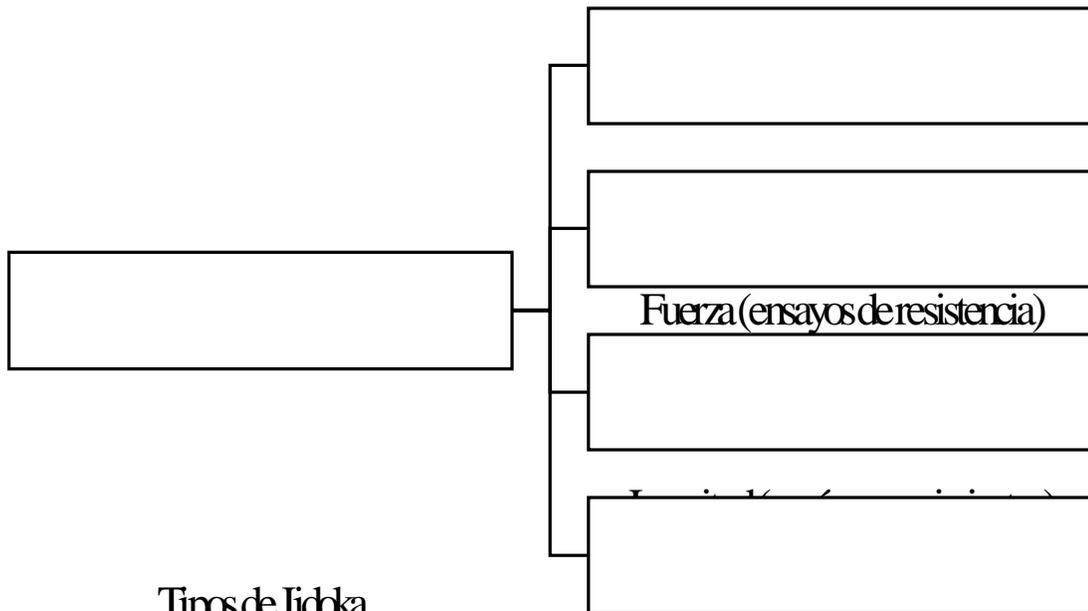
II.6.4.7. Jidoka

“La palabra Jidoka significa verificación en el proceso, por tanto, cuando en el proceso de producción se instalan sistemas Jidoka se hace referencia a la verificación de calidad integrada al proceso de producción” (Orozco, 2012, p. 96-97).

El objetivo principal de la filosofía japonesa Jidoka, es verificar la calidad del producto en forma integrada al proceso de producción.

Establece parámetros óptimos de calidad en los procesos, compara las medidas del proceso de producción contra los estándares establecidos y los confronta, si los parámetros no corresponden a los preestablecidos el proceso es detenido, se da una alerta que existe una situación inestable en el proceso la cual debe ser corregida, con el fin de evitar productos defectuosos, los procesos Jidoka son sistemas comparativos de lo ideal o estándar contra los resultados actuales (Orozco, 2012, p. 96).

Figura 26. Tipos de sistemas Jidoka



Tipos de Jidoka

Fuente: García, 2022.

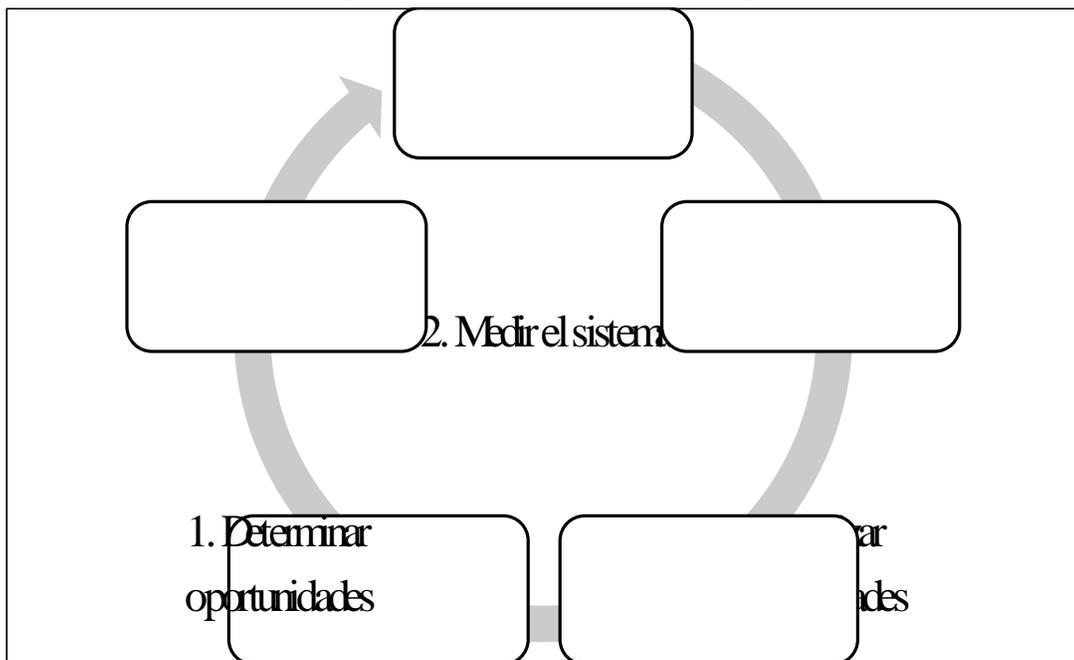
La filosofía Jidoka busca reducir los costos de implementación de procesos automatizados que den como resultado la separación del trabajo humano y el de las máquinas. Expresado de otra manera la filosofía Jidoka busca que las máquinas sigan en operación de forma autónoma, el operador puede realizar otras actividades y operaciones mientras la máquina sigue en operación (Orozco, 2012, p. 96).

II.6.4.8. Six Sigma

“Sigma es un concepto empleado en estadística que representa una desviación estándar típica o grado de separación con respecto al valor central de un proceso en términos de defectos. Un proceso Seis Sigma representa 3.4 defectos por millón de oportunidades” (Cabrera, 2014, p. 12).

En la siguiente figura se describe la ruta base que sigue la técnica o metodología Six Sigma:

Figura 27. La ruta base del Six Sigma



Fuente: García, 2022.

Los defectos son características medibles y que se salen de los parámetros aceptables por los clientes. El objetivo principal de la metodología Seis Sigma es reducir cualquier variación o diferencia entre el estándar y la desviación del valor central para lograr el funcionamiento óptimo de la gestión del proceso.

La metodología Six Sigma, en su nivel más básico, se encamina a la mejora simultáneamente de la eficacia y la eficiencia en los procesos empresariales de cualquier índole. Los niveles de calidad Six Sigma, son presentados en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Niveles Sigma

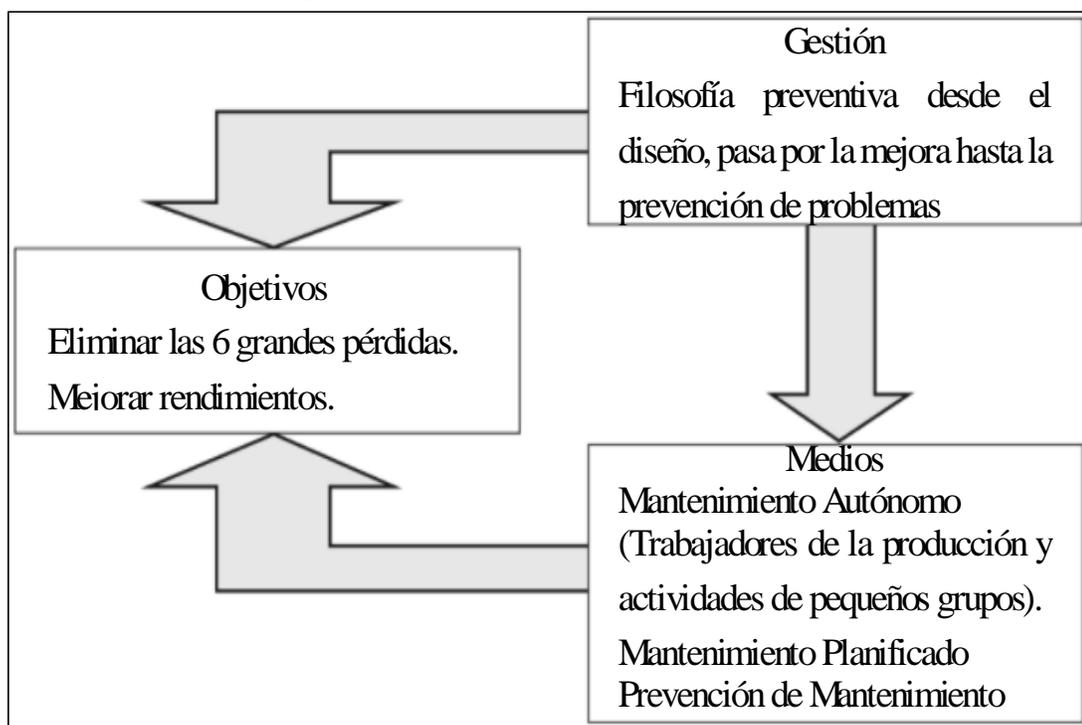
| Nivel Sigma | PPMA | Costo de la calidad | Clasificación |
|-------------|---------|---------------------|--|
| 6 | 3.4 | <10% ventas | Clase mundial Técnica lean 6 σ practicada por años |
| 5 | 233 | 10-15% ventas | Arriba del promedio Técnica lean 6 σ |
| 4 | 6,210 | 15-20 % ventas | Promedio internacional Técnica Lean practicada por más de 2 años |
| 3 | 66,807 | 20-30 % ventas | Insatisfactorio Internacionalmente Uso herramientas básicas |
| 2 | 308,537 | 30-40% ventas | No competitivo Manufactura Tradicional |
| 1 | 690,000 | | Fuera de mercado |

Fuente: Cabrera, 2014.

II.6.4.9. Mantenimiento productivo total

El Mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento de los equipos e instalaciones, pero que alcanza y enfatiza en otros aspectos, tales como: la participación de todo el personal de la planta, la eficiencia total, el sistema total de gestión de mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección y la prevención (Cuatrecasas y Torrel, 2010, p. 33).

Figura 28. Características básicas del TPM



Fuente: Cuatrecasas y Torrel, 2010.

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de eficiencia de los equipos y las operaciones, mediante reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y con actividades de orden y limpieza. Se fundamenta sobre los seis pilares; mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, educación y entrenamiento, y por último seguridad y medio ambiente.

II.6.4.10. Poka Yoke

La técnica de calidad Poka Yoke es un término japonés, que significa a prueba de errores; un dispositivo Poka Yoke impide errores humanos afecten una maquina o un proceso; impide que los errores del operador se conviertan en defectos dentro del producto.

Hay que tomar en cuenta que el término de Poka Yoke proviene de dos palabras japonesas Poka (error inadvertido) y Yoke (prevenir) lo que significa que un dispositivo Poka Yoke es cualquier tipo de mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes que sucedan, o los hace muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo (Orozco, 2012, p. 93).

Técnica japonesa de calidad que significa a prueba de errores, el objetivo principal del Poka Yoke es eliminar los defectos de un producto al eliminar o corregir los errores que se presente lo más pronto posible.

La premisa es: si no se permite que se presenten errores en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco. Los sistemas Poka-yoke implican llevar a cabo el 100% de la inspección, y por lo tanto ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos, la desventaja es que la mayoría son costosos (Miranda, 2006, p. 80).

Se han establecido tres niveles de Poka Yoke, los cuales son descritos a continuación:

Cuadro 15. Niveles de Poka Yoke

| | |
|---------|---|
| Nivel 1 | Prevención y control. |
| Nivel 2 | Detección de una pérdida o error justo en el momento cuando ocurre. |
| Nivel 3 | Detección de una pérdida o error después que haya ocurrido. |

Fuente: García, 2022.

II.7. Modelo de gestión Lean Manufacturing en industria alimentaria

El modelo de gestión Lean Manufacturing es “Un sistema que utiliza menos recursos para crear al menos los mismos resultados producidos a través de los sistemas de manufactura tradicional, que incrementa las variedades del producto requeridas por el cliente a un costo menor” (Cabrera, 2014, p. 4).

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. (Hernández y Vizán, 2013, p. 10)

Hernández y Vizán (2013) Describe que identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. (p. 10)

Debido al propio desarrollo de la industria alimentaria, a lo largo del tiempo, se ha ido haciendo foco en otras herramientas o recursos distintos a Lean Manufacturing, sin embargo, se han iniciado a emplear muchas herramientas Lean, tales como; SMED, Kaizen, Hoshin Kanri, Kanban, Waterfall, entre otros. En la siguiente figura se muestra el modelo de trabajo que se debe emplear en Lean Manufacturing.

