



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para
incrementar la productividad del liofilizado del plátano en la
empresa Procesadora Agroindustrial, Arequipa 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Industrial

AUTORES:

Katherine Zuleika Alvarez Chipana (ORCID: 0000-0003-10527466)

Cathrine Alexandra Calderon Hinojosa (ORCID: 0000-0001-5746-5907)

ASESOR:

Mg. Romel Darío Bazán Robles (ORCID: 0000-0002-9529-9310)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Nuestra tesis está dedicada a nuestros familiares que son nuestra motivación para ser cada día mejores personas y profesionales, y a nuestros docentes que compartieron sus conocimientos y a las personas que nos apoyaron en todo nuestro camino para poder lograr nuestro título.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por darnos buena salud para poder cumplir nuestros objetivos, agradecemos encarecidamente a nuestro asesor y a los jurados que nos guiaron para poder elaborar nuestra tesis compartiendo su experiencia con todos y a nuestros familiares que nos apoyaron y nos motivaron para poder alcanzar nuestras metas.

Índice de contenidos

Dedicatoria	1
Agradecimiento	2
Índice de contenidos	3
Índice de tablas	4
Índice de figuras	5
Resumen	6
Abstrac	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MARCO TEÓRICO	20
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2. Variables y operacionalización	32
3.3. Población y muestra	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.5. Procedimiento.....	35
3.6. Método de análisis de datos	77
3.7. Aspectos éticos	77
IV. RESULTADOS	78
V. DISCUSIÓN	88
VI. CONCLUSIONES.....	92
VII. RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS.....	94

Índice de tablas

Tabla 01: Análisis de las causas de la baja productividad del proceso de Liofilizado	14
Tabla 02: Clasificación de las frutas liofilizadas.....	54
Tabla 03: Resumen de datos – Proceso actual de liofilizado de plátano	55
Tabla 04: Criterios de selección.....	60
Tabla 05: Clasificación de los materiales	60
Tabla 06: Organización de los materiales	62
Tabla 07: Cronograma de limpieza	64
Tabla 08: Análisis de productividad	70
Tabla 09: Costo directo.....	73
Tabla 10: Costos de materiales indirectos	73
Tabla 11: Gatos indirectos	74
Tabla 12: Costos administrativos	74
Tabla 13: Costos totales.....	75
Tabla 14: Proyección de ingresos.....	75
Tabla 15: Flujo de caja.....	76
Tabla 16: Análisis descriptivo de la dimensión, Kanban.....	79
Tabla 17: Análisis descriptivo de la variable dependiente, productividad.....	80
Tabla 18: Análisis descriptivo de la dimensión, Eficiencia	81
Tabla 19: Análisis descriptivo de la dimensión, Eficacia.....	82
Tabla 20: Prueba de normalidad - Productividad	83
Tabla 21: Prueba T-Student - Productividad.....	84
Tabla 22: Prueba de normalidad - Eficiencia.....	85
Tabla 23: Prueba T-Student - Eficiencia.....	85
Tabla 24: Prueba de normalidad - Eficacia	86
Tabla 25: Prueba T-Student - Eficacia	87

Índice de figuras

Figura 01: Diagrama de Ishikawa de la planta de producción	11
Figura 02: Elaboración de Diagrama de Pareto	16
Figura 03: Organigrama de la Empresa Agroindustrial.....	39
Figura 04: Cebolla deshidratada.....	40
Figura 05: Vegetales liofilizados.....	41
Figura 06: Fruta liofilizada	42
Figura 07: Plátano liofilizado	43
Figura 08: Distribución de la planta procesadora	44
Figura 09: Almacenamiento de materias primas	45
Figura 10: Retiro de impurezas materia prima	46
Figura 11: Lavado.....	47
Figura 12: Desinfección.....	48
Figura 13: Centrifugado.....	48
Figura 14: Pelado del plátano.....	49
Figura 15: Cortado de plátano.....	49
Figura 16: Congelamiento	50
Figura 17: Máquina para el secado primario	51
Figura 18: Detector de impurezas	52
Figura 19: Value Stream Mapping del proceso de liofilizado de plátano (VSM) ..	56
Figura 20: Bidones de ácido acético vacíos	57
Figura 21: Bidones de ácido acético vacíos	58
Figura 22: Jabas de plástico en el almacén de materias primas sin identificación	59
Figura 23: Identificación de las zonas de tránsito.....	63
Figura 24: Tarjeta Kanban - amarilla	68
Figura 25: Tarjeta Kanban – verde.....	69
Figura 26: Tarjeta Kanban – roja.....	69
Figura 26: Dimensión 5S´s.....	78

Resumen

El presente estudio que lleva por nombre aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del liofilizado del plátano en la empresa Procesadora Agroindustrial, tiene como objetivo aplicar herramientas como VSM, Kanban y las 5S`s para mejorar la productividad del proceso productivo.

El estudio es de tipo aplicada y enfoque cuantitativo, las variables del estudio son las herramientas de Lean Manufacturing y la productibilidad, se trabajó con instrumentos de medición de las 5S`s donde se aplicó un cuestionario para conocer el grado de implementación de cada una de las etapas y las fichas de producción para el trabajo de campo.

Se aplicaron herramientas como el VSM para diagramar el proceso productivo, las 5S`s y el Kanban que han permitido incrementar la productividad que paso de 0,52 kg/h.h. a 0,65 kg/h.h. mejorando en un 25%.

Se incrementó la eficacia y eficiencia en la línea de liofilizado de plátano mediante la aplicación de las herramientas de lean Manufacturing en lotes de producción de 1.000 kg que ingresan como materia prima y salen 100 kg de plátano liofilizado, la eficacia paso de 70,98% a 88,64% mejorando en un 24.88%. y la eficiencia paso de 62.46% a 78,00 % incrementándose en 24,87%.

Palabras clave: Productividad, Lean Manufacturing, Kanban, Eficiencia, Eficacia, Liofilizado

Abstract

The present study, which is called the application of Lean Manufacturing tools to increase the productivity of freeze-dried bananas in the Agroindustrial Processing Company, aims to apply tools such as VSM, Kanban and the 5S's to improve the productivity of the production process.

The study is of an applied type and quantitative approach, the variables of the study are the tools of Lean Manufacturing and productivity, we worked with measuring instruments of the 5S's where a questionnaire was applied to know the degree of implementation of each one of the stages and the production sheets for the field work.

Tools such as the VSM were applied to diagram the production process, the 5S's and the Kanban that have allowed productivity to increase from 0.52 kg/h.h. at 0.65 kg/h.h. improving by 25%.

The effectiveness and efficiency of the freeze-dried banana line was increased through the application of lean manufacturing tools in production batches of 1,000 kg that enter as raw material and leave 100 kg of freeze-dried banana, the efficiency increased by 70.98%. to 88.64% improving by 24.88%. and the efficiency went from 62.46% to 78.00%, increasing by 24.87%.

.

Keywords: Productivity, Lean Manufacturing, Kanban, Efficiency, Effectiveness, Lyophilized

I. INTRODUCCIÓN

La industria peruana viene atravesando momentos difíciles debido a la paralización de la producción que se ha generado debido a la situación de salubridad provocada por el virus Covid-19, también se ha producido un alza en los precios de los productos asociados a la producción agrícola de dónde vienen los principales productos de la línea de Liofilizado de la empresa Agroindustrial.

La empresa Agroindustrial se dedica a la producción de productos liofilizados y deshidratados entre ellos se puede identificar dos tipos de familias de productos como, frutas y vegetales los cuales disminuyeron su producción a inicios del periodo 2020 debido a la paralización que se generó en la industria agroindustrial. En la actualidad se ha normalizado los niveles de producción y exportación a los países europeos siendo Alemania uno de los principales.

También se han incrementado los costos de producción debido al incremento de los fertilizantes en los campos y de la mano de obra para la producción de vegetales y frutas, lo que hace que se tengan que mejorar la productividad del proceso productivo mediante la aplicación de las herramientas de ingeniería.

Para el desarrollo de la realidad problemática del estudio se realiza el análisis de forma internacional, nacional y local.

A nivel internacional la aplicación de las herramientas que permitan mejorar los procesos productivos se han aplicado de manera exitosa incrementando la productividad de procesos agrícolas y así poder ser más competitivos, según Botero (2018) la aplicación de las herramientas de ingeniería pueden mejorar los procesos de una empresa productora de fertilizantes que se utilizan en la producción agrícola, la industria colombiana también se muestra débil en alcanzar los niveles de productividad de sus procesos productivos donde presentan fallas importantes que hacen que se incrementen los costos de producción.

Se aplican herramientas para mapear la producción de un producto y así poder identificar las oportunidades de mejora que se presentan y aplicar las otras herramientas como una redistribución de planta, cambios rápidos y mejora continua con la finalidad de mejorar los niveles de productividad y generar mayor

rentabilidad. Las herramientas de mejora no solo se aplican en empresas del sector agrícola también se aplican a todas las industrias con la finalidad de mejorar los procesos productivos.

En el ámbito nacional, la aplicación de las herramientas de mejora se han aplicado en diferentes sectores industriales con la finalidad de mejorar los niveles de producción, según Huaman (2020) en su estudio realizado en el Complejo Agroindustrial Beta, aplicó herramientas como el VSM, Jidoka, SMED, TPM, 5S's, Kanban entre otras logrando reducir los desperdicios del proceso productivo, eliminar los tiempos que no agregan valor en la producción de productos agrícolas, reducir los costos de producción y estandarizar los procedimientos que permitan mejorar la productividad del proceso.

No solo las empresas agroindustriales han aplicado las herramientas que permita mejorar la productividad en sus procesos obteniendo buenos resultados, estas se aplican a todos los sectores industriales que estén en la búsqueda de ser más competitivos en el mercado donde participan.

A nivel local también se ha buscado mejorar los niveles de productividad de la industria en general, según Choque (2017) en su estudio realizado en una empresa Agroindustrial en el Sur del Perú ha podido aplicar herramientas de mejora las cuales ha permitido mejorar la productividad de vegetales Liofilizados, se implementaron herramientas como el Kaizen, SMED, 5S's y la aplicación del VSM como herramienta principal para mapear el proceso productivo del Liofilizado de perejil, siendo un producto importante en el sector agrícola el cual se exporta a los países europeos.

La aplicación de las herramientas de mejora en los distintos sectores de la industria local ha generado importantes mejoras en la productividad de los procesos, eliminando los tiempos muertos y mejorando los niveles de producción.

Realizado el análisis en el ámbito internacional, nacional y local se presenta un comportamiento similar no solo en la industria agrícola sino también en todos los sectores industriales, donde se han aplicado herramientas de mejora con la finalidad de incrementar los niveles de productividad de los procesos productivos y así poder hacer crecer sus ganancias, cumpliendo con la entrega de sus productos a los clientes que cada vez son más exigentes.

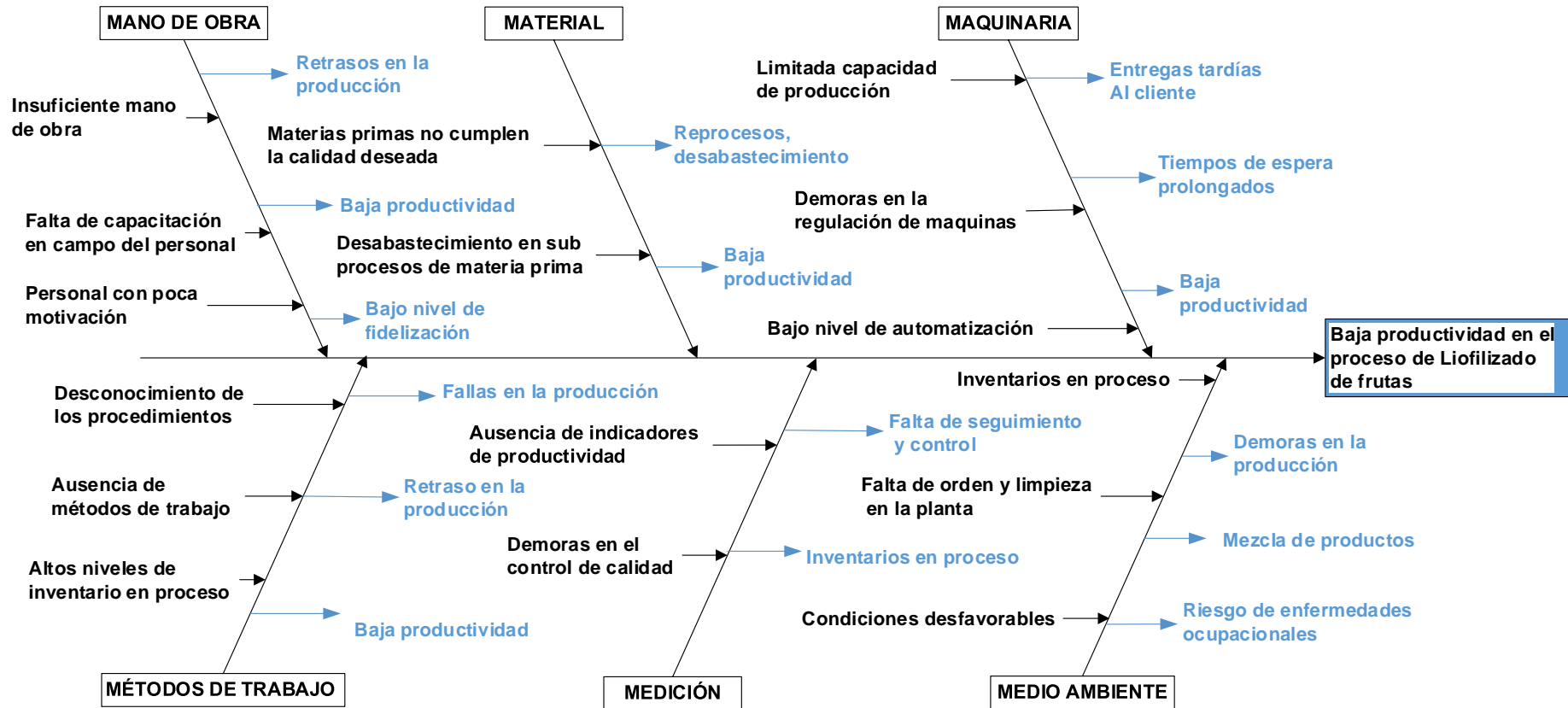
La empresa Agroindustrial objetos del estudio presenta problemas importantes en su proceso productivo de Liofilizado de frutas donde una de las más representativas es el plátano, el cual es uno de los principales productos de exportación del mercado peruano. Los problemas que se presentan en la planta de producción son los siguientes:

- Baja productividad en el liofilizado de frutas
- Reprocesos
- Altos niveles de desperdicios
- Demoras en la entrega de producto terminado
- Desorden y falta de limpieza en las instalaciones de la planta de producción de la empresa agrícola
- Tiempos de espera prolongados entre los sub procesos de la planta de Liofilizado.

Para poder identificar los principales problemas que se presentan en la planta de liofilizado de la empresa se aplican herramientas de diagnóstico como el diagrama de Ishikawa es cual fue elaborado por las autoras del presente estudio en coordinación con la jefatura de la planta y los supervisores que conocen muy bien las deficiencias que se presentan en la planta de producción.

En la Figura 01 se muestra el análisis situacional de la planta de producción mediante el diagrama de Ishikawa.

Figura 01: Diagrama de Ishikawa de la planta de producción



Fuente: Elaboración propia

En el factor mano de obra se presentan problemas al momento de contratar al personal nuevo ya que no se tiene un programa de capacitación ni entrenamiento en el campo lo que ocasiona demoras en la producción y baja productividad, el personal no se encuentra motivado ya que no se cuenta con una escala de salarios y una línea de carrera ocasionando que la mano de obra calificada y no calificada cambie de trabajo existiendo un alto índice de rotación, en algunos sub procesos como en el corte y selección se tiene insuficiente mano de obra ocasionando retrasos en la producción.

En el factor material se tiene problemas en algunos Bach ya que la materia prima no cumple con las especificaciones de calidad requeridas para lograr un buen producto final, por lo que se llama a los proveedores para que se lleven su producto, aun así, se genera demoras en el abastecimiento del proceso productivo y retrasos en la entrega del producto final.

En el factor maquinaria se tiene una limitada capacidad de producción en el sub proceso de Liofilizados ocasionando un cuello de botella y no permitiendo cumplir con los requerimientos del cliente, también se tiene demoras en las regulaciones de las maquinas cuando se va a cambiar de formato a otra fruta o a algún vegetal en el caso se requiera.

En el factor método de trabajo no se cuenta con los procedimientos de trabajo que permitan a cualquier trabajador cumplir con sus funciones específicas por lo que tienen que aprender de los trabajadores más antiguos, en muchas ocasiones son mal instruidos y aprenden mal, esto genera una baja productividad y pérdidas de producción, también se ocasionan inventarios en proceso que genera una baja productividad.

En el factor medición se tiene problemas cuando el personal de control de calidad va a realizar las pruebas que requiere el proceso productivo, la falta de personal y tiempo ocasiona que se demore en las pruebas y en algunas ocasiones que no se realice, esto genera incertidumbre y demoras en la producción, tampoco se cuenta con indicadores de producción que permitan a los supervisores y gerencias tomar medidas necesarias y correctivas en tiempo real.

En el factor medio ambiente presentan problemas importantes en la planta de producción de liofilizado de frutas ya que los trabajadores no mantienen el orden y la limpieza de sus puestos de trabajo causando grandes problemas en la producción como contaminación del producto, pérdidas de materiales y productos finales, mezclas de insumos y materias primas y falta de higiene al momento de trabajar, esta situación ha generado no conformidades y reclamos importantes por parte del cliente.

Las instalaciones tampoco cuentan con las condiciones necesarias ergonómicamente para que el personal que trabaja en la línea de producción cumpla sus actividades de la mejor manera ocasionando pérdidas de rendimiento y riesgo de enfermedades laborales.

Identificados los principales factores que ocasionan una baja productividad de la planta de liofilizado de frutas se realiza un análisis de Pareto para poder identificar cuáles son los principales factores y causas que generan la baja productividad y así poder identificar los puntos de mejora y las herramientas de ingeniería que permitan solucionar el problema.