Su objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. (Hernández y Vizán, 2013, p. 10)

La difusión de las técnicas de gestión Lean ha venido acompañada de los conceptos de “excelencia en fabricación” o “empresa de clase mundial”. El conocimiento de los objetivos que implican estos conceptos es muy conveniente de cara a iniciarse en las nuevas técnicas, clave para la competitividad de las empresas. (Hernández y Vizán, 2013, p. 15)

Hernández y Vizán (2013) Describe que Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de las técnicas que se irán describiendo en esta publicación. Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. (p. 16)

Figura 29. Modelo de trabajo de Lean Manufacturing



Fuente: Socconini, 2019.

La industria alimentaria está enfocada en la producción y venta de alimentos a gran escala, donde pueden encontrarse marcas con gran valor económico para todos los consumidores. La mejora en los procesos tiene diez mandamientos fundamentales que deben cumplirse.

Cuadro 16. Los diez mandamientos del Kaizen

| | |
|-----|---|
| 1. | No permitir la existencia de desperdicios o despilfarros. |
| 2. | Buscar diariamente una mejora sin importar que solo sea pequeña. |
| 3. | Todo el personal tiene la obligación de participar en la búsqueda de las mejoras y la eliminación de desperdicios. |
| 4. | La mejor mejora es en la que no se tiene que invertir o en la cual es mínima la inversión requerida y ayuda a mejorar el proceso y al equipo de trabajo. |
| 5. | Se debe buscar la simplicidad. La mejora rápida de aplicación inmediata es muy valiosa, logra una mejora hoy y otra mañana. |
| 6. | Se debe ser siempre parte de la solución. El trabajo en equipo es el que produce mejores resultados y beneficios. |
| 7. | Buscar la estandarización y disciplinar las actividades para reducir el tiempo, normalizar la calidad y mejorar la seguridad. |
| 8. | El lugar donde se resuelven los problemas es donde están los problemas, en el Gemba. El orden y la limpieza te permitirán descubrir donde hay problemas para solucionarlos. |
| 9. | Haz de tu vida el hábito de ser útil, vive para servir y lograr las metas. |
| 10. | Hoy se puede lograr si se intenta, mañana será tarde, alguien habrá realizado lo que no se pudo conseguir, tan solo si se hubiese intentado. |

Fuente: Cabrera, 2014.

Una de las claves importantes para lograr los objetivos con la implementación de herramientas Lean Manufacturing es el compromiso y actitud de toda la organización desde la alta gerencia hasta los cargos que ejecutan las labores en la planta.

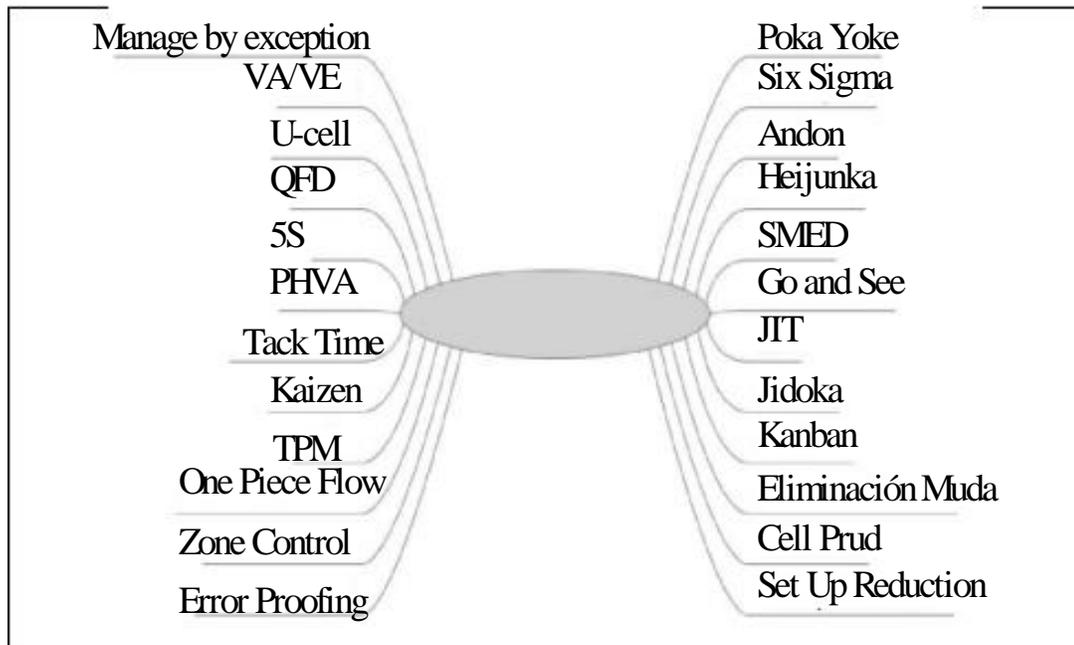
Cuadro 17. Estrategias fundamentales del Lean Manufacturing

| | |
|----|--------------------------------|
| 1. | Reconocimiento de desperdicios |
| 2. | Estandarización de procesos |
| 3. | Flujo continuo |
| 4. | Producción – Pull |
| 5. | Calidad desde la fuente |
| 6. | Mejora continua |
| 7. | Versatilidad |
| 8. | Trabajo en equipo |

Fuente: García, 2022.

Desde su creación en los años 50 ha habido diversos sectores productores de alimentos que han adoptado las diferentes herramientas del Lean Manufacturing logrando replicar los resultados obtenidos por Toyota.

Figura 30. Herramientas Lean

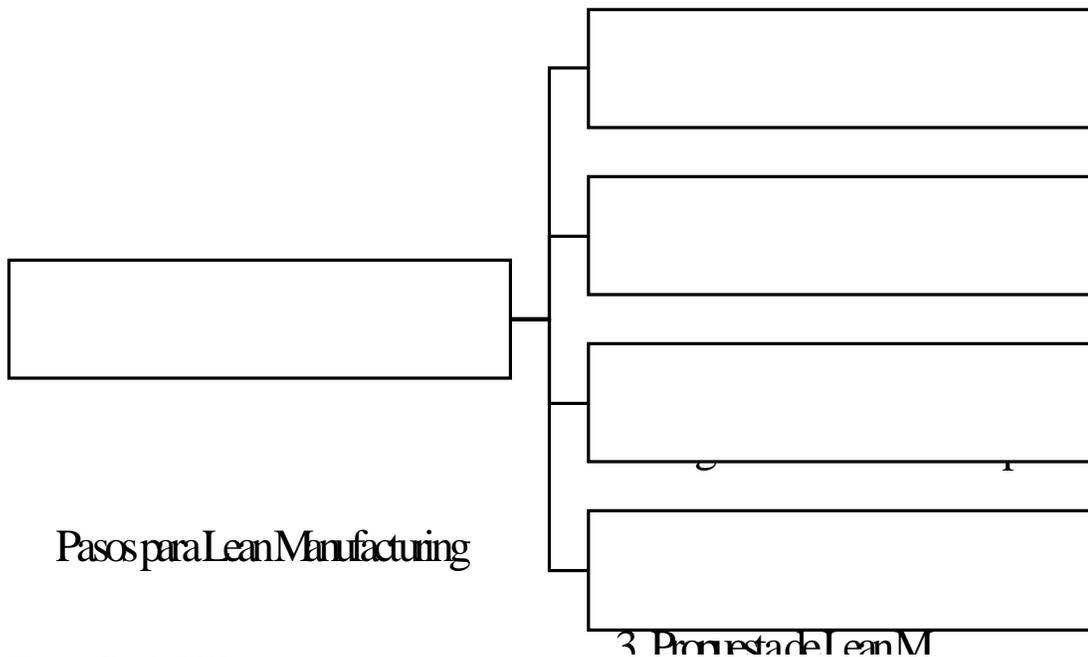


Fuente: Bernal y Alzate, 2018.

Al implementar la metodología Lean Manufacturing es preciso que los trabajadores sientan que forman parte de la compañía, ya que ese es el éxito de los japoneses, les importa y los incentivan a preocuparse por la empresa, pero en occidente aún no es claro el tema de mejora continua, si no hay una recompensa de por medio (Bernal y Alzate, 2018).

Para implementar en la empresa la metodología Lean Manufacturing, se deben realizar los siguientes pasos:

Figura 31. Pasos para la implementación de Lean Manufacturing



Fuente: García, 2022.

Siendo la más grande de las industrias por su naturaleza y demanda, tiene un alto grado de complejidad, el masivo consumo y las nuevas tendencias exigen las empresas en estos sectores a permanecer actualizados con su propuesta en el mercado y a estar en continua evolución. Haciendo aún mucho más complejo, el consumidor espera siempre obtener productos frescos, de calidad óptima y seguros para el consumo.

Las organizaciones que adoptan Lean Manufacturing en sus procesos, logran un alto grado de fortalecimiento de sus equipos de trabajo, desarrollan líderes y colaboradores competentes y autónomos con habilidades para solucionar problemas y generar nuevas ideas que promueven el mejoramiento continuo.

La metodología Lean Manufacturing, ayuda a aumentar la capacidad productiva de las organizaciones, a optimizar todos los recursos que disponen y por supuesto a buscar siempre oportunidades de mejora en cada uno de los procesos de producción o de servicios.

Implementar Lean Manufacturing tiene grandes beneficios, entre los impactos positivos que esta metodología proporciona a las organizaciones se destacan los siguientes:

Cuadro 18. Impactos positivos del Lean Manufacturing

| | |
|----|--|
| a. | Eficaz reacción y adaptabilidad. |
| b. | Mejor ambiente laboral. |
| c. | Innovación promovida en procesos. |
| d. | Calidad y optimización en los procesos. |
| e. | Productividad aumentada en los procesos. |
| f. | Costos de producción reducidos. |
| g. | Incremento de rentabilidad. |

Fuente: García, 2022.

El reconocimiento de los desperdicios dentro de las organizaciones, debe ser el primer paso para la selección de las técnicas ideales o adecuadas. El firme convencimiento de la existencia de multitud de desperdicios en la empresa ayudará a la hora de diagnosticar el sistema y aplicar las medidas que sean las más eficientes (Hernández y Vizán, 2013).

Según Hernández y Vizán (2013), el almacenamiento de productos representa la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al stock la raíz de todos los males (p. 22).

El despilfarro por almacenamiento, es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso productivo, indica que el flujo de producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos, pero no los resuelve (Hernández y Vizán, 2013).

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora continua, ya que parece que todo funciona correctamente, aunque es lo contrario (Hernández y Vizán, 2013).

“El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo” (Hernández y Vizán, 2013, p. 24-25).

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. “Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales” (Hernández y Vizán, 2013, p. 26).

Según Hernández y Vizán (2013), el desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario (p. 25).

“El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños” (Hernández y Vizán, 2013, p. 34).

Hernández y Vizán (2013), indican que el número de técnicas es muy elevado y los expertos en la materia no se ponen de acuerdo a la hora de identificarlas, clasificarlas y proponer su ámbito de aplicación. En muchos casos hay un falso debate entre si pertenecen al área de la Calidad Total, al JIT o a las nuevas técnicas organizativas. Lo verdaderamente importante es tener los conceptos claros y la firme voluntad de cambiar las cosas a mejor (p. 34).

Carreras y Sánchez (2010), constituyen que el principio fundamental de Lean Manufacturing es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los despilfarros. En general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un despilfarro (p. 6).

a. El factor humano en la implementación Lean

El factor humano tiene incidencia directa en la implementación de la metodología Lean Manufacturing

El recurso humano tiene a importancia vital para las organizaciones, los directivos que hacen énfasis en el trato, incentivación y capacitación del personal, obtienen fácilmente el éxito en todas sus actividades y alcanzan los objetivos y metas que son trazados.

La implementación del Lean Manufacturing obliga a realizar cambios significativos en la concepción del trabajo, de esta manera a los trabajadores se les otorgan más responsabilidades a los niveles donde se encuentran, esto es un compromiso con toda la organización, desde cualquier nivel.

Según Hernández y Vizán (2013), la dimensión humana del Lean parte de la premisa que las personas constituyen el capital o recurso más importante dentro de las empresas, ya que son un factor clave para el éxito del sistema en general. Toda empresa que obtenga un grado alto de compromiso con el modelo Lean, se caracterizan porque los directivos apoyan firmemente el liderazgo en la calidad, el establecimiento de grupos que buscan la mejora, en la formación permanente y la delegación de responsabilidades

“Los recursos humanos son algo que se encuentran por encima de toda medida. La capacidad de esos recursos puede extenderse ilimitadamente cuando toda persona empieza a pensar” (Taiichi Ohno).