En la Tabla 01 se muestra el análisis de Pareto para identificar los factores que determinan la baja productividad de la planta de Liofilizado

Tabla 01: Análisis de las causas de la baja productividad del proceso de Liofilizado

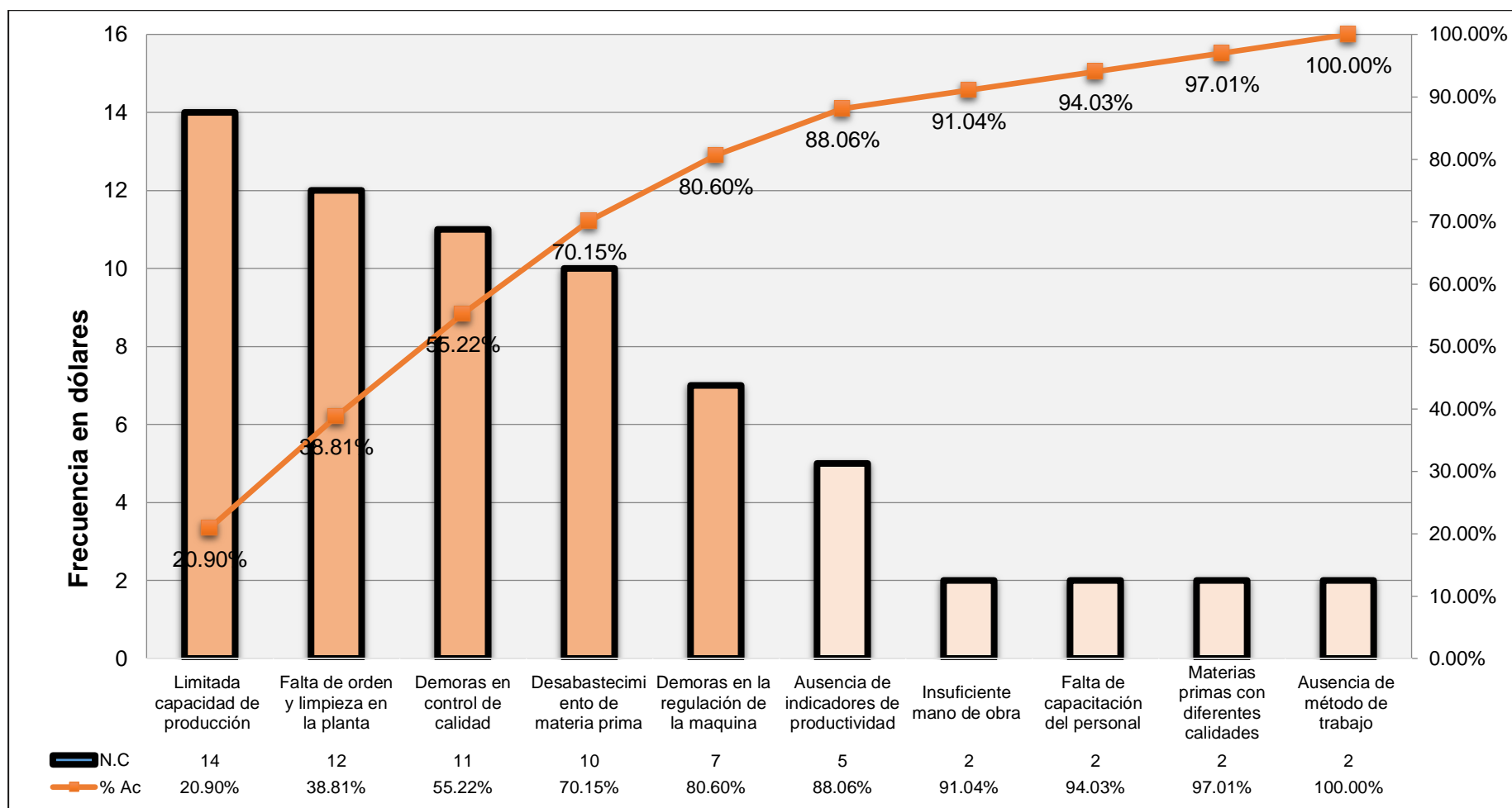
N°	6 M's	CAUSAS PRINCIPALES	EFFECTOS OCASIONADOS	N.C	Frecuencia Acumulada	Porcentaje por Motivo	% Ac	Porcentaje Total
4	Maquinaria	Limitada capacidad de producción	Retraso en la producción	14	14	20,90%	20,90%	80,60%
1	Medio Ambiente	Falta de orden y limpieza en la planta	Mezcla de insumos materia prima, demoras	12	26	17,91%	38,81%	
2	Medición	Demoras en control de calidad	Inventarios en procesos, retrasos en producción	11	37	16,42%	55,22%	
3	Material	Desabastecimiento de materia prima	Baja productividad, tiempos ociosos	10	47	14,93%	70,15%	
5	Maquinaria	Demoras en la regulación de la maquina	Tiempos de espera prolongados	7	54	10,45%	80,60%	
6	Medición	Ausencia de indicadores de productividad	Falta de seguimiento y control	5	59	7,46%	88,06%	19,40%
7	Mano de Obra	Insuficiente mano de obra	Retrasos en la producción	2	61	2,99%	91,04%	
8	Mano de Obra	Falta de capacitación del personal	Baja productividad	2	63	2,99%	94,03%	
9	Material	Materias primas con diferentes calidades	Reprocesos, desabastecimiento	2	65	2,99%	97,01%	
10	Método de trabajo	Ausencia de método de trabajo	Retraso en la producción	2	67	2,99%	100,00%	100,00%
				67				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 01, se muestra los principales factores que afectan la productividad de la planta de Liofilizado de frutas y también los problemas que ocasionan, la clasificación de los problemas se da mediante las No Conformidades que se han levantado en la planta de producción en el año 2020, estas No Conformidades son levantadas por cualquier personal de la planta que encuentra una anormalidad o problema en el proceso productivo que puede convertirse en un futuro reclamo.

A continuación, se muestra el diagrama de Pareto para identificar los principales problemas que se deben atender para mejorar la productividad de la planta de producción de liofilizado de frutas.

Figura 02: Elaboración de Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Realizado el diagrama de Pareto y habiendo considerado los principales problemas que se presentan en la planta de liofilizado y las causas que se provocan se ha identificado la problemática que representa el 80% de los problemas de la baja productividad siendo los siguientes.

- Limitada capacidad de producción
- Falta de orden y limpieza en la planta
- Demoras en control de calidad
- Desabastecimiento de materia prima
- Demoras en la regulación de la maquina

Sobre la base de la realidad problemática que se ha analizado se plantea el problema general el cual se presenta a continuación.

Problema general

¿En qué medida la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, permiten incrementar la productividad del proceso de liofilizado del plátano en la planta procesadora?

También se plantearon los problemas específicos del estudio:

PE1: ¿De qué manera la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementan la eficacia del proceso de liofilizado del plátano?

PE2: ¿De qué manera la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la eficiencia del proceso de liofilizado del plátano?

Con el planteamiento de la problemática que presenta la empresa Agroindustrial se plantea la justificación del estudio la que se presenta en el ámbito teórico, económico y práctico.

Justificación teórica: El estudio se justifica teóricamente ya que se busca la importancia de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, el uso de estas herramientas y estrategias permiten mejorar la variable dependiente que es productividad.

La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la planta procesadora específicamente en la línea de Liofilizado de frutas aporta a las investigaciones futuras a nivel nacional sobre cómo se puede mejorar la productividad de un proceso productivos con la aplicación de las herramientas como el VSM, Kanban y las 5S's.

Justificación económica: la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturan en la planta procesadora de la empresa Agroindustrial se vio reflejada con la mejora de la productividad del proceso y el incremento en la producción de frutas Liofilizadas reflejándose en una mejora económica importante en la utilidad y el incremento en el flujo de caja de la empresa Agroindustrial.

Justificación práctica: para realizar el análisis de la productividad de la planta procesadora es importante la aplicación del VSM como herramienta inicial y así poder mapear el proceso productivo identificando las oportunidades de mejora que se presentan para poder aplicar las herramientas de Lean Manufacturing como el Kanban, VSM y 5S`s.

Realizada la justificación del estudio de manera práctica, teórica y económica se plantean los objetivos del estudio siendo el objetivo general el principal a alcanzar en la investigación.

Objetivo general

Aplicar las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de Liofilizado del plátano para incrementar la productividad de la planta procesadora.

Los objetivos específicos son los siguientes:

OE1: Determinar como la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementa la eficacia del proceso de liofilizado del plátano.

OE2: Determinar como la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del proceso de liofilizado del plátano.

Con los objetivos del estudio planteados se desarrollan las hipótesis del estudio siendo las siguientes.

Hipótesis general

La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, incrementó positivamente la productividad del proceso de Liofilizado del plátano en la planta procesadora de la empresa Agroindustrial.

Hipótesis específicas

HE01: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementó positivamente la eficiencia del proceso de Liofilizado de plátano.

HE02: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementó positivamente la eficacia del proceso de Liofilizado de plátano.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del marco teórico se analizan estudios realizados a nivel internacional y nacional, que hayan investigado las variables del estudio:

Antecedentes internacionales: se presentan los siguientes estudios

Tzep (2015), tiene como objetivo principal optimizar los costos de operación en el área de esterilizado de medios y en procesos de empaque de esquejes para la exportación, para reducir los costos de empaque y producción de las plantas ornamentales.

La empresa cuenta en sus instalaciones con un importante mano de obra en temporada alta donde alcanza a tener un promedio de 700 trabajadores, esto acompañado al incremento de los costos de las principales materias primas, fertilizantes e insumos ha afectado de manera considerable el incremento de los costos de producción.

El estudio busca mejorar la productividad de sus procesos para poder ser más competitiva a nivel nacional e internacional en la industria Agroindustrial de Guatemala, para lo cual implemento las herramientas de Lean Manufacturing como Justo a tiempo, 5S`s, VSM, Kanban entre las principales, se obtuvo como resultado la reducción de los costos de producción en un 16% con una mejora en la productividad del proceso productivos , también se redujeron los costos de empaque, lo que genera que la empresa exportadora de plantas ornamentales mejore su utilidad.

Vargas, Muratalla, & Castillo (2016) en su estudio de la Universidad de Carabobo, Venezuela, tiene como objetivo principal analizar el impacto de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing y mejora continua para optimizar un sistema de producción, también se busca mejorar la calidad y optimizar los procesos para mejorar la competitividad de las empresas mediante la aplicación de las herramientas de mejora continua.

Para lograr los resultados esperados se utilizaron instrumentos como la revisión de la literatura, fichas para la recolección de datos y técnicas de análisis documental.

Los resultados obtenidos en el estudio se obtuvieron mediante la aplicación de una encuesta realizada por expertos y la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, Concluyendo que los principales problemas que se generan en las empresas se dan por la parte administrativa con un 43% seguido por la parte de calidad y producción con 24% y 16%.

Con la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing se puede mejorar en un 20% los costos de las compras, la producción se mejora en cuanto al tiempo de producción y la reducción de sus costos en un 40% y la reducción de los inventarios en proceso en un 40% y, por último, en un 25% el Lead time del proceso productivo.

Martinez, L. (2016), en su estudio tiene como objetivo implementar herramientas de ingeniería que se encuentran en la metodología Lean Manufacturing, con la finalidad de incrementar la productividad del área de mantenimiento en el Comando Logístico que lleva por nombre "Reino de Quito" buscando mejorar los tiempos de ejecución y eliminar de los desperdicios de tiempo.

Para alcanzar la mejora en la productividad se implementaron herramientas como mantenimiento autónomo y las 5S's lo que permitió responder de manera eficiente a las necesidades del cliente y también reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad en la producción. Se inició la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing con la elaboración del VSM para poder diagramar las mudas existentes en la línea de producción de mecanizado, se aplicó el seguimiento y control de las herramientas de mejora considerando la producción de 125 artículos donde el tiempo disminuyó en 235 minutos con la aplicación de las 5S's y un 12% aproximadamente con la aplicación del mantenimiento autónomo.

Medina (2021), presenta como objetivo implementar herramientas de Lean Manufacturing en una empresa textil pequeña que tiene procesos productivos para la elaboración de hilados y prendas, con las mejoras planteadas busca implementar indicadores que mejoren la productividad.

Se realizó la evaluación de la planta de producción de la empresa textil, concluyendo que el personal de planta no se encuentra familiarizado y no conoce las herramientas de lean Manufacturing para poder implementarlas para lo cual

primero se procedió a capacitar al personal y proponer los objetivos que se desean alcanzar para concientizar al personal, también se elaboró el VSM como punto de partida para poder identificar las oportunidades de mejora que existen en la planta de producción, identificando problemática como un mala distribución de planta, exceso de inventarios en los subprocesos y en las zonas de almacenamiento de producto terminado y también de la materia prima, reprocesos y productos no conforme.

Con la capacitación que se dio al personal de la planta de producción y a los principales directivos y habiendo identificado la problemática en los procesos productivos se dio a conocer herramientas como el Kaizen, estandarización de trabajo y las 5 S's para que sean implementadas y poder mejorar la productividad del proceso.

Díaz (2015) en su estudio tiene como objetivo implementar las herramientas de Lean Manufacturing en la industria farmacéutica donde los procesos productivos son muy rígidos y presentan altos niveles de calidad, es por ello que el estudio busca eliminar los desperdicios de tiempos que se presentan en el proceso y también generar una mejor comunicación entre los trabajadores de la planta de producción, de distintos niveles jerárquicos

Para poder iniciar con la implementación de las herramientas la empresa realizó una prueba piloto en el proceso productivo, luego se realizó la implementación de JIT's en el sub proceso de acondicionamiento de sólidos para culminar con un seguimiento de los indicadores implementados.

La implementación de la herramienta se lleva a cabo en tres meses y se hace seguimiento de indicadores mensuales donde se encontraron resultados positivos en el primer mes con un 85% y 76% de productividad en las líneas 1 y 3 incrementándose favorablemente sin embargo en el segundo mes los resultados no fueron positivos bajando la productividad a 55% y 68% en las mismas líneas estos resultados mejoraron al final de la implementación incrementándose en el mes de abril a 65 y 70 %.

Antecedentes nacionales tenemos diferentes tesis que mencionaremos como:

Aguilar (2019) tiene como objetivo principal, proponer herramientas de la filosofía Lean Manufacturing como parte de la mejora continua y así poder incrementar productividad en el Molino Castillo S.A.C.

El estudio partió con el análisis de la situación actual donde se encontraron problemas como, tiempos innecesarios en la producción, alto índice de desperdicios, desorden y falta de limpieza, siendo estas las principales falencias para lo cual se plantea la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como el uso de las técnicas 5S, donde se obtuvo un resultado positivo ya que se incrementó la productividad en 3.23%.

De acuerdo a las herramientas aplicadas se planteó un plan de acción para mejorar la productividad mediante el mapeo del proceso productivo con la herramienta del VSM, mejorando los indicadores del Lead Time actual que es de 18 horas a un Lead Time propuesto de 17.49 horas. También se analizó la mejora económica que se alcanza con la aplicación de las herramientas que mejoran la productividad del molino obteniendo resultados positivos con Beneficio / Costo de 1.83.

Lezama & Chegne (2019), en su estudio presenta como objetivo principal, aplicar las herramientas de Lean Manufacturing en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C teniendo como finalidad el incrementa de la productividad.

Se realizó el estudio de tipo experimental donde se aplicaron herramientas de diagnóstico para conocer los principales problemas del proceso como el diagrama de Ishikawa, toma de tiempos de los procesos para aplicar las herramientas de Lean Manufacturing, se identificaron los sub procesos mediante el DOP y DAP, de esta manera se identificaron que los principales problemas se encuentran en los factores de mano de obra y materia prima, también se realizó el análisis de la productividad obteniendo un valor de 263,42 kg/h.h.

En el estudio se aplicaron las herramientas de Lean Manufacturing como el SMED para mejorar los indicadores de mano de obra y materia prima incrementando la productividad en un 2%.

Chavez (2018), en su estudio tiene como finalidad incrementar los índices de productividad en el proceso productivo para la elaboración de tubos colapsibles, estas mejoras son implementadas en la planta de producción de la empresa Envases Lima S.A.C. para ello fue necesario realizar un seguimiento a los lotes de producción mediante un estudio de observación, también utilizar herramientas que permitieron realizar un diagnóstico y conocer aquellos factores que afectaban la productividad y de esta manera poder incrementar la productividad del proceso.

Las mejoras en el proceso productivo estuvieron orientadas a poder transformar las actividades externas en internas haciéndolo de una manera eficiente mediante las herramientas de lean Manufacturing, posterior a ello se obtuvo resultados favorables en cuanto a la reducción de tiempo en las actividades que se presentan en el proceso una de ellas es el cambio de formato en las principales máquinas y de esta manera reducir el tiempo y poder incrementar la producción del proceso para alcanzar los niveles de producción que permitan cumplir con los compromisos adquiridos con el cliente, las herramientas utilizadas en el estudio son las 5S y POKA YOKE, y el SMED que le permitieron a la planta de producción mejorar en 7.02% la productividad, esto como consecuencia del incremento de sus indicadores eficacia en 6.368% y eficiencia de 5.192%.

Ramirez (2020) en su estudio tiene como objetivo principal mejorar la productividad al pujar los valores de la eficiencia y eficacia del proceso. Para lo cual se aplicaron herramientas de Lean Manufacturing como las 5S's, el VSM para identificar las oportunidades de mejora a lo largo del proceso productivo, balance de línea entre las principales.

El estudio es de tipo aplicada o práctica, según los datos que se utilizaron es cuantitativa y de diseño experimental donde la población que se considera son el total de mimetizados tipo árbol artificial.

Se obtuvo como resultados lo siguiente, al aplicar las herramientas de Lean Manufacturing la productividad se mejoró de un 72.56% a 85.23%, los costos se redujeron en un 25.91%, con la aplicación del VSM los 5 subprocesos se redujeron de 37.95 días a 17.79 días.