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis es: “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing.”.

Para comprobar el efecto se identificaron 4 colaboradores (Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción), de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, Se realizaron 4 boletas y se hizo censo.

Para comprobar la causa se identificaron 4 colaboradores (Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción), de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, Se realizaron 4 boletas y se hizo censo.

Del cuadro 19 al 21 y grafica 1 al 3 se comprueba el efecto o variable dependiente “Y”. Del cuadro 22 al 24 y grafica 4 a la 6 se comprueba la causa principal o variable independiente “X”.

III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o efecto.

Cuadro 19.

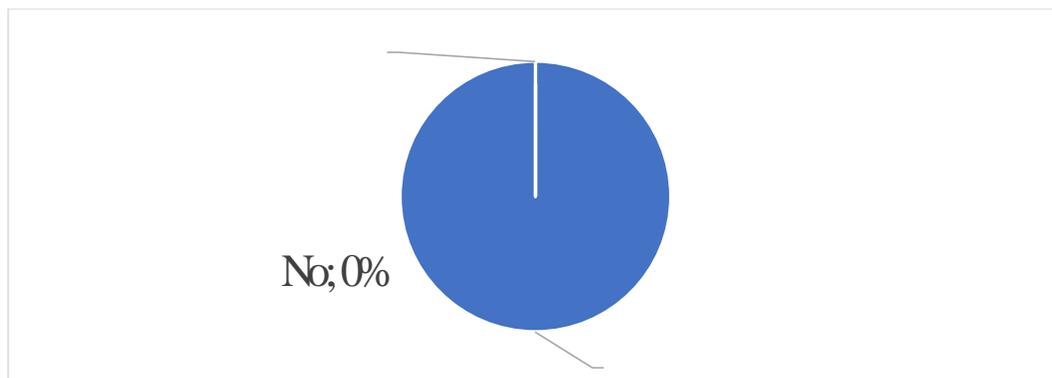
Colaboradores que conocen la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

| Respuestas | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|------------|----------------|--------------------|
| Si | 4 | 100 |
| No | 0 | 0 |
| Totales | 4 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Gráfica 1.

Colaboradores que conocen la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico Nueva Concepción, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de los colaboradores, conocen que existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción Escuintla., lo que comprueba de la variable dependiente o efecto.

Cuadro 20.

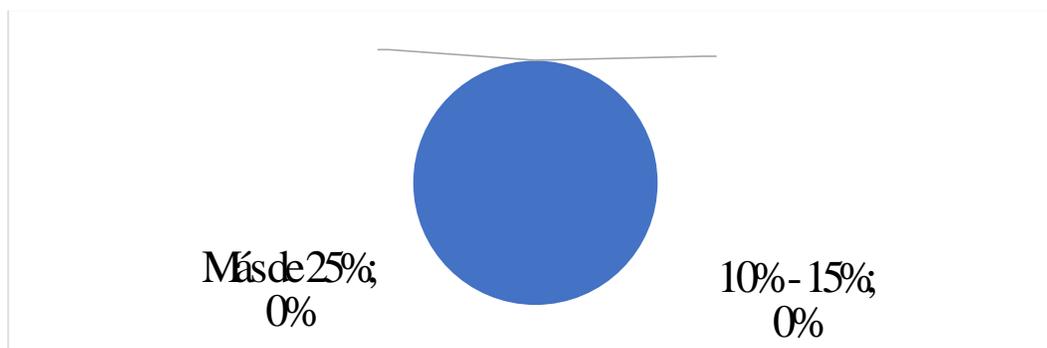
Colaboradores que conocen el porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

| Respuestas | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|------------|----------------|--------------------|
| 10% - 15% | 0 | 0 |
| 15% - 25% | 4 | 100 |
| Más de 25% | 0 | 0 |
| Totales | 4 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Gráfica 2.

Colaboradores que conocen el porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico Nueva Concepción, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y gráfica anteriores, muestra que la totalidad de colaboradores conocen el porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. Oscila entre los 15% y 25%, esto contribuye a la comprobación de la variable dependiente o efecto.

Cuadro 21.

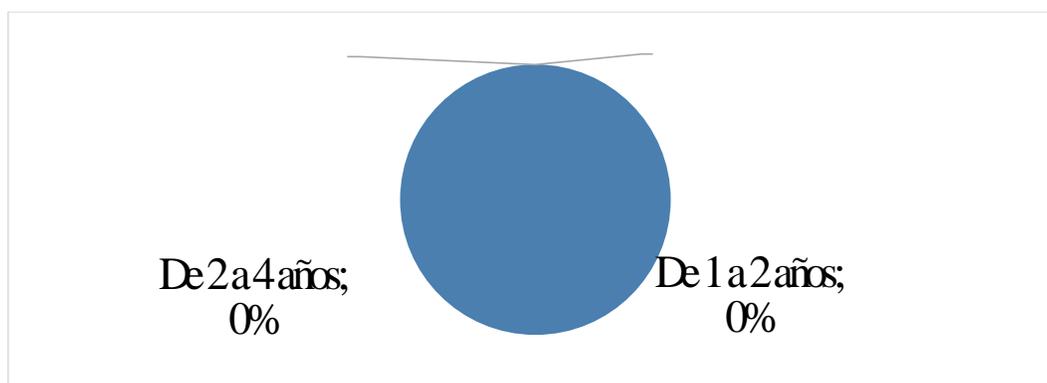
Colaboradores que conocen hace cuánto tiempo existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla

| Respuestas | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|---------------|----------------|--------------------|
| De 1 a 2 años | 0 | 0 |
| De 2 a 4 años | 0 | 0 |
| Más de 4 años | 4 | 100 |
| Totales | 4 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Gráfica 3.

Colaboradores que conocen hace cuánto tiempo existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de colaboradores, conocen que desde hace más de 4 años existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico. Se apoya a la comprobación del efecto.

III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o causa.

Cuadro 22.

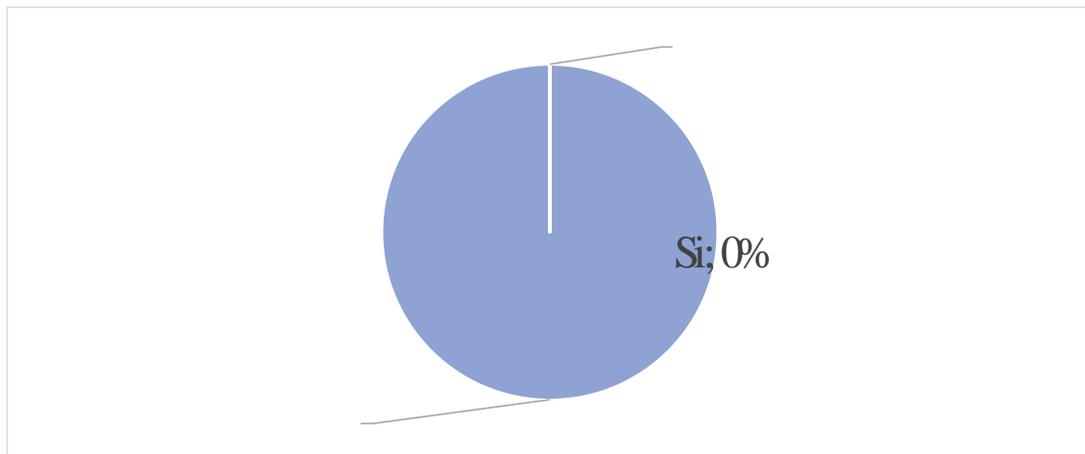
Colaboradores que conocen sobre sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

| Respuestas | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|------------|----------------|--------------------|
| Si | 0 | 0 |
| No | 4 | 100 |
| Totales | 4 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Gráfica 4.

Colaboradores que conocen sobre sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y gráfica anteriores, muestran que la totalidad de colaboradores, no conoce sobre sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, esto apoya a comprobar la variable independiente o causa principal.

Cuadro 23.

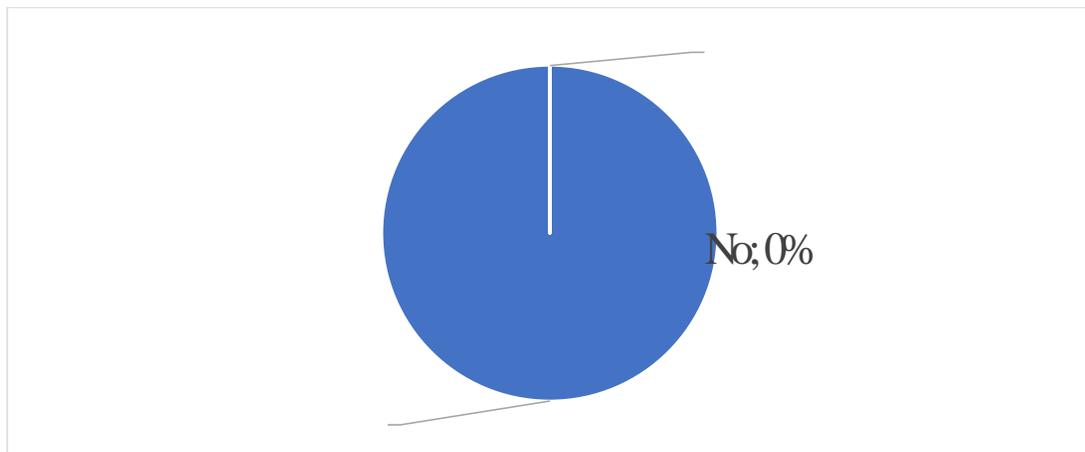
Colaboradores que consideran necesario implementar el modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

| Respuestas | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|------------|----------------|--------------------|
| Si | 4 | 100 |
| No | 0 | 0 |
| Totales | 4 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Gráfica 5.

Colaboradores que consideran necesario implementar el modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y gráfica anteriores, muestran que la totalidad de colaboradores, Considera la necesidad de implementar el modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla., se contribuye a la comprobación de la variable independiente o causa principal.

Cuadro 24.

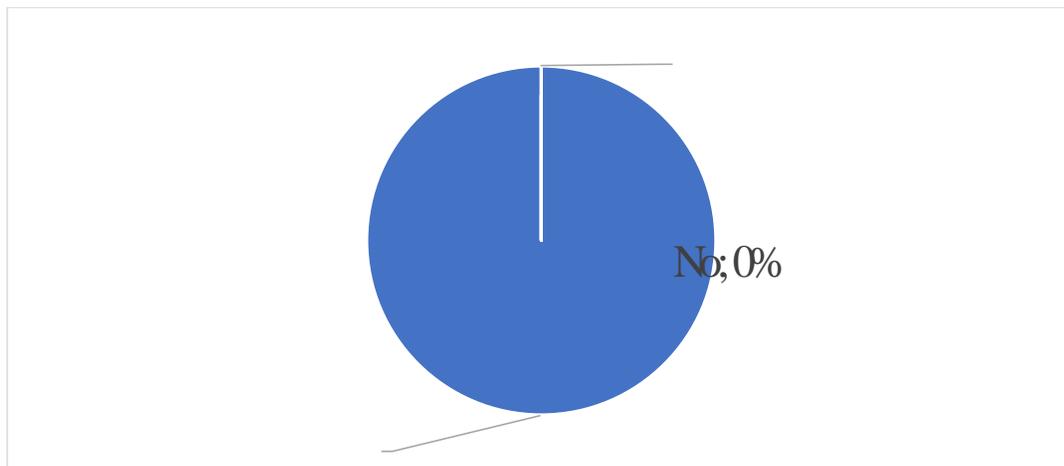
Colaboradores que apoyarían la implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

| Respuestas | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|------------|----------------|--------------------|
| Si | 4 | 100 |
| No | 0 | 0 |
| Totales | 4 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Gráfica 6.

Colaboradores que apoyarían la implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de Frutico, marzo de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y gráfica anteriores, muestran que la totalidad de colaboradores, están dispuestos a apoyar la implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla., lo que contribuye a comprobar la variable independiente o causa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la elaboración de la presente propuesta, se llegó a las siguientes conclusiones:

IV.1. Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing.”. Con 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo.
2. Se evidencia que, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, existe disminución de las metas de producto terminado.
3. El porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, oscila entre los 15% y 25%.
4. En los últimos 5 años la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, experimenta disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.).
5. No se conoce sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.
6. No se cuenta con propuesta de implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.
7. Existe apoyo a la implementación de la Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla

IV.2. Recomendaciones

Luego del análisis, presentación de datos y conclusiones definidas, se recomienda lo siguiente:

1. Ejecutar la Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.
2. Aumentar las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.
3. Aumentar entre el 15% y 25% las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.
4. Aumentar en los próximos 5 años las metas de producto terminado en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, experimenta disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.).
5. Capacitar sobre el modelo de gestión Lean Manufacturing a la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.
6. Implementar propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.
7. Aprovechar la disposición de apoyo a la implementación de la Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing.

Bibliografía

Libros

1. Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, A. y Aldavert, X. (2018). Guía práctica 5S para la mejora continua: La base del Lean. Segunda Edición. España: Alda Talent Editorial.
2. Álvarez T. y Pinsón R. (2015). El mango Ataulfo en la región del Soconusco, Chiapas, México. AgriCultura.
3. Baraona, M. y Sancho, E. (2000). Mango Y Aguacate. Fruticultura Especial 2. Costa Rica: UNED.
4. Cabrera, R. (2014). Lean Six Sigma TOC. Simplificado PYMES. Rafael Carlos Cabrera Calva.
5. Carreras, M. y Sánchez J. (2010). Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
6. Cuatrecasas, L. (2006). Claves de Lean Management. Un enfoque para la alta competitividad en un mundo globalizado. España: Gestión 2000.
7. Cuatrecasas, L. (2012). La producción. Procesos. Relación entre productos y procesos: Organización de la producción y dirección de operaciones. España: Ediciones Díaz de Santos.
8. Cuatrecasas, L. (2010). TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. España: Profit Editorial.

9. De las cuevas, V. (2006). Appcc Avanzado. Guía para la aplicación de un sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico en una empresa alimenticia. España: Ideas Propias.
10. De las cuevas, V. (2007). Appcc Básico. Funcionamiento de un sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control en una empresa alimentaria. España: Ideas Propias.
11. De las cuevas, V. (2007). Trazabilidad avanzada: Guía práctica para la aplicación de un sistema de trazabilidad en una empresa alimentaria. España: Ideas Propias.
12. Dolly, D. (2007). Administración de servicios de alimentación. Calidad, nutrición, productividad y beneficios. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
13. Galván, A. (2018). Nuevos canales de distribución para la comercialización del mango Ataulfo en el mercado de Estados Unidos y Canadá. México: UNID Editorial Digital.
14. Guerra, I. (2007). Evaluación y mejora continua: conceptos y herramientas para la medición y mejora del desempeño. Estados Unidos: AuthorHouse.
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2009). Manual de Buenas Prácticas en Explotaciones Ganaderas de Carne Bovina. Honduras: IICA.
15. Hernández, J. y Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. España: Fundación EOI.
16. Krajewski, L. y Ritzman, L. (2000). Administración de operaciones: estrategia y análisis. México: Pearson Educación.

17. León, M., Orellana, E., Miranda, J., Gaitán, F., Hernández, J. (1997). Consideraciones sobre el cultivo de mango para exportación en Guatemala. Guatemala: OIRSA.
18. Lezcano, E. (2005). Guía de Aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura Argentina. Programa calidad de los Alimentos Argentinos. Argentina.
19. López, S. (2006). Implantación de un sistema de calidad: Los diferentes sistemas de calidad existentes en la organización. España: Ideaspropias Editorial S.L.
20. Machado, A. (2018). Ensayos sobre seguridad alimentaria. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
21. Madrigal, R. (2021). Control estadístico de la calidad. Un enfoque creativo. México: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.
22. Miranda, L. (2006). Seis Sigma / Six Sigma: Guía Para Principiantes. México: Panorama Editorial.
23. Moya, J. (1997). Estrategia, gestión y habilidades directivas: un manual para el nuevo directivo. España: Ediciones Díaz de Santos.
24. Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
25. Pascual, M. (2005). Enfermedades de origen alimentario: su prevención. España: Ediciones Díaz de Santos.

26. Pascual, R. y Fonollosa, J. (1999). Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. España: Marcombo, S.A.
27. Platas, J. y Cervantes, M. (2020). Gestión integral de la calidad: Un enfoque por competencias. México: Grupo Editorial Patria.
28. Raventós, M. 2005. Industria alimentaria. Tecnologías emergentes. España: Ediciones UPC.
29. Salado, A. (2015). Control de la producción en fabricación mecánica. España: Editorial Elearning S.L.
30. Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing. Paso a Paso. España: Marge Books.
31. Urzelai, A. (2013). Manual básico de logística integral. España: Ediciones Díaz de Santos.
32. Verdoy, P., Mateu, J., Sagasta, S. y Sirvent, R. 2006. Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones. España: Universitar Jaume I.

Tesis

33. Bernal, S. y Alzate, J. (2018). Estrategias Lean Manufacturing para una empresa del sector metalmecánico. (Tesis inédita de licenciatura). Universidad de San Buenaventura. Colombia.
34. Cilea, M. (2012). Elaboración del manual de buenas prácticas de manufactura para empresas encargadas del servicio de alimentación de la academia de policía nacional civil, Guatemala. (Tesis inédita de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

35. Flores, C. (2005). Buenas prácticas de manufactura aplicadas en la industria de fabricación de pastas alimenticias. (Tesis inédita de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
36. Flores, J. (2014). Evaluación de un fertilizante foliar orgánico y uno químico aplicados en dos etapas de desarrollo en la producción de mango variedad Tommy Atkins; Río Hondo, Zacapa. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
37. Hernández, A. (2010). Implementación de técnicas manufactura esbelta (Lean Manufacturing), en una planta de empaque de producto terminado. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
38. Lozano, J. (2019). Metodología de mejora de producción y cadena de suministro en industria alimentaria basada en SMED. (Tesis inédita de Doctorado). Universidad de la Rioja. España.
39. Narváez, P. (2014). Diseño e implementación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) en el departamento de envasado de aceites, manteca y margarina, de la empresa Industria de Aceites y Grasas Suprema, S.A. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
40. Orozco, D. (2012). Optimización de recursos en una empresa de manufactura de empaques flexibles extruidos utilizando algunas de las herramientas de la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
41. Paz, R. (2014). Diseño de investigación para la utilización de buenas prácticas de manufactura para cumplir con los estándares de calidad basado en el Reglamento

Técnico Centroamericano (RTCA 67.0133:06) para una empresa panificadora (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

42. Quintanilla, E. y Sánchez, M. (2019). Transición del módulo SAIA del esquema PRIMUSGFS V 2.1-2C a la V 3.0 para empacadoras de mango fresco de Guayaquil. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad de Guayaquil. Ecuador.

43. Rosas, E. (2005). Estudio de la Cadena Agroalimentaria del Mango (*Mangifera indica* L.) en Guatemala. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

44. Sánchez, M. (2010). Implementación de una empacadora de mango en el Valle de Tierra Caliente de Michoacán. (Tesis inédita de Maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

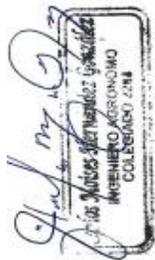
45. Smitter, A. (2002). Evaluación del Grado de Avance y Propuesta de Implementación de un Programa de Buenas Prácticas de Manufactura, en la Industria Alimenticia Copeyana S.A. (Tesis inédita de Licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

46. Vera, M. (2010). Diseño de un sistema de Buenas Prácticas de Manufactura para la empresa de carnes y embutidos “La Rancherita”. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador.

47. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación Agenda 2002-2004. Componente de Competitividad Cadenas Agroalimentarias (clusters). Disponible en <http://www.pronacom.org>

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación y proyecto Dominó



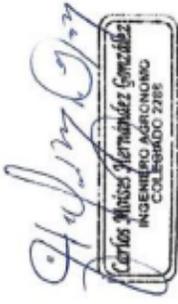
Modelo de Investigación: Dominó

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

f-30-07-2019-01

Elaborado por: Esdras Levi García Rodríguez Para: Programa de Graduación de la Fecha: 19-08-2022
 Carné: 13-183-0004 Universidad Rural de Guatemala

| Problema | Propuesta | Evaluación |
|---|--|--|
| <p>1) Efecto o variable dependiente Disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años.</p> <p>2) Problema central Manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> | <p>4) Objetivo general Aumentar las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> <p>5) Objetivo específico Manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> | <p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al quinto año de ejecutada la propuesta, se aumentan las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla y a la vez se soluciona un 85% el efecto. Verificadores: Reportes de la Unidad Ejecutora. Supuestos: La Gerencia General brindara toda la colaboración para ejecutar la propuesta.</p> |
| <p>3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> <p>7) Hipótesis "La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing."</p> | <p>6) Nombre Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> <p>12) Resultados o productos R1. Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora. R2. Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. R3. Programa de capacitación a colaboradores de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> | <p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al quinto año de implementada la propuesta, se maneja adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, y a la vez se soluciona un 85% el problema identificado. Verificadores: Reportes de la Unidad Ejecutora. Supuestos: La Gerencia General brindara toda la colaboración para ejecutar la propuesta.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla? Si ___ No ___</p> <p>b. ¿Cuál es el porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla? 10-15% ___ 15-25% ___ Más del 25% ___</p> <p>c. ¿Desde hace cuánto tiempo existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla? 1-2 años ___ 2-4 años ___ Más de 4 años ___</p> <p>Dirigidas Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, Boletas 04, población censal.</p> | <p>13) Ajuste de costos y tiempo (No aplica)</p> |
| <p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla? Si ___ No ___</p> <p>b. ¿Considera necesaria la implementación de modelo de gestión</p> | <p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <div style="text-align: right;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Carlos Wilson Hernández González INGENIERO AGRÓNOMO COLEGIADO 2318 </div> </div> |

| | |
|--|---|
| <p>Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla? Sí ___ No ___</p> <p>b. ¿Apoyaría usted la implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla? Sí ___ No ___</p> <p>Dirigidas Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de Producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, Boletas 04, población censal.</p> | <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades: R1: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora. A1 An R2: Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. A1 An R3: Programa de capacitación a colaboradores de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. A1 An</p> |
| <p>10) Temas del Marco Teórico</p> <p>a) Industria alimentaria b) Importancia económica de la industria c) Procesamiento de Mango d) Proceso de selección y empaque e) Buenas Prácticas de Manufactura f) Modelo de gestión Lean Manufacturing g) Modelo de gestión Lean Manufacturing en industria alimentaria</p> | |
| <p>11) Justificación: El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p> | |

| Código | Carné | Estudiante (s) | Carrera | Sede | Celular | Correo |
|--------|-------------|------------------------------|---|-------------------------|----------|-------------------------|
| | 13-183-0004 | Esdras Levi García Rodríguez | Ingeniería Industrial con énfasis Recursos Naturales Renovables | 183, San Vicente Pacaya | 58685273 | 131830004@urural.edu.gt |



Carlos Mejías Hernández González
 Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
 Experto Metabológico

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

Anexo 2.1. Árbol de problemas e hipótesis.

Tópico: Manejo inadecuado de proceso de selección y empaque

De acuerdo a la investigación realizada en la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla y con la ayuda del método científico y el marco lógico fue posible identificar el problema, causa y efecto.

Efecto

(variable dependiente o “Y”)

Disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años.