Gavidia (2018) tiene como objetivo principal aplicar las herramientas Lean Manufacturing en el almacén general de la empresa Netafim Perú S.A.C. para mejorar la productividad del mismo, este se encuentra en Lurín, Lima, el estudio es de tipo aplicada, descriptivo explicativo de diseño cuasi experimental.

El principal problema está en la baja ineficiencia e ineficacia de los procesos del área y de los trabajadores lo que ha ocasionado que se tengan una baja productividad del almacén general, por iniciativa de la gerencia se implementó el estudio donde se proponen la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S's, el Kaizen y el SMED, posterior a la aplicación se logró un incremento de la productividad en 29.50%, en el almacén, considerando los principales procesos, también se incrementó la eficiencia en 30.29% y de la eficacia en 2.86% de los trabajadores del almacén.

Teorías relacionadas al tema

Se presenta las teorías relacionadas a las variables del estudio para poder dar un respaldo a la metodología a utilizar y para poder conceptualizar las variables y herramientas a utilizar.

La liofilización es un proceso de conservación mediante sublimación utilizado con el fin de reducir las pérdidas de los componentes volátiles. Es el más noble proceso de conservación de productos biológicos conocido, porque aúna los dos métodos más fiables de conservación, la congelación y la deshidratación. En este proceso de secado los productos obtenidos no se ven alterados en sus propiedades y se rehidratan fácilmente (Cañizarez, 2003)

El Lean Manufacturing se conceptualiza como es la persecución hacia la mejora de un proceso productivo o un sistema de producción, mediante la reducción o eliminación del desperdicio de los factores que afectan la productividad, donde se entiende como desperdicio aquellas acciones que no agregan un valor al proceso o sistema de producción y por los cuales el cliente no desea asumir sus costos (Rajadell & Sánchez, 2015)

Al eliminar los desperdicios de tiempo y de los factores que afectan a la producción, la calidad aumenta y los costos de operación y el lead time del proceso disminuyen,

estas herramientas se han aplicado a la mayoría de sectores industriales y no solo a los automóviles obteniendo muy buenos resultados.

Los desperdicios que se presentan cuando se va a implementar la filosofía Lean Manufacturing son todos aquellos que perjudican la producción, son todos los factores que no agregan valor al proceso ni al producto final y que el cliente no está dispuesto a pagar.

Según Villaseñor & Galindo (2015), los desperdicios son los siguientes:

- Espera
- Sobreproducción
- Movimiento innecesario
- Transporte innecesario
- Inventarios
- Productos defectuosos
- Reprocesos

También se puede identificar los principios con los que trabaja la Filosofía Lean Manufacturing. (Villaseñor & Galindo, 2015)

- Definir aquellas actividades que agregan valor al cliente
- Realizar el mapa del proceso
- Lograr que se cree el flujo continuo
- Hacer que los consumidores jalen lo que se necesita
- Alcanzar la perfección y esforzarse para ser excelentes

Según Ballesteros (2008), los objetivos de la metodología Lean Manufacturing son:

- Implementar una filosofía de mejora continua que orientada a que las empresas puedan mejorar sus procesos.
- Eliminar los desperdicios que se presentan en el proceso productivo afecta a la producción, buscando la reducción del costo de operación.
- Proporcionar herramientas que permitan a la empresa alcanzar una excelente calidad, buenos precios, tiempo de producción y entrega de producto.

Las principales herramientas de la Filosofía Lean Manufacturing son:

Value Stream Mapping (VSM) Mapeo Flujo de Valor

Según Sarria, Fonseca, & Bocanegra (2017) mencionan que el VSM es una herramienta vital para el diseño del mapeo de los procesos productivos con la que se puede determinar la capacidad de producción y poder identificar los tiempos de los procesos y de espera, también se puede analizar el flujo de producción desde la materia prima hasta cuando el producto final está listo para el cliente.

Las 5 S's

Las 5S es una metodología japonesa que se basa en cinco palabras donde sus iniciales empiezan con la letra "S". La primera es Seiri, con un significado de seleccionar los elementos que sirven de los que no sirven, la segunda S es Seiton, con un significado de ordenar aquellos elementos que sirven, la tercera S es Seiso, con un significado de limpiar, la cuarta S es Seiketsu, con un significado de estandarización de normas, la quinta S es Shitsuke, con un significado de disciplina para mantener y consolidar el hábito de la mejora continua (Aldavert, 2016).

- Seiri (Clasificar): es la primera etapa de la metodología donde se separa todo lo que sirve de lo innecesario y se deja sólo lo que agrega valor a la empresa, mediante su utilización.
- Seiton (Ordenar): es la segunda etapa de la metodología donde se ordena los materiales que se han identificado en la zona de trabajo y se colocan en sus respectivos lugares de tal forma que sea rápida su identificación para su uso, en esta etapa se permite la liberación de espacios que están siendo ocupados de forma improductiva y peligrosa.
- Seiso (Limpieza): es la tercera etapa de la metodología donde se busca mantener en orden todo el entorno donde se realizan las actividades de trabajo dejando limpio y ordenado para realizar mejor las tareas a realizar.
- Seiketsu (Estandarizar): es la cuarta etapa de la metodología donde se establecen las normas de estandarización mediante la implementación de procedimientos de trabajo que permitan mantener positivamente la

implementación de las tres etapas anteriores de la metodología logrando un ambiente limpio y ordenado.

- Shitsuke (Disciplina): es la última etapa de la metodología donde se crea un hábito de mantener en el tiempo la implementación de la herramienta y mejorar de forma continua los hábitos de orden y limpieza en el lugar de trabajo de cada colaborador haciendo que la herramienta de las 5S's y su implementación sea sostenible en el tiempo y sus actividades sean parte del día a día de cada trabajador.

Kanban

Parra (2015), menciona que el sistema Kanban “Es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT, la cual tiene como orientación básica la reducción de nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requerido” (Parra, 2015)

Reglas del Kanban

- No enviar los productos que presenten fallas
- Los procesos siguientes deben pedir solo lo que necesitan
- Producir la cantidad que requiere el siguiente proceso
- Balancear la producción
- Eliminar las especulaciones en el proceso
- Estabilizar y racionalizar el proceso

La productividad se puede definir como el uso eficiente de los recursos que intervienen en la producción, estos pueden ser los materiales, la mano de obra, los equipos de trabajo o las máquinas, la inversión, que permiten elaborar un producto en un tiempo determinado, con el objetivo de alcanzar mejores niveles de producción y disminuir los costos de operación. (Urbina, 2018)

También se define la productividad como “la productividad es una medición de la eficiencia con el adecuado uso de los materiales en el proceso de producción. (Cespedes, Lavado, & Ramírez, 2016)

Los factores de productividad de una organización son aquellos que determinan en el valor que pueden tomar los diferentes indicadores de la productividad.

- Estudio de los materiales.
- Estudio de aplicaciones de nuevas tecnologías.
- Mejorar la eficiencia.
- Aprovechamiento del personal.
- Estudio de los ciclos y cargas de trabajo.
- Conjugación productividad- calidad.
- Estudio de sistemas de medición de tiempos e incentivos.

López (2013) clasifica a la productividad de dos maneras que pueden ser una productividad parcial que es la relación que existe entre los resultados alcanzados como la producción total y un solo factor que afecta la productividad como la mano de obra, la maquinaria, los materiales entre otros, siendo la fórmula para el cálculo la siguiente:

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{Salida total}}{\text{Una entrada}}$$

López (2013) también la clasifica como productividad global donde se considera el mismo calculo en relación a las salidas de producción y las entradas (factores que afectan la productividad) para este cálculo se tiene en cuenta la producción alcanzada total en relación a todos los recursos que están involucrados en la producción.

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Produccion total}}{\text{Insumos totales}}$$

La evaluación del desempeño global de un sistema se mide en base a tres criterios: la eficiencia, la eficacia y la efectividad, es necesario señalar sus definiciones:

a) Eficiencia:

Se considera eficiencia a lo relacionado entre el producto obtenido y los bienes empleados, en resumen, es buscar el rendimiento tratando de llegar a la optimización de los bienes empleados y esforzarse que no existan residuos de los mismos. (Gutiérrez, 2014)

Se puede definir en la forma en que se usan los recursos de la empresa, ya sean recursos humanos, materiales, tecnológicos, etc.

Algunos de los criterios a evaluar para la medición de la eficiencia son: tiempos muertos, desperdicio, % de utilización de la capacidad instalada.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$$

b) Eficacia:

Se dice del grado de cumplimiento en que se realizan las actividades planificadas y que se logran alcanzar los resultados ya planificados. (Gutiérrez, 2014)

Se puede definir como el grado de cumplimiento de los objetivos, metas, estándares, etcétera. Se determina de la siguiente manera:

Eficacia = Producción útil / Objetivo de la empresa

Algunos de los criterios a evaluar para medición de la eficacia: grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas, demoras en los tiempos de entrega.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Producción Programada}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Se considera una investigación aplicada aquella que “tiene como principal objeto confrontar la teoría y la realidad; la aplicación e investigación de estudios a situaciones, características específicas y problemas”. Quezada (2019, p.29)

El estudio para mejorar la productividad del proceso de Liofilizado de plátano mediante la aplicación de herramientas de mejora basadas en la filosofía Lean es de tipo aplicada que se da de manera directa se confronta la teoría con la realizada de la planta de producción para mejorar la productividad del proceso.