Problema central

Manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Causa principal

(Variable independiente o “X”)

Inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

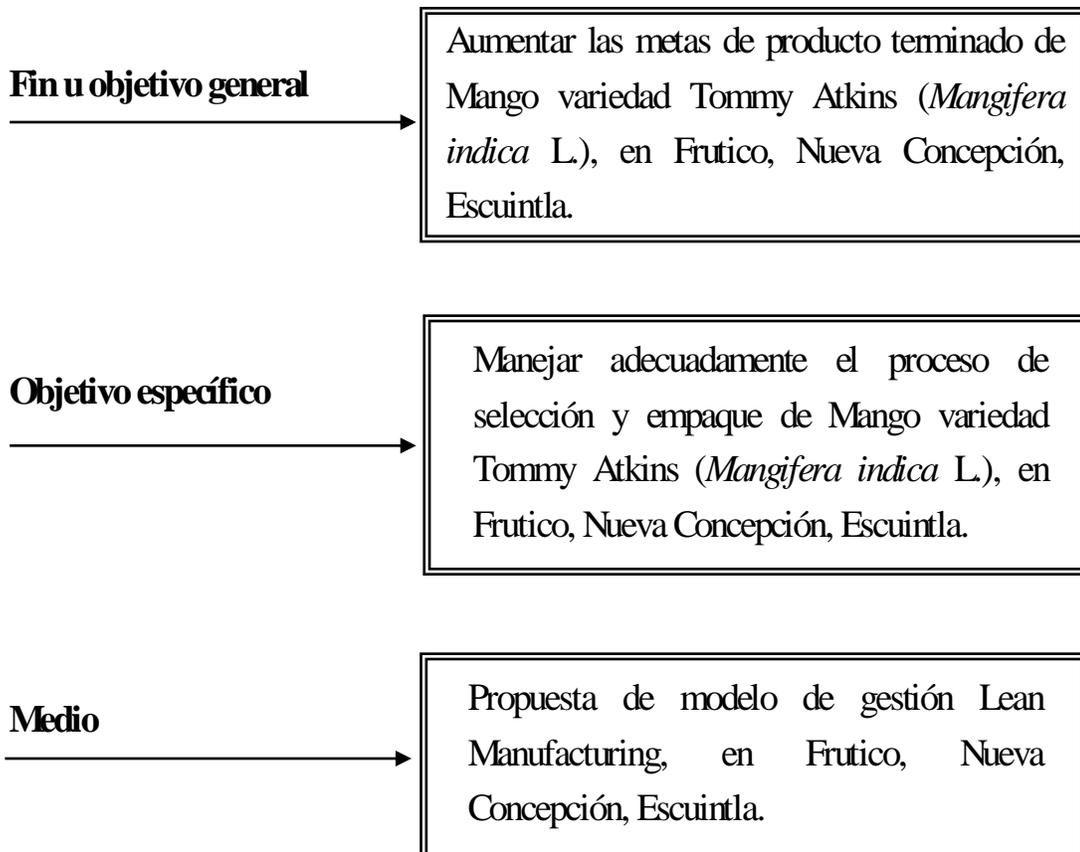
Hipótesis de trabajo:

“La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”

¿Será la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing, por manejo inadecuado, la causante de la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años?

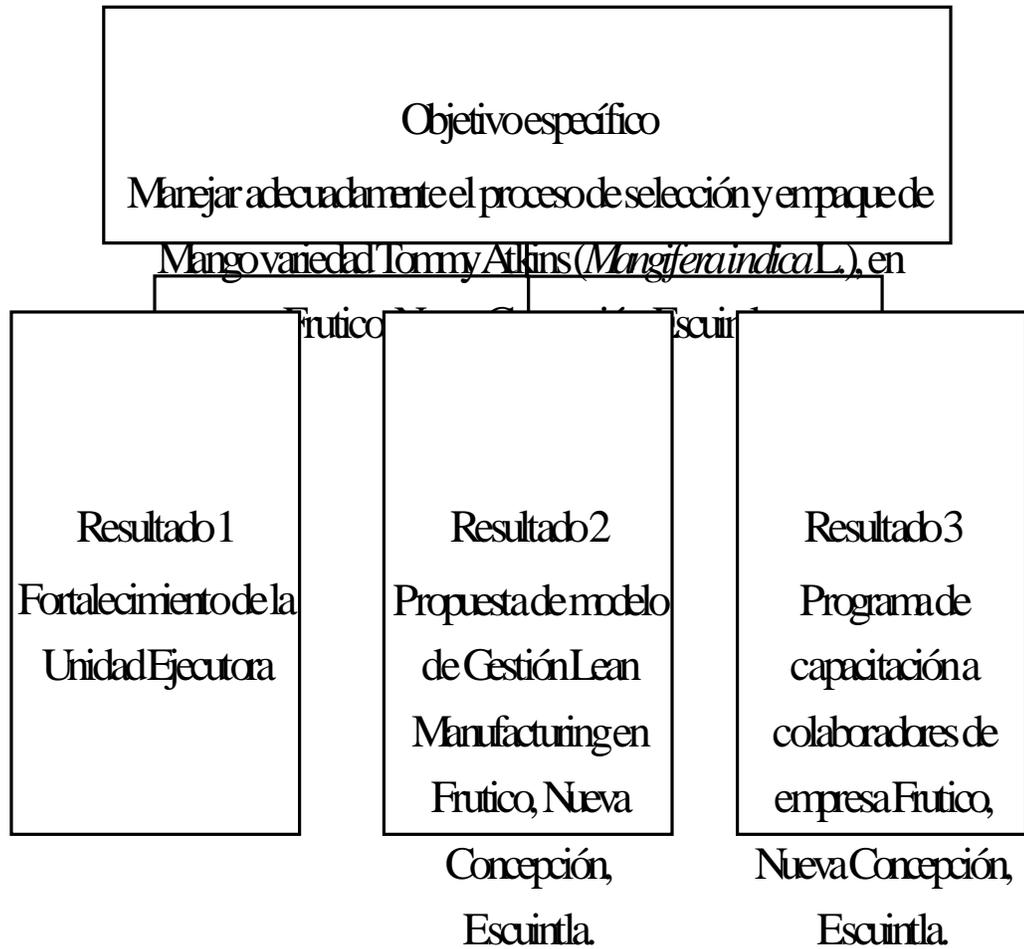
Anexo 2.2. Árbol de objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteados en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.



Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática

Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación.

Boleta de investigación

Variable dependiente

Objetivo: Esta boleta tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente:
Disminución de metas de despachos de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años.

Esta boleta está dirigida al Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, según los datos obtenidos mediante un censo.

Instrucciones: A continuación, se les presentan varias preguntas a las que deben responder y marcar con una "X" la respuesta que considere correcta.

1. ¿Conoce usted sobre la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción Escuintla?

SI _____ NO _____

2. ¿Cuál es el porcentaje de disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción Escuintla?

10-15% _____ 15-25% _____ Más del 25% _____

3. ¿Desde hace cuánto tiempo existe disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción Escuintla?

1-2 años _____ 2-4 años _____ Más de 4 años _____

Observaciones: _____

Lugar: y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de investigación

Variable independiente

Objetivo: Esta boleta tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente:
Inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Esta boleta está dirigida al Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, según los datos obtenidos mediante un censo.

Instrucciones: A continuación, se les presentan varias preguntas a los que les deben responder y marcar con una “X” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Conoce usted sobre modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción Escuintla?

SI _____ NO _____

2. ¿Considera necesaria la implementación de modelo gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción Escuintla?

SI _____ NO _____

3. ¿Apoyaría usted la implementación de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción Escuintla?

SI _____ NO _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

No se realizó cálculo de la muestra, debido a que las poblaciones objeto de estudio, es limitada.

Para comprobar la variable dependiente Y, se tomaron a 4 profesionales (Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla), se realizó censo debido que la población es menor a 35 elementos.

Para comprobar la variable independiente X, también tomaron a 4 personas (Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla), no se realizó cálculo de muestra, debido a que la población también es menor a 35 elementos, por lo que se realizó censo para obtener el 100% de confiabilidad y 0 margen de error.

Anexo 7: Comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2017 a 2021); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a Disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años.

Requisito. $+>0.80$ y $+<1$

-0.98

Requisito: Coeficiente de correlación: entre $\geq \pm 0.8$ a $\leq \pm 1$

Cuadro de frecuencia de disminución de metas de producto terminado

| Año | X (años) | Y Disminución de metas de producto terminado (en unidades) | XY | X ² | Y ² |
|---------|-------------|--|---------------|----------------|-------------------|
| 2017 | 1 | 1,155,110 | 1,155,110 | 1 | 1,334,279,112,100 |
| 2018 | 2 | 1,149,310 | 2,298,620 | 4 | 1,320,913,476,100 |
| 2019 | 3 | 1,100,420 | 3,301,260 | 9 | 1,210,924,176,400 |
| 2020 | 4 | 1,052,150 | 4,208,600 | 16 | 1,107,019,622,500 |
| 2021 | 5 | 998,155 | 4,990,775 | 25 | 996,313,404,025 |
| Totales | 15 | 5,455,145.00 | 15,954,365.00 | 55 | 5,969,449,791,125 |

Cálculo de correlación

| | |
|--|-----------------------|
| n= | 5 |
| $\sum X=$ | 15 |
| $\sum XY=$ | 15,954,365.00 |
| $\sum X^2=$ | 55 |
| $\sum Y^2=$ | 5,969,449,791,125.00 |
| $\sum Y=$ | 5,455,145.00 |
| $n\sum XY=$ | 79,771,825.00 |
| $\sum X*\sum Y=$ | 81,827,175.00 |
| Numerador= | -2,055,350.00 |
| $n\sum X^2=$ | 275 |
| $(\sum X)^2=$ | 225 |
| $n\sum Y^2=$ | 29,847,248,955,625.00 |
| $(\sum Y)^2=$ | 29,758,606,971,025.00 |
| $n\sum X^2-(\sum X)^2=$ | 50 |
| $n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$ | 88,641,984,600.00 |
| $(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$ | 4,432,099,230,000.00 |
| Denominador= | 2,105,255.1461 |
| r= | -0.9763 |

FÓRMULA:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = -0.98$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $y = a + bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq \pm 0.8$ a $\leq \pm 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y el cuadro de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Proyección lineal

| Año | X (años) | Y Disminución de metas de producto terminado (en unidades) | XY | X ² | Y ² |
|---------|-------------|---|---------------|----------------|-------------------|
| 2017 | 1 | 1,155,110 | 1,155,110 | 1 | 1,334,279,112,100 |
| 2018 | 2 | 1,149,310 | 2,298,620 | 4 | 1,320,913,476,100 |
| 2019 | 3 | 1,100,420 | 3,301,260 | 9 | 1,210,924,176,400 |
| 2020 | 4 | 1,052,150 | 4,208,600 | 16 | 1,107,019,622,500 |
| 2021 | 5 | 998,155 | 4,990,775 | 25 | 996,313,404,025 |
| Totales | 15 | 5,455,145.00 | 15,954,365.00 | 55 | 5,969,449,791,125 |

Cálculo de proyección sin proyecto

| | |
|---------------------------|-------------------|
| n= | 5 |
| $\sum X=$ | 15 |
| $\sum XY=$ | 15,954,365.00 |
| $\sum X^2=$ | 55 |
| $\sum Y^2=$ | 5,969,449,791,125 |
| $\sum Y=$ | 5,455,145.00 |
| $n\sum XY=$ | 79,771,825.00 |
| $\sum X*\sum Y=$ | 81,827,175.00 |
| Numerador de b: | -2,055,350.00 |
| Denominador de b: | |
| $n\sum X^2=$ | 275 |
| $(\sum X)^2=$ | 225 |
| $n\sum X^2 - (\sum X)^2=$ | -41,107.00 |
| b= | 225.00 |
| Numerador de a: | |
| $\sum Y=$ | 5,455,145.00 |
| $b * \sum X=$ | -616,605.00 |
| Numerador de a: | 6,071,750.00 |
| a= | 1,214,350.00 |

FÓRMULAS:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

FÓRMULAS:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Ecuación de la recta $Y = a + bx$

| Ecuación de la recta $Y = a + (b * x)$ | | | | |
|--|-----------|--|--------|------|
| Y= | A | + | (b | * X) |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | X |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | 6 |
| Y (2022) = | 967,708 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

| Ecuación de la recta $Y = a + (b * X)$ | | | | |
|--|-----------|--|--------|------|
| Y= | A | + | (b | * X) |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | X |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | 7 |
| Y (2023) = | 926,601 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

| Ecuación de la recta $Y = a + (b * X)$ | | | | |
|--|-----------|--|--------|------|
| Y= | A | + | (b | * X) |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | X |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | 8 |
| Y (2024) = | 885,494 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

| Ecuación de la recta $Y = a + (b * X)$ | | | | |
|--|-----------|--|--------|------|
| Y= | A | + | (b | * X) |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | X |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | 9 |
| Y (2025) = | 844,387 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

| Ecuación de la recta $Y = a + (b * X)$ | | | | |
|--|-----------|--|--------|------|
| Y= | A | + | (b | * X) |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | X |
| Y= | 1,214,350 | + | -41107 | 10 |
| Y (2026) = | 803,280 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

Resumen de cálculo de proyección sin proyecto para los próximos cinco años

| Y= | A | + | b | X | = | Disminución de metas de producto terminado (unidades) |
|------|-----------|---|--------|----|---|---|
| 2022 | 1,214,350 | + | -41107 | 6 | = | 967,708 |
| 2023 | 1,214,350 | + | -41107 | 7 | = | 926,601 |
| 2024 | 1,214,350 | + | -41107 | 8 | = | 885,494 |
| 2025 | 1,214,350 | + | -41107 | 9 | = | 844,387 |
| 2026 | 1,214,350 | + | -41107 | 10 | = | 803,280 |

Cálculo de la proyección con proyecto

Datos de la proyección para los próximos cinco años con la propuesta implementada.

Proyección de disminución de metas de producto terminado (en unidades)

| Año proyectado | = | Año anterior | + | % | Con propuesta |
|----------------|---|--------------|--|---------|---------------|
| Y (2022) | = | Y (2021) | + | 17% | = |
| Y (2022) | = | 998,155 | + | 169,686 | 1,167,841 |
| Y (2022) | = | 1,167,841 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

| Año proyectado | = | Año anterior | + | % | Con propuesta |
|----------------|---|--------------|--|---------|---------------|
| Y (2023) | = | Y (2022) | + | 17% | = |
| Y (2023) | = | 1,167,841 | + | 198,533 | 1,366,374 |
| Y (2023) | = | 1,366,374 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

| Año proyectado | = | Año anterior | + | % | Con propuesta |
|----------------|---|--------------|--|---------|---------------|
| Y (2024) | = | Y (2023) | + | 17% | = |
| Y (2024) | = | 1,366,374 | + | 232,284 | 1,598,658 |
| Y (2024) | = | 1,598,658 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

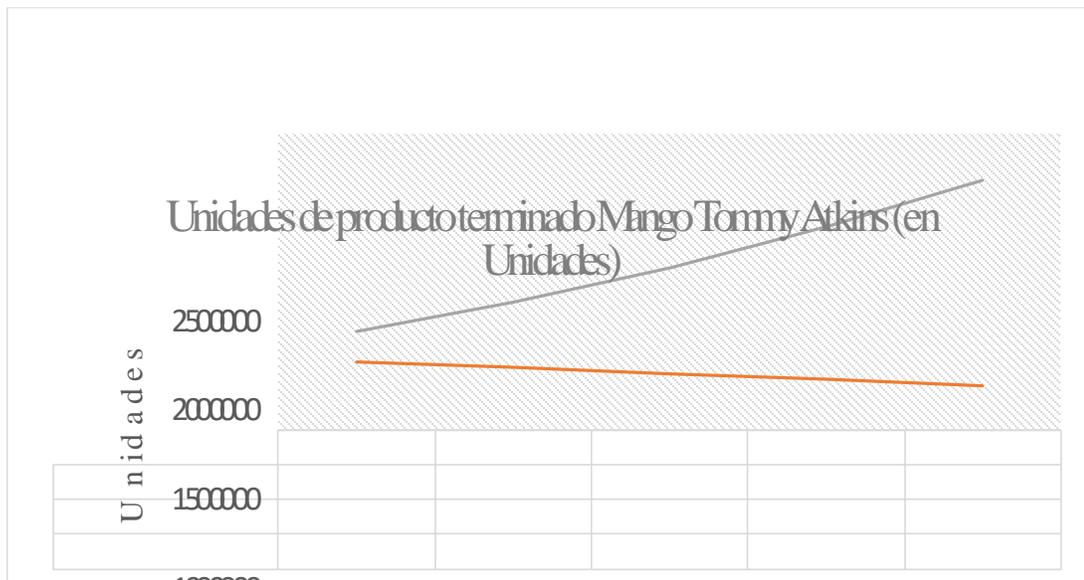
| Año proyectado | = | Año anterior | + | % | Con propuesta |
|----------------|---|--------------|--|---------|---------------|
| Y (2025) | = | Y (2024) | + | 17% | = |
| Y (2025) | = | 1,598,658 | + | 271,772 | 1,870,430 |
| Y (2025) | = | 1,870,430 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

| Año proyectado | = | Año anterior | + | % | Con propuesta |
|----------------|---|--------------|--|---------|---------------|
| Y (2026) | = | Y (2025) | + | 17% | = |
| Y (2026) | = | 1,870,430 | + | 317,973 | 2,188,403 |
| Y (2026) | = | 2,188,403 | Unidades de producto terminado (mango) | | |

Cuadro comparativo sin y con proyecto

| Año | Proyección sin proyecto | Proyección con proyecto |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 2022 | 967,708 | 1,167,841 |
| 2023 | 926,601 | 1,366,374 |
| 2024 | 885,494 | 1,598,658 |
| 2025 | 844,387 | 1,870,430 |
| 2026 | 803,280 | 2,188,403 |

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto



Análisis: Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan de Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificado.

Esdras Levi García Rodríguez

TOMO II

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING, EN
FRUTICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA



Asesor General Metodológico:
Ingeniero Agrónomo Carlos Moisés Hernández González

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING, EN
FRUTICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Esdras Levi García Rodríguez

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado
en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING, EN
FRUTICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA.



Rector de la universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2023

Este documento fue presentado por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis
en Recursos Naturales Renovables

Prólogo

El presente trabajo de investigación es un requisito previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, de conformidad con las disposiciones establecidos por la Universidad Rural de Guatemala.

El estudio denominado “Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla”, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, lo cual ha generado disminución de metas de producto terminado durante los últimos cinco años.

Los resultados obtenidos durante el presente proyecto, pueden ser aplicados en otras organizaciones que tengan una problemática similar. También pueden utilizarse como fuente consulta para personas en general, interesados en la materia de estudio, así mismo, sirve para que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte, tres resultados que se mencionan a continuación: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora; Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla; y Programa de capacitación a colaboradores de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Dichos resultados en conjunto con sus respectivas actividades, conforman la presente propuesta, la cual busca manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), por consiguiente, aumentar las metas de producto terminado.

Presentación

El estudio denominado: Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, fue realizada durante los meses de enero a diciembre del año dos mil veintidós, como requisito exigido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título de Ingeniero Industrial, en el grado académico de Licenciado.

Se determinó que la problemática central “Manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.”, lo que ha ocasionado disminución de metas de producto terminado en los últimos 5 años, cuya causa principal es la inexistencia de un modelo de Gestión Lean Manufacturing en el procesamiento del mango Tommy Atkins.

Durante la elaboración de la presente investigación se comprobó la hipótesis causal “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”.

El medio de solución de la presente propuesta está integrado por los siguientes tres resultados: Resultado 1: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora; Resultado 2: Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla; y Resultado 3: Programa de capacitación a colaboradores de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Los tres resultados en conjunto, con sus respectivas actividades, integran el medio de solución de la propuesta, la cual busca dar solución a la problemática central que aqueja a Empresa Frutico, Localizado en Nueva Concepción, Escuintla.

| Índice | | |
|---------------|--------------------------------------|---------------|
| No. | Contenido | Página |
| | Prólogo | |
| | Presentación | |
| I | RESUMEN..... | 1 |
| II | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 10 |
| | ANEXOS | |

I. RESUMEN

El presente, es un resumen del estudio denominado “Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla”, se llevó a cabo durante los meses de enero a diciembre del año dos mil veintidós, previo a optar al título de Ingeniero Industrial, en el grado académico de licenciado con Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El estudio identifica la problemática manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. Dicho estudio, se realizó con el objeto de buscar una solución al problema referido y comprobar la hipótesis.

Planteamiento del problema

El Lean Manufacturing es un modelo de gestión que está integrado por diferentes herramientas utilizadas para la eliminación de todos los desperdicios que puede tener una fábrica, tales como Just in time, Poka Yoke, Kaizen, SMED, entre otras. Este sistema consigue aumentar la satisfacción del cliente, mejorar la calidad del producto, innovar los procesos y reducir los costes.

Son muchos los problemas actuales de las industrias en general, que pueden solucionarse al utilizar esta metodología, es importante estar al día en cuanto controles o herramientas de mejora continua dentro de todos los procesos o actividades empresariales, para poder alcanzar la eficiencia y productividad.

Durante la presente investigación en Empacadora Frutico S.A., se detecta la problemática manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, lo cual ha generado disminución de metas de producto terminado durante los últimos cinco años.

Para solucionar esta problemática se plantea una propuesta que consiste en implementar modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, con el fin de manejar adecuadamente los procesos y, por ende, aumentar las metas de unidades de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.).

Por el mejoramiento de la empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, se requiere identificar las áreas de oportunidad para eliminar los desperdicios, tiempos de espera y todo aquello que no aporta valor a la cadena de suministro, que indicativamente impacte positivo a la disminución de metas de unidades de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.).

Hipótesis

A través del Método del Marco Lógico y del Método Científico, se elaboraron la hipótesis causal e interrogativa, integradas por las variables dependiente e independiente.:

Hipótesis Causal

“La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”.

Hipótesis Interrogativa

¿Será la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing, por manejo inadecuado, la causante de la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años?

Objetivos

Con el fin de dar solución a la problemática hallada, se trazaron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Aumentar las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Objetivo específico

Manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Justificación

En la actualidad, no obtener la máxima eficiencia para las empresas, no controlar los procesos internos y externos, el aumento de desperdicios y los tiempos de espera, ocasionan resultados negativos en las metas dentro de las organizaciones, por lo tanto, se deben tomar en cuenta las herramientas disponibles para la búsqueda de la mejora constante.

Empacadora Frutico, localizada en Nueva Concepción, Escuintla, experimenta un manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), cuyo efecto ha generado una disminución de metas de producto terminado durante los últimos cinco años.

Se considera una necesidad la implementación de la presente propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, esta permitirá la solución a la problemática y el aumento de las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

De no aplicarse la presente propuesta según la proyección (anexo 8, análisis de datos de gráfica comparativa con y sin proyecto), continuará el manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, lo que generará una disminución de metas de producto terminado a 803,280 unidades (mango) para el año 2026, lo que perjudicará en gran manera el alcance de los objetivos empresariales.

Por contrario, al implementarse la propuesta se establecerá un adecuado manejo del proceso y, por ende, se aumentarán las metas de producto terminado a 2,188,403 unidades (mango) para el mismo año, lo que traería beneficios importantes para la empacadora, objeto de estudio.

Metodología

La metodología empleada la conforman varios métodos y técnicas que se aplican de manera sistemática para lograr comprobar la siguiente hipótesis:

“La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”.

A continuación, se describe la metodología empleada tanto para formular como para comprobar la hipótesis objeto de estudio:

Métodos

Métodos para la formulación de la hipótesis

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis de estudio fueron los siguientes:

a. Método Deductivo

Mediante este método se partió de lo general de la investigación, para enfocarse en conclusiones específicas que ayudaron a buscar alternativas para dar solución a la problemática encontrada en Frutico, por lo que fue necesario realizar algunas visitas de campo a la empresa antes descrita.

b. Método del Marco Lógico

Con la ayuda de este método se preparó la información y se hizo notar la relación existente entre las dos variables de estudio X y variable Y, Lo que permitió la elaboración del árbol de problemas, el árbol de objetivos y el medio de solución, así también la hipótesis causal e interrogativa.

Métodos para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis se detallan en los siguientes párrafos:

a. Método Inductivo

Por medio de este método se analizaron los resultados particulares obtenidos del trabajo de campo, para luego llegar a las conclusiones de carácter general, la cual ayudó a buscar como alternativa para la presente propuesta.

b. Método Estadístico

Con la ayuda del método estadístico, se obtuvieron los resultados de los cuestionarios diseñados, se tabularon, graficaron y se determinaron las medidas, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis, así como la variable dependiente “Y” e independiente “X”.

c. Método de síntesis

Luego de la recopilación de los datos obtenidos de la población objeto de estudio (Frutico), se procedió a obtener las conclusiones con sus respectivas recomendaciones

del presente trabajo. Se resumen todos los extractos de datos de manera lógica o congruente y entendible para la presentación final de los mismos en forma gráfica y analítica.

Técnicas

Se diseñaron técnicas tanto para la formulación de la hipótesis como para su comprobación.

Técnicas para la formulación de la hipótesis

a. Tormenta de Ideas

Técnica grupal empleada para conocer los puntos de vista del personal involucrado en el procesamiento del mango variedad Tommy Atkins, con el fin de buscar las mejores ideas que ayuden a dar solución a la problemática encontrada. Las mejores ideas fueron seleccionadas y debatidas en conjunto, para llegar a la mejor alternativa de solución al problema.

b. Observación Directa

Durante las visitas realizadas a la empresa, se pudo observar el procedimiento actual del proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), se notó el manejo inadecuado y se logró llegar a conclusiones que ayudaron para la elaboración de la presente propuesta.

c. Investigación documental

Empleada durante la selección de la información referente a la temática principal de la investigación, los documentos irrefutables consultados forman parte del marco teórico y son citados intrínsecamente con su respectiva fuente y referencia bibliográfica. Se acudió tanto a libros, revistas, proyectos de tesis, en donde se realizaron estudios similares.