El enfoque cuantitativo es aquella que genera referencia a base de técnicas estadísticas y números, que faciliten a la toma decisión a favor de la organización (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018)

El estudio realizado presenta un enfoque cuantitativo ya que la variable dependiente se calcula de manera cuantitativa mediante data estadística y levantamiento e datos mediante formatos de producción que permiten calcular la productividad actual y futura de la planta de producción de plátano liofilizado.

Nivel de investigación

“La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto” (Fidias, 2012)

El nivel de investigación es explicativa ya que con la aplicación de las herramientas de mejora como las 5S`s, Kanban y VSM se busca mejorar la productividad de la línea de producción de plátano liofilizado, se explica que factores afectan el proceso y se eliminan los desperdicios de tiempo.

Diseño de investigación

La investigación pre experimental, aplicada a un grupo se emplea una prueba previa antes del tratamiento y después del tratamiento se aplica la pos prueba. (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

El estudio tiene un diseño pre experimental ya que se calcula la productividad del proceso de liofilizado de plátano antes de la aplicación de las herramientas de mejora y también se realiza mediciones post aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: “Lean Manufacturing”

Se aplican las herramientas de Lean Manufacturing como el Kanban, VSM y 5S`s para mejorar la productividad del proceso de liofilizado de plátano de la empresa Agroindustrial.

“El Lean Manufacturing se conceptualiza como es la persecución hacia la mejora de un proceso productivo o un sistema de producción, mediante la reducción o eliminación del desperdicio de los factores que afectan la productividad, donde se entiende como desperdicio aquellas acciones que no agregan un valor al proceso o sistema de producción y por los cuales el cliente no desea asumir sus costos”. (Rajadell & Sánchez, 2015)

- **Dimensión 1: 5S`s**

La aplicación de la metodología de las 5S´s se basa en la filosofía orden y limpieza en la planta de producción de Liofilizado de plátano que permitirá mejorar la productividad en el almacenamiento de materias primas e insumos.

Las 5S es una metodología japonesa que se basa en cinco palabras donde sus iniciales empiezan con la letra “S”. La primera es Seiri, con un significado de seleccionar los elementos que sirven de los que no sirven, la segunda S es Seiton, con un significado de ordenar aquellos elementos que sirven, la tercera S es Seiso, con un significado de limpiar, la cuarta S es Seiketsu, con un significado de estandarización de normas, la quinta S es Shitsuke, con un significado de disciplina para mantener y consolidar el hábito de la mejora continua (Aldavert, 2016).

$$\% \text{ cumplimiento } S`s = \frac{5S`s \text{ cumplidas}}{\text{Total de las } 5S`s} \times 100$$

- Dimensión 2: Kanban-Flujo de trabajos

La aplicación de la herramienta Kanban se aplica en el proceso de Liofilizado de plátano para que fluyan los inventarios en proceso y no se generen los cuellos de botella en sub procesos.

Parra afirma que el sistema Kanban “Es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT, la cual tiene como orientación básica la reducción de nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requerido” (Parra, 2015).

$$\% \text{ cumplimiento} = \frac{\text{Bach entregados a tiempo}}{\text{Bach totales de produccion}} \times 100$$

Variable dependiente: “Productividad”

Se mide la productividad del proceso de Liofilizado mediante el análisis de los factores que afectan el proceso productivo para poder determinar su eficiente uso.

Según Urbina (2018) La productividad se puede definir como el uso eficiente de los recursos que intervienen en la producción, estos pueden ser los materiales, la mano de obra, los equipos de trabajo o las máquinas, la inversión, que permiten elaborar un producto en un tiempo determinado, con el objetivo de alcanzar mejores niveles de producción y disminuir los costos de operación.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Kilogramos}}{\text{Horas.hombre}} \times 100$$

- Dimensión 1: Eficiencia

Se puede definir en la forma en que se usan los recursos de la empresa, ya sean recursos humanos, materiales, tecnológicos, etcétera.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion efectiva}} \times 100$$

- Dimensión 2: Eficacia

Se define como el grado de cumplimiento de los objetivos, metas, estándares.

$$Eficacia = \frac{Produccion\ alcanzada}{Produccion\ programada} \times 100$$

3.3. Población y muestra

Población

La población de estudio que se toma son los lotes de producción para el liofilizado de plátano en un periodo de 3 meses donde se realiza un seguimiento de los factores que afectan la productividad y se toman los tiempos de producción y espera, se tiene un aproximado de 40 lotes de producción.

Muestra

Se considera como la muestra del estudio los lotes de producción que cumplan con las especificaciones deseadas, se clasifican los lotes de liofilizado de frutas y se consideran las de liofilizado de plátano. El tipo de muestreo para el estudio es probabilístico. Se tiene un total de 15 lotes de producción donde se realizó el pre test y pos test del estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Las técnicas utilizadas en el estudio son la siguientes

Observación: para el levantamiento de los tiempos de producción y espera en el proceso de liofilizado de plátano, se realiza con la muestra de lotes de producción y así poder identificar los factores que afectan la productividad y dar herramientas de mejora.

Análisis documental: se analiza la información del área de producción de la línea de Liofilizado de plátano del periodo 2020 con la finalidad de conocer los tiempos de producción y los factores que afectan la productividad.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar en el presente estudio se muestran en el Anexo 02 y están referidos a las herramientas de Lean Manufacturing, y son el cuestionario para las 5S`s y la ficha registro para el cálculo de la productividad

Método de evaluación

La evaluación de las variables se da mediante el cálculo de los porcentajes de cumplimiento de las herramientas de Lean Manufacturing y mediante la evaluación técnica para determinar la productividad futura y su mejora.

Validez y Confiabilidad

Para la validez y confiabilidad de los instrumentos en el estudio se toma en cuenta aspectos como claridad, relevancia y pertinencia.

La validez de los instrumentos a utilizar es aprobada por tres especialistas en el tema. La carta de validación del instrumento se muestra en el Anexo N° 03.

3.5. Procedimiento

El procedimiento para el levantamiento de datos es el siguiente:

- Presentación de los instrumentos
- Aprobación de los instrumentos
- Aplicación de los instrumentos
- Recolección de la información en la planta de Liofilizado
- Análisis situacional de la planta de Liofilizado
- Calculo de la productividad del proceso de Liofilizado
- Aplicación de las herramientas de Lean
- Calculo de la productividad proyectada
- Análisis de los resultados

- Discusión
- Conclusiones y recomendaciones

Situación actual de la empresa

La producción de frutas y vegetales liofilizados se dan en la Empresa Agroindustrial, que se ubica en la ciudad de Arequipa siendo la más importante del Sur del Perú, la empresa tiene como principal mercado los países europeos siendo Alemania el más importante, la comercialización de los productos liofilizados y deshidratados son nuevos en el mercado por lo que están teniendo una buena pegada en el mercado internacional.

La Empresa Agroindustrial ha presentado un crecimiento importante en los últimos años lo que ha generado que se puedan diversificar los productos en sus dos líneas de producción que son los vegetales liofilizados y la última línea de producción que son las frutas liofilizadas.

Dentro de los principales productos de la línea de frutas liofilizadas o deshidratadas se encuentra el plátano, donde se sacaron pruebas para la venta teniendo una importante aceptación y ahora se tiene pedidos con volúmenes de producción importante.

Cultura organizacional

La Empresa Agroindustrial presenta una buena cultura organizacional que ha sido definida por los dueños de la empresa y los principales directivos, esta fue planteada a partir de la definición de los valores empresariales, la Visión y Misión.

a) Valores empresariales

Los valores empresariales que se practican en la Empresa Agroindustrial se han establecido de forma que son del cumplimiento de todo el personal y estos son los siguientes:

- Honestidad: uno de los principales valores exigidos y practicados en la empresa donde se busca que los trabajadores siempre digan la verdad y sean honestos al momento de realizar sus funciones, sin mentir a los supervisores al momento que se presentan falencias en la producción.
- Trabajo en equipo: siendo primordial para poder cumplir con los objetivos empresariales, el trabajo en equipo permitirá ser más productivo al momento de realizar las actividades de cada colaborador ya que el trabajo de uno afecta de manera positiva el trabajo del grupo.
- Puntualidad: se busca que los trabajadores de la empresa lleguen temprano a las instalaciones de la empresa para poder iniciar de manera puntual con la producción.
- Perseverancia: al momento de realizar las actividades de cada trabajador es importante que cada uno de ellos de, el máximo esfuerzo para poder alcanzar las metas individuales y grupales.

b) Visión

La visión de la empresa que es parte fundamental de la cultura organizacional ha sido definida por los dueños de la empresa que a su vez la han transmitido a sus colaboradores en todos los niveles.

“Ser la empresa líder a nivel mundial en la producción y comercialización de alimentos procesados, anticipándose al futuro con productos innovadores, buscando el cumplimiento de nuestros objetivos” (Empresa Agroindustrial, 2021)

c) Misión

La Misión también es parte fundamental de la cultura organizacional de la empresa y se da a conocer a los colaboradores, la Misión se definió de la siguiente manera.

“Somos una empresa dedicada a la producción y comercialización de alimentos procesados, confiable, eficiente y responsablemente social, con productos de alta calidad con procesos de liofilizados y deshidratados, dirigidos a un mercado internacional dando valor a la materia prima de nuestro país generando valor y bienestar a nuestro mercado” (Empresa Agroindustrial, 2021)

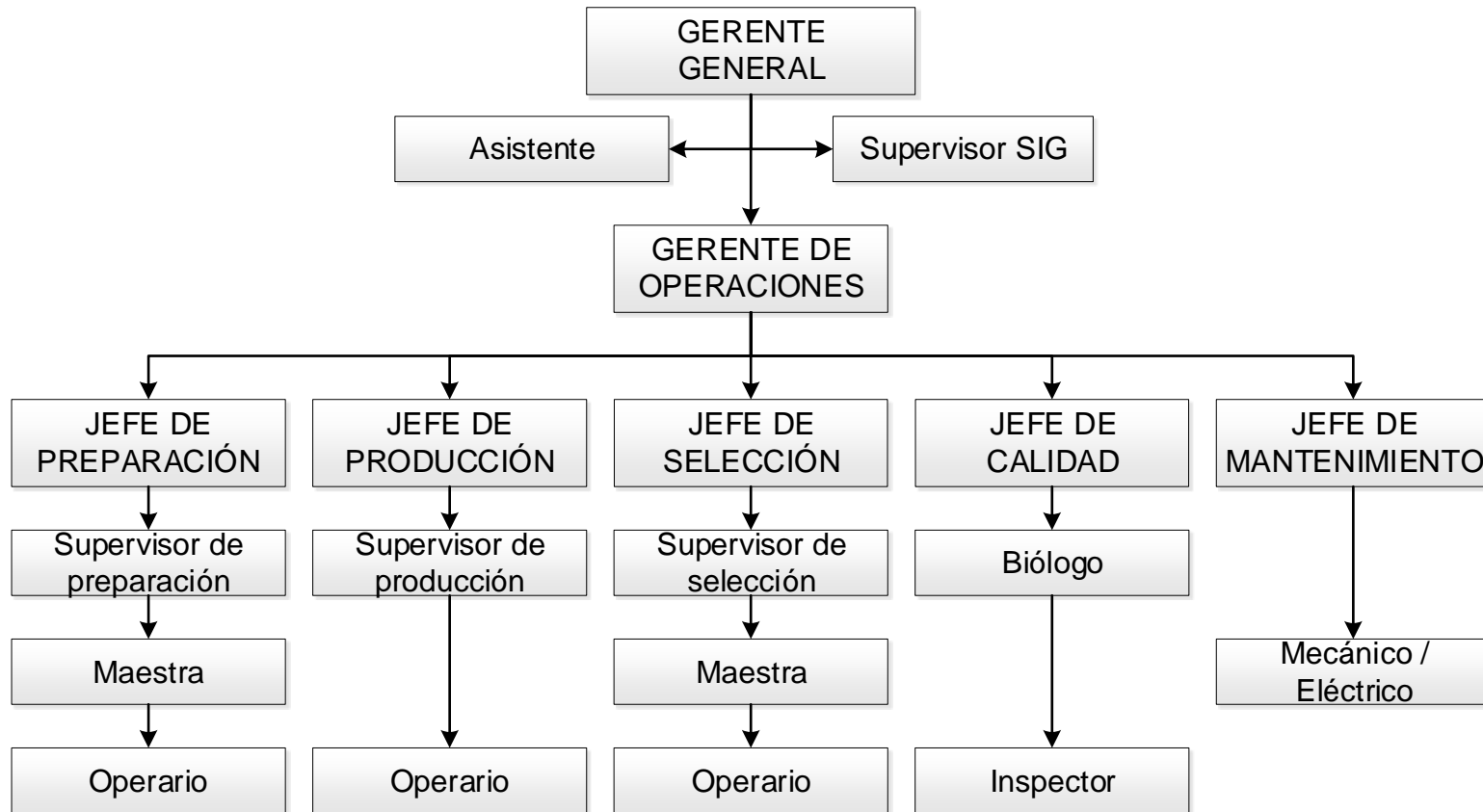
Estructura organizacional

La empresa Agroindustrial cuenta con una estructura organizacional ya definida en su área de recursos humanos y que es de forma horizontal con pocos niveles jerárquicos, lo que hace que se tenga una buena comunicación rápida y eficiente entre las jefaturas y sus colaboradores.

El Gerente General es el máximo representante de la Empresa Agroindustrial, y el a su vez tiene como principal soporte la Gerencia de Operaciones, en la planta de producción se tiene distribuido mediante las jefaturas de preparación, producción y selección, también se cuenta con la Jefatura de Calidad y mantenimiento.

El organigrama de la Empresa Agroindustrial se muestra en la Figura 03, donde se especifican los puestos que se tienen.

Figura 03: Organigrama de la Empresa Agroindustrial



Fuente: Elaboración propia

Productos y servicios

Los principales productos y servicios que ofrece la Empresa Agroindustrial están en relación a los dos principales procesos que presenta que son el Liofilizado y el Deshidratado.

a) Productos deshidratados

Los productos deshidratados que presenta la Empresa agroindustrial son comercializados en países europeos y americanos, estos son las principales verduras que se tiene en el país y los principales vegetales como:

- Perejil crespo
- Cebolla china
- Orégano
- Tomate
- Culantro
- Pimiento rojo

Los productos deshidratados de la empresa agroindustrial se muestran en la Figura 04.

Figura 04: Cebolla deshidratada



Fuente: Empresa Agroindustrial

La cebolla deshidratada es uno de los principales productos que se exporta con la presentación de chavis.

b) Productos Liofilizados

Los productos liofilizados que presenta la Empresa agroindustrial son comercializados en países europeos, innovadores y con gran valor agregado, dentro de ellos se encuentran los vegetales y las frutas que son las últimas pruebas que se hicieron y tuvieron una buena aceptación en el mercado, los principales productos son los siguientes:

- Perejil crespo
- Albahaca
- Poro
- Orégano
- Naranja
- Plátano

Los productos liofilizados en la presentación de perejil se muestran en la Figura 05.

Figura 05: Vegetales liofilizados



Fuente: Empresa Agroindustrial

Dentro de los vegetales liofilizados uno de los principales es el perejil crespo que es el que ha tenido mayor participación en el mercado europeo, otro de los productos importantes es el orégano que es utilizado en los principales platos de comida

También dentro de los productos liofilizados se ha realizado pruebas con las frutas que presentan, y buena calidad como la naranja y el plátano peruano, estas frutas han tenido una buena aceptación en varios mercados teniendo como clientes países como Alemania, Brasil, Estados Unidos entre los principales.

La naranja liofilizada se muestra en la Figura 06 donde se puede observar que el proceso se hace en rodajas.

Figura 06: Fruta liofilizada



Fuente: Empresa Agroindustrial

Para el presente estudio se ha considerado una de las frutas que ha tenido una mejor aceptación en el mercado como es el plátano liofilizado, ya que presentan muy buenas características nutritivas y es utilizado en diferentes formas en la comida de distintos países.

En la Figura 07 se muestra el plátano liofilizado que comercializa la Empresa Agroindustrial.