Técnicas para la comprobación de la hipótesis

Las técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis se describen a continuación:

a. Cuestionarios

Se diseñaron dos boletas de investigación con preguntas cerradas, para comprobar las variables dependientes “x” (causa) e independiente “y” (efecto) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. Las boletas fueron aplicadas a Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, mediante censo.

b. Análisis de Datos

El análisis de datos, se utilizó posterior a la recolección, tabulación y presentación de los resultados obtenidos en cuadros y gráficas de los tres cuestionarios elaborados para comprobar las variables de estudio, tanto dependiente “Y”, como independiente “X”.

c. Coeficiente de correlación

Empleado como medida para conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas (X, Y). Se tomó como base la disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), el resultado del cálculo del coeficiente de correlación fue de -0.98, el cual está dentro de los parámetros de aceptación establecidos $r = (\geq \pm 0.8 \text{ a } \leq \pm 1)$.

d. Ecuación lineal de la recta

Por medio de esta técnica, se confirmó el comportamiento lineal del efecto generado durante los años 2017 a 2021, donde se evidencia el bajo índice de producción obtenido; posteriormente se consiguió proyectar el efecto para los siguientes cinco años (2022 a 2026).

e. Censo

Para la comprobación de las variables, dependiente “Y” e independiente “X”, se empleó censo a Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de Producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, para tener una certeza del 100% de información obtenida de la población objeto de estudio, dado que los elementos eran limitados (menores a 35 elementos).

Comprobación de la hipótesis

Este acápite contiene todos los datos obtenidos del trabajo de campo realizado a la población objeto de estudio (Gerente General, Jefe de Despacho, Jefe de Operaciones y Supervisor de producción, de Frutico, Nueva Concepción, Escuintla) por medio de dos cuestionarios, para comprobar las variables X y Y (Causa y efecto respectivamente), los registros obtenidos fueron tabulados en cuadros y representados gráficamente con su referente análisis.

Anexos

El estudio contiene ocho anexos, los cuales son; modelo de investigación y proyectos dominó, árbol de problemas, hipótesis causal e interrogativa, árbol de objetivos, diagrama del medio de solución de la problemática, boleta de investigación para la comprobación del efecto general, boleta de investigación para la comprobación de la causa principal, anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra, anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación y anexo metodológico de la proyección.

Anexos 1: Propuesta para solucionar la problemática

La presente propuesta está compuesta por tres resultados y sus respectivas actividades, que íntegramente ayudarán a solucionar la problemática de estudio, los cuales se resumen a continuación:

Resultado 1: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora

Actividad 1: Reordenamiento de espacio físico

Actividad 2: Adquisición de equipo y herramientas

Actividad 3: Reorganización de Personal

Actividad 4: Gestión de Financiamiento

Resultado 2: Propuesta de Modelo de Gestión Lean Manufacturing en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Contiene la propuesta principal y sus actividades respectivas:

Actividad 1. Comprensión del proceso

Actividad 2. Modelo de Gestión Lean Manufacturing

Actividad 3. Control y monitoreo

Actividad 4. Seguimiento

Resultado 3: Programa de capacitación a colaboradores de empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Integrado por tres actividades que ayudarán al desarrollo de la presente propuesta:

Actividad 1: Método de socialización del programa de capacitación

Actividad 2: Temática

Actividad 3: Evaluación de conocimientos adquiridos

Actividad 4. Resultados obtenidos

Otros Anexos: Anexo 2: Matriz de la estructura lógica. Anexo 3: Diagrama de flujo sin Lean Manufacturing. Anexo 4. Diagrama de flujo con Lean Manufacturing.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la elaboración de la presente propuesta, se llegó a la siguiente conclusión y su respectiva recomendación:

II.1. Conclusión

Se comprueba la hipótesis: “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, para las variables Y (efecto) y X (causa).

II.2. Recomendación

Implementar la presente “Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla”.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

Introducción

Se exhibe el presente trabajo de investigación denominado “Propuesta de modelo de gestión Lean Manufacturing, en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla”.

El trabajo de investigación realizado durante los meses de enero a diciembre del año dos mil veintidós, surge como solución a la problemática manejo inadecuado de proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, la cual ha generado disminución de metas de producto terminado, en los últimos cinco años.

Se comprueba la hipótesis causal de estudio “La disminución de metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla, durante los últimos cinco años, por manejo inadecuado, es debido a la inexistencia de modelo de gestión Lean Manufacturing”.

El objetivo general trazado al inicio del presente estudio es aumentar las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

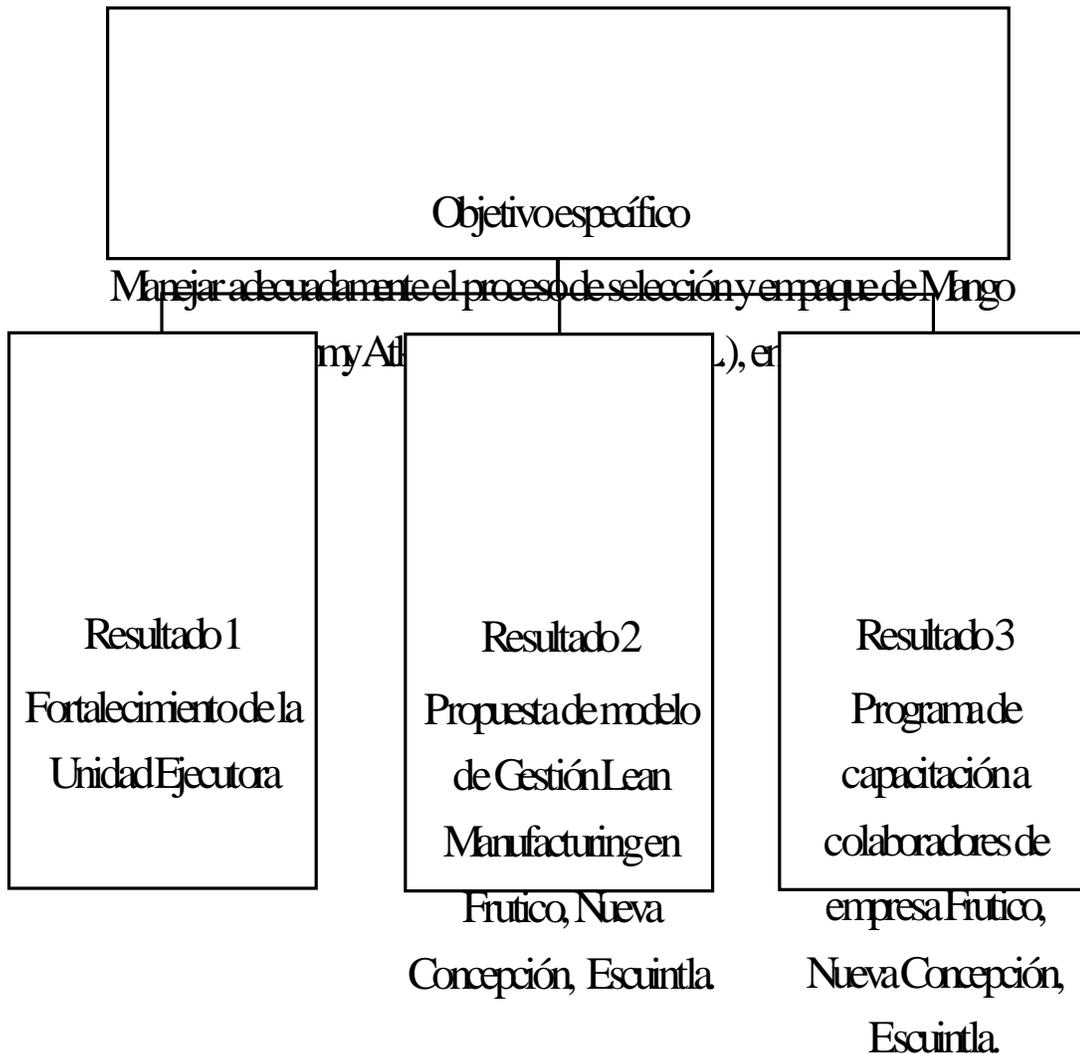
El Objetivo específico: Manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

El medio de solución a la problemática lo integran tres resultados que, en conjunto con sus respectivas cuatro actividades, conforman la propuesta final, dichos resultados son:

- a. Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora. b. Propuesta de modelo de Gestión Lean Manufacturing en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla. c. Programa de capacitación a colaboradores de empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Diagrama del medio de solución de la problemática

La propuesta fue diseñada de tal forma que permita cumplir con los objetivos planteados al inicio de la misma.



Descripción de resultados

Resultado 1: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora

Actividad 1: Reordenamiento de espacio físico

Se reordena el espacio de físico para la edificación de oficina de 9 metros cuadrados.

Actividad 2: Adquisición de equipo y herramienta

Adquisición de equipamiento para oficina de persona responsable de la propuesta Lean Manufacturing, se adquiere un escritorio, silla ejecutiva, equipo de cómputo, impresora, archivero, pizarras informativas y sillas de espera.

Actividad 3: Reorganización de personal

Seleccionar el responsable para impulsar la unidad ejecutora, proponer un profesional del equipo de trabajo o evaluar la contratación de un profesional.

Actividad 4: Gestión de Financiamiento

La Unidad Ejecutora proporcionará todos los recursos necesarios, para la correcta implementación de la presente propuesta y velará por el buen funcionamiento de la misma.

Resultado 2: Propuesta de Modelo de Gestión Lean Manufacturing en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Contiene la propuesta principal y sus actividades respectivas:

Actividad 1. Comprensión del proceso

Se socializará las fases del proceso de lavado, selección, tratamiento hidrotérmico, enserado, empaque, palletizado del fruto y despacho.

Actividad 2. Modelo de Gestión Lean Manufacturing

Fase 1, El muestreo del MAGA consiste en una selección aleatoria de las frutas de la unidad de transporte próxima a descargar, la procedencia del Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) emite un certificado de calidad e información de la cantidad de fruta transportada, el inspector de planta del MAGA, de acuerdo a la cantidad de la fruta transportada realiza un cálculo estadístico para obtener el número de muestras que aleatoriamente seleccionara, luego de seleccionar la fruta el inspector realiza cortes en puntos estratégicos con el fin de inspeccionar si la fruta contiene larvas insertadas por plagas.

De acuerdo al muestreo el inspector de MAGA autoriza el producto conforme y rechaza el producto no conforme, considerar que, si en el muestreo realizado se encuentra una larva viva, la fruta en su totalidad se rechaza, Lean Manufacturing posiciona este proceso como el inicial.

Fase 2, La recepción es una operación que se realiza posteriormente a la aprobación del muestreo que realiza el MAGA y consiste en descargar el Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), la fruta es transportada en camiones con la capacidad de 20,000 libras y rastras con la capacidad de 40,000 libras, las unidades transitan en horarios de clima fresco (tarde y noche) y la operación se ejecuta entre las 18:00 horas y 6:00 horas, el horario de tránsito y descarga es con el fin de prolongar el tiempo de madurez de la fruta y el tiempo de vida anaquel.

El recurso de mano de obra utilizado para ejecutar la fase de descarga se compone por 4 colaboradores, el equipo que se utiliza es un muelle de descarga, una banda transportadora y la herramienta de trabajo son 2 trocket de descarga.

El embalaje de la fruta es en canastas plásticas que contienen 25 unidades y pesa un promedio de 40 libras cada canasta.

Fase 3, El proceso de lavado de la fruta se realiza en un sistema automatizado con la finalidad de una limpieza profesional, su objetivo es eliminar toda suciedad que se encuentre en la superficie de la fruta, para este proceso se utiliza un túnel de lavado que contiene cepillos de limpieza industrial fabricados con cerdas de pelo de caballo

El túnel de lavado contiene 30 cepillos que son girados por un motor para rotar el producto empujándose uno al otro, su capacidad de lavado es de 24,000 frutas por hora.

El proceso lavado se realiza con agua y se administra con un equipo que contiene un tanque de ciclos automáticos de cambio de agua, los mangos se desinfectan utilizando una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) a una concentración de 200 mg L y tiosulfato de sodio al 1%, el equipo está formado por 4 cataratas de agua que se administran directo a la fruta.

Fase 4, La clasificación por calidad se realiza en una banda transportadora de 50 centímetros de ancho y 3 metros de largo, la selección del Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) la realizan 6 colaboradores expertos en las enfermedades de la fruta y consiste en seleccionar la fruta conforme para exportación y la fruta no conforme, el mango es seleccionado de acuerdo a su proceso y es colocado en la banda transportadora correspondiente.

La clasificación de fruta no conforme, tiene un impacto positivo en el desperdicio de recursos en los siguientes procesos, aumentar los indicadores de rendimiento y reducir la fruta no conforme en la segunda clasificación por calidad posterior al tratamiento

hidrotermico y aumentar los niveles de producción, fundamental personal experto, optima iluminación por el motivo que la selección se realiza de noche.

Fase 5, La clasificación por calibre se realiza en un equipo que se ajusta en espacios de acuerdo al volumen y peso de la fruta, encontramos tres calibres según las directrices exactas del CODEX: A (200-350g); B (351-550g); y C (551-800g), debajo de la línea de clasificado por calibre se encuentran 7 bandas transportadoras, en la banda 1 y 2 se depositaran los mangos tipo A, en la banda 3 y 4 se depositaran los mangos tipo B, en la 5 y 6 se depositaran los mangos tipo C y en la banda 7 las frutas fuera de rango, las bandas transportan la fruta al área de almacenamiento de fruta lavada y seleccionada por calibre.

Fase 6. El almacenamiento por calibre es el proceso de llenado de la fruta lavada y seleccionada por calibre en canastas plásticas, se empaca la fruta de acuerdo a su calibre, las canastas con producto se estiban en tarimas metálicas, estas poseen especificaciones técnicas para soportar el peso al ser sumergidas en el agua caliente, cada tarima contiene una cama de 8 canastas por una altura de 5 canastas, estibando un total por tarima de 40 canastas.

Fase 7, Tratamiento Hidrotermico este proceso se realiza en un tanque de procesamiento que tiene la capacidad de tratar 200 canastas de fruta, el tratamiento se realiza en jaulas metálicas con 5 espacios para posicionar 5 tarimas de 40 canastas, es fundamental que la fruta se clasifique correctamente por calibre antes de ingresar al tratamiento para evitar producto fuera del rango establecido debido a que del calibre dependerá el tiempo del tratamiento, las cargas mixtas no están permitidas, en un tanque se debe cargar de un mismo calibre.

Se cuenta con una capacidad instalada de 4 tanques para tratar 800 canastas en conjunto, cada tanque contiene agua a 46.1 °C, se utiliza una caldera para calentar el

agua y por medio de un serpentín se distribuye el agua y se utiliza una propela para distribución de agua, el tanque esta estratégicamente circulado por sensores y válvulas que monitorean y calibran la temperatura, La temperatura a la que es sometido el mango deberá ser controlada y registrada de manera que se cumplan los estándares de certificación del proceso.

Las jaulas con la carga son manipuladas con un polipasto para su ingreso a los tanques y egresos, luego de ser tratados se almacenan en el área de reposo, en esta área inicia el área cuarentenada y no ingresara fruta no tratada por Hidrotermico.

Fase 8. El área de reposo del Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) después de ser tratado hidrotermicamente, este reposo se realiza por 12 horas consecutivas y sirve para verificar si la fruta tiene lesiones térmicas, para esto se aplica una ventilación para enfriar el mango entre 9 y 10 grados centígrados.

Considerarse que para verificar si la fruta presenta lesiones térmicas se realiza una segunda selección y se clasifica a la banda transportadora de producto exportable y el producto no conforme que se direcciona a la banda de rechazo.

Después de las 12 horas de reposo con el producto exportable se alimenta a la línea de encerado.

Fase 9, Encerado y pulido, el proceso de aplicación de cera se administra con aspersores que cubren el 100% de un túnel transportador y de rotación de fruta que contiene 25 cepillos de lustrado, es un proceso semi-automatizado, se alimentado por dos colaboradores que descargan la fruta en la banda transportadora de forma manual.

Suministrar la cera a las frutas es vital para su conservación, la cera es de origen natural y le da una presentación de brillo a la fruta.

Fase 10, El empaque de Mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) es una operación manual, el empaque se realiza en cajas de cartón, es importante empaquetar de un mismo calibre para envasar la misma cantidad de mango por caja, la distribución de calibres es desde 12, 16, 18, 24, 28 unidades por caja, las frutas se posicionan en un mismo sentido y se busca que las frutas queden justas en las cajas para que se presionen las frutas unas con otras sin lastimarse.

El proceso de palletizado consiste en estibar las cajas con mango en tarimas de madera, para este proceso logístico se utiliza una tarima de madera de las medidas de 1.20 metros por 0.80 metros.

Las cajas de producto terminado se apilan una sobre otra y de acuerdo al calibre se forma la cama y se estiba a la altura de acuerdo a la ficha técnica de la caja usada, esta caja debe tener la consistencia para soportar el peso de la estiba, se utiliza un esquinero para darle firmeza a la estiba y se complementa con un fleje sujeto con grapas para sostener la estiba, considerar que no se le coloca stretch film para la correcta ventilación en el ingreso de aire frío en los cuartos de congelamiento.

La importancia de un buen embalaje es fundamental para mantener las condiciones de la fruta en el recorrido del transporte, inspectores de USDA validan el palletizado correcto.

Fase 11, El almacenaje es una operación que se realiza después del empaque y palletizado, en este proceso se fortalece la cadena de frío para mantener el estado de madurez de la fruta, las tarimas son trasladadas con pallet manuales o eléctricas a un cuarto frío, esta operación es realizada por un técnico bodeguero que no solo traslada la tarima al cuarto frío, si no también aplica el método de inventario PEPS, el modelo

de gestión Lean Manufacturing en su aplicación implementa un sistema dinámico de almacenaje para el cumplimiento del método.

Las unidades de manipulación no se pegan en su totalidad en los cuartos fríos, por motivo de mejorar la circulación del aire y mantener el espacio sanitario.

Fundamental un programa de limpieza y mantenimiento de equipos, paredes y piso de los cuartos fríos, programados para evitar paros de los equipos y no tener disponibilidad y perder la cadena de frío.

La operación de despacho se ejecuta cumpliendo el método PEPS, el transporte a utilizar son contenedores con equipos de refrigeración, la capacidad de estas unidades de acuerdo a su tamaño es de 20 y 22 tarimas por contenedor.

Al finalizar la carga las unidades son supervisadas por el inspector de USDA, cerradas y aseguradas con marchamos de empresa y naviera, se emiten los documentos de exportación que legalmente cumplen con los requisitos aduaneros.

Actividad 3. Control y monitoreo

Se implementarán indicadores de rendimiento que permitan medir la eficacia del modelo de Gestión, el supervisor responsable del monitoreo será el encargado de velar por el cumplimiento de las directrices correspondientes.

Actividad 4. Seguimiento

Se evaluará constantemente el Modelo de Gestión Lean Manufacturing y se realizarán las correcciones o mejoras necesarias para el cumplimiento de las metas de producto terminado.

Resultado 3: Programa de capacitación a colaboradores de empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.

Integrado por tres actividades que ayudarán al desarrollo de la presente propuesta:

Actividad 1: Método de socialización del programa de capacitación

Se repartirán volantes y se enviarán invitaciones por correo electrónico al personal de empresa Frutico, referentes al programa de adiestramiento.

Actividad 2: Temática y cronograma

La temática a tratar se describe en el siguiente cuadro con su respectiva fecha, lugar y ente capacitador:

| No | Tema | Lugar | Fecha | Responsable |
|----|---|---------|-------------|-------------|
| 1. | Características generales del mango | Empresa | 15-julio-22 | MAGA |
| 2. | Proceso general de selección de producto conforme | Empresa | 20-julio-22 | MAGA |
| 3. | Buenas Prácticas de Manufactura | Empresa | 22-julio-22 | INTECAP |
| 4. | Modelo de Gestión Lean Manufacturing | Empresa | 26-julio-22 | INTECAP |
| 5. | Control de calidad | Empresa | 29-julio-22 | INTECAP |

Actividad 3: Evaluación de conocimientos adquiridos

Terminada la jornada de capacitaciones se evaluará al personal respectivo, para saber el grado de conocimiento adquirido.

Actividad 4. Seguimiento

Los resultados obtenidos de la evaluación del personal servirán para realizar nuevos adiestramientos o volver a tocar la temática inicial, esto con el fin de que cada trabajador comprenda su función dentro del todo el proceso.

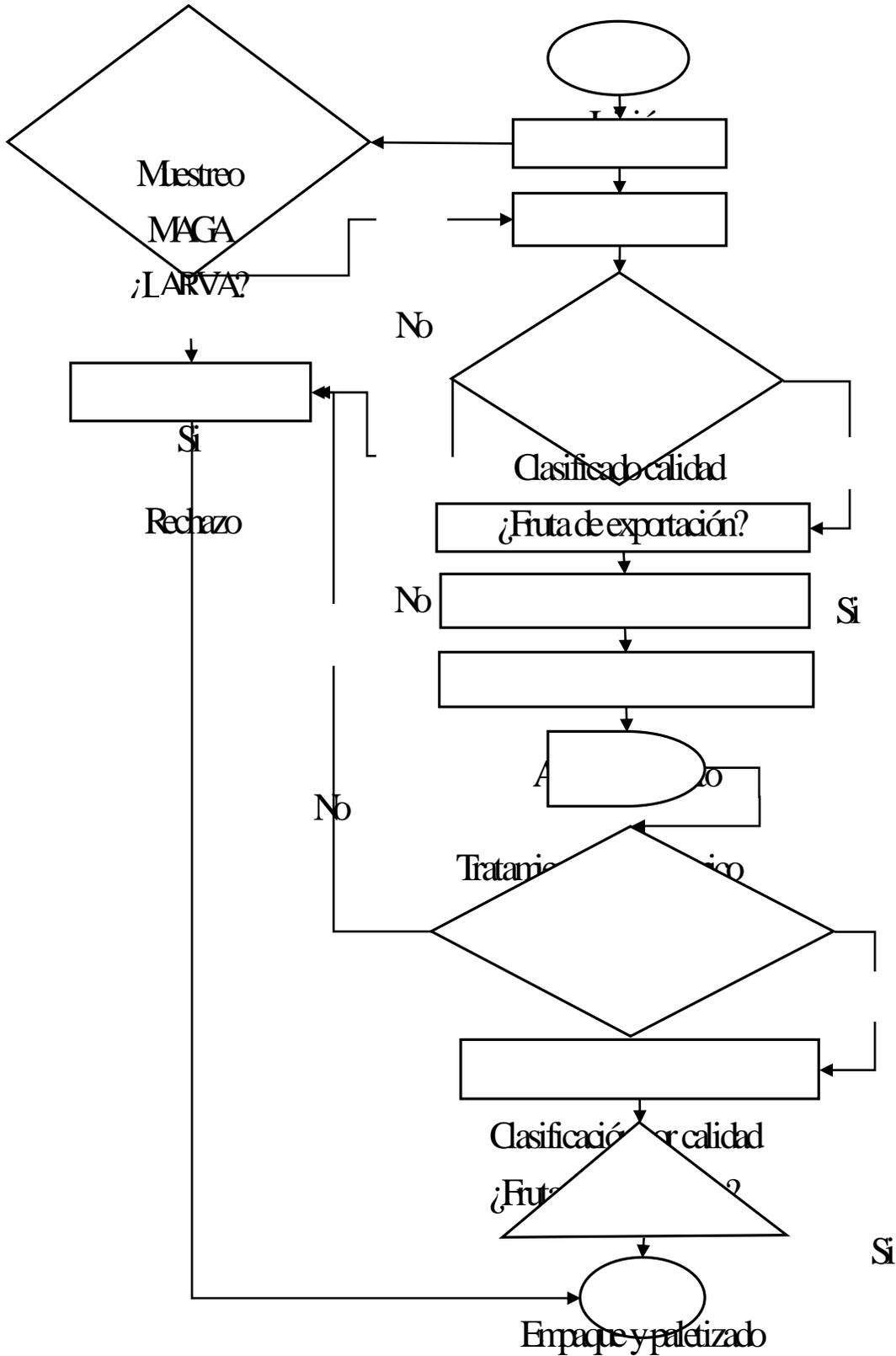
Anexo 2. Matriz de la estructura lógica

Es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de desarrollada, es una Evaluación Ex Post.

| COMPONENTES | INDICADORES | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | SUPUESTOS |
|--|---|---|---|
| <p>Objetivo general: Aumentar las metas de producto terminado de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> | <p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se aumentan las metas de producto terminado en un 85%.</p> | <p>Reportes de la Unidad Ejecutora.</p> | <p>La gerencia brindará el apoyo necesario.</p> |
| <p>Objetivo específico: Manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de Mango variedad Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.), en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> | <p>Al quinto año de implementada la propuesta, se logra manejar adecuadamente el proceso de selección y empaque de mango en un 85%.</p> | <p>Reportes de la Unidad Ejecutora.</p> | <p>La gerencia brindará el apoyo necesario.</p> |
| <p>Resultado 1: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.</p> | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Resultado 2: Propuesta de Modelo de Gestión Lean Manufacturing en Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> | | | |
| <p>Resultado 3: Programa de capacitación a colaboradores de empresa Frutico, Nueva Concepción, Escuintla.</p> | | | |

Anexo 3. Diagrama de Flujo sin Lean Manufacturing



Anexo 4. Diagrama de flujo con Lean Manufacturing