Figura 07: Plátano liofilizado



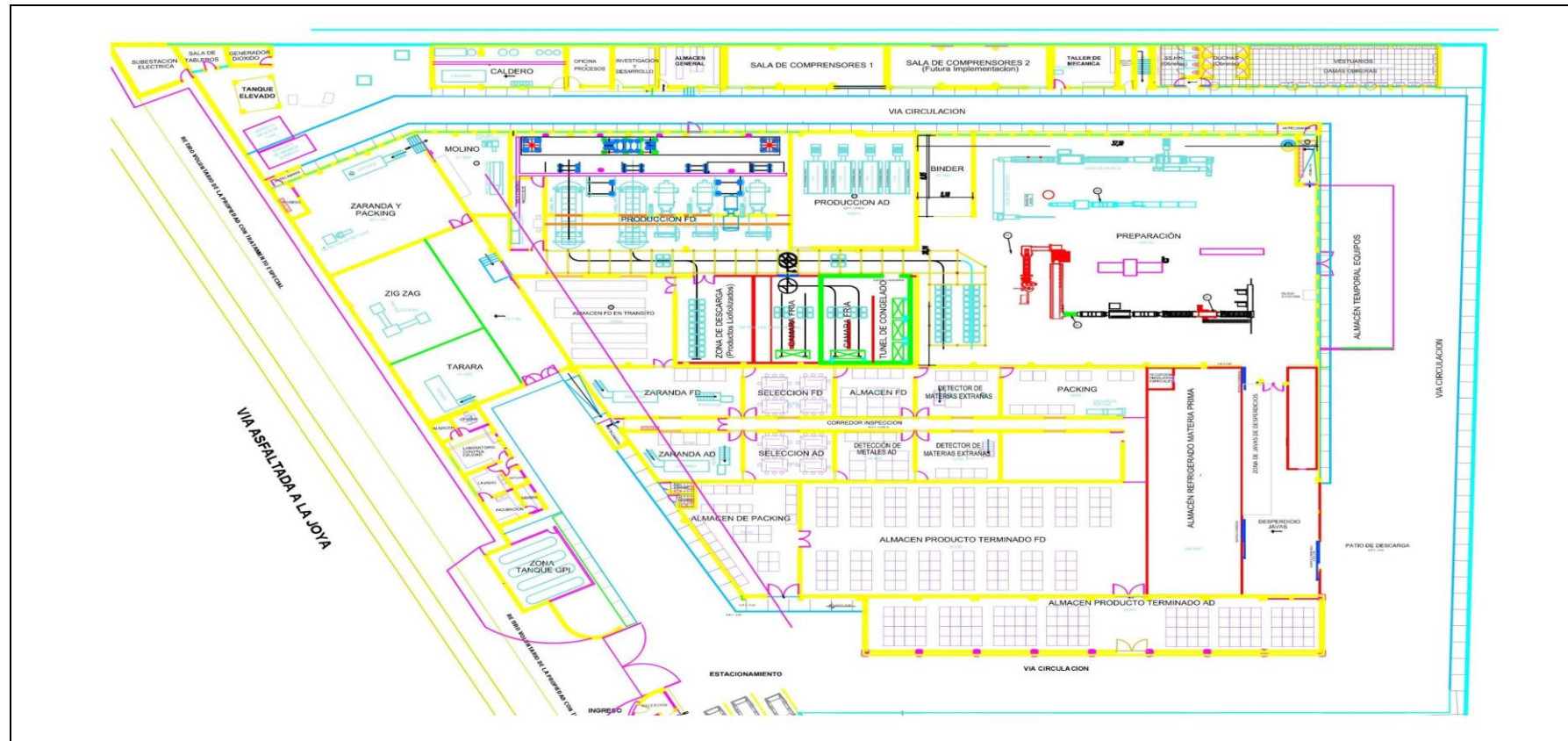
Fuente: Empresa Agroindustrial

Planta de Liofilizado

En la empresa agroindustrial se encuentran dos líneas de producción en la planta procesadora, se tiene la línea de productos deshidratados y productos liofilizados, también se tiene la zona de selección, de recepción de los productos que llegan del campo, las zonas administrativas y los almacenes de materia prima, producto terminado y el almacén general, todas las áreas están bajo la dirección del gerente de operaciones que es el encargado de gestionar y asignar los recursos necesarios para la producción.

Es importante conocer la distribución de las zonas de producción para lo cual en la Figura 08 se muestra el plano de la planta procesadora.

Figura 08: Distribución de la planta procesadora



EMPRESA AGROINDUSTRIAL	Área 1250 m ²	Instalaciones de la Empresa Agroindustrial	
		Realizado por: Katherine Alvarez Chipana Cathrine Calderón Hinojosa	Fecha: 21/12/2021 Hoja 01 de 01

Fuente: Empresa Agroindustrial

Análisis del proceso productivo

Para realizar el análisis del proceso productivo se utiliza la línea de producción de Liofilizado de plátano que es la fruta que a presentando una mejor aceptación en el mercado exterior.

Almacén de materia prima

La materia prima que es el plátano llega al almacén de materia prima en jabas aproximadas de 10 kg. Llegan en un camión que traslada un aproximado de 5.000,00 kilogramos y espera la descarga por el personal de la planta que hace uso del montacarga y traslada el producto a la zona de refrigeración que es donde se va almacenar.

Las condiciones en las que llega el producto son coordinadas por el jefe de preparación que verifica la cantidad, calidad de la materia prima, la hora de llegada, el peso y los datos del proveedor. El almacén refrigerado mantiene condiciones ideales de temperatura que oscilan entre 4 - 9 °C, asegurando la conservación de la fruta.

En la Figura 09 se muestra el almacenamiento del plátano como principal materia prima para el proceso de liofilizado.

Figura 09: Almacenamiento de materias primas



Fuente: Empresa Agroindustrial

Retiro de impurezas materia prima

El proceso de retiro de impurezas de la materia prima es realizado por 4 operarios que se encargan de la descarga del plátano el cual es colocado en las mesas de trabajo o en los soportes de plástico donde son revisados y se retiran los plátanos que cumplen con las características de calidad, aquellos que se encuentran rotos o aplastados y aquellos que están demasiado maduros, en este proceso existe un porcentaje de desperdicio.

En la Figura 10 se muestra el retiro de impurezas de las cabezas de plátano en el proceso de preparación.

Figura 10: Retiro de impurezas materia prima



Fuente: Empresa Agroindustrial

Lavado

Separadas las impurezas y desechos que se presentaban en la materia prima que es el plátano se traslada la fruta mediante la faja transportadoras al lavado, que se da en una maquina automática donde se cuenta con un sistema como ducha el cual vota agua a presión y limpia la materia prima, los plátanos que caen en el proceso de lavado se colocan de manera manual en el sub proceso de desafección para no reducir la materia prima, el producto que se encuentra en buenas condiciones después de haber retirado las partículas de tierra u

otros elementos son trasladados a la máquina de desinfección mediante una faja transportadora es un proceso automático.

En la Figura 11 se muestra la máquina de lavado de la línea de liofilizado.

Figura 11: Lavado



Fuente: Empresa Agroindustrial

Desinfección

Se realiza el proceso de desinfección posterior al lavado de la materia prima esto se da para poder reducir la carga microbiana que se pueda presentar en la materia prima, para la desinfección de la fruta se utiliza el ácido per acético dosificado de acuerdo a la cantidad que se ha ingresado a la máquina, la persona encargada del sub proceso de desinfección es la maestra de preparación que es la encargada de supervisar el proceso y dosificar el desinfectante cada 7 minutos, esta actividad es acompañada con el auxiliar de calidad que también verifica que el tiempo sea el adecuado y la concentración no varíe ya que le puede generar problemas en la materia prima, tanto si las cantidades son menores o mayores.

En la Figura 12 se muestra la máquina de desinfección del proceso liofilizado de frutas.

Figura 12: Desinfección



Fuente: Empresa Agroindustrial

Centrifugado

Cuando ya se tiene desinfectada la materia prima se transporta el plátano con una faja transportadora a las tolvas del siguiente sub proceso que el centrifugado, el cual se da en una máquina que tiene una demora aproximada de 10 minutos estos debido a que se tiene que realizar las actividades de carga, centrifugado y descarga del plátano.

La máquina para el proceso de centrifugado se muestra en la Figura 13.

Figura 13: Centrifugado



Fuente: Empresa Agroindustrial

Pelado

El plátano centrifugado es almacenado en las mesas de trabajo donde se va a realizar el pelado de la fruta ya que no presenta ninguna impureza y se encuentra desinfectado, los residuos que salen del proceso de pelado se almacenan y se trasladan a un almacén transitorio para poder ser procesado o vendido como producto complementario.

En la Figura 14 se muestra el pelado de plátano para el proceso de Liofilizado.

Figura 14: Pelado del plátano



Fuente: Empresa Agroindustrial

Corte

Para el proceso de corte se cuenta con una maquina automática que es regulable de acuerdo a las características que quiere el cliente en el tamaño del corte, esta actividad se da en la maquina cortadora urshell. El plátano que ya se encuentra cortado se llena en bandejas para ser trasladado a la cámara de congelamiento. En la Figura 15 se muestra el plátano cortado.

Figura 15: Cortado de plátano



Fuente: Empresa Agroindustrial

Congelamiento

La materia prima ya cortada es trasladada a la cámara de congelamiento y es colocada en los carritos especiales para poder ser sometida a una temperatura por debajo de -30 a -36 °C, el plátano ya cortado permanece en la cámara de congelamiento por un tiempo de 60 minutos, la finalidad de este sub proceso es mantener la calidad del producto.

En la Figura 16 se muestra la cámara de congelamiento del proceso de Liofilizado.

Figura 16: Congelamiento



Fuente: Empresa Agroindustrial

Liofilizado de plátano

En el proceso de Liofilizado del plátano lo que se busca es eliminar el agua que presenta el fruto con la sublimación, este proceso se realiza con la combinación de presión y temperatura esto se debe dar sin modificar las características organolépticas.

El proceso de Liofilizado de plátano está compuesto por dos etapas que se mencionan a continuación.

- **Congelamiento:** El plátano congelado se lleva al túnel de liofilizado, se disminuye la presión para poder hacer que se congele toda el agua que pueda quedar en el producto.
- **El secado primario:** cuando el plátano está listo con la presión y temperatura adecuada se empieza a suministrar calor siguiendo un programa especial para cada producto con el cual se realiza el liofilizado donde se controla tiempos, temperaturas y presiones.

En la Figura 17 se muestra la máquina para el secado primario en el proceso de Liofilizado.

Figura 17: Máquina para el secado primario



Fuente: Empresa Agroindustrial

Descarga de liofilizado

Cuando concluye el proceso de liofilizado se procede a la descarga del material a la zona de almacén transitorio, el personal del proceso realiza esta actividad mediante los carros de almacenamiento, se coloca el plátano liofilizado en las mesas de trabajo y se selecciona de acuerdo a sus características y calidad del producto en este proceso también se realiza el pesado del plátano liofilizado.

Detector de impurezas

En la última etapa del proceso de liofilizado se realiza un filtro mediante el detector de impurezas y rayos X, que permitirá que el producto final cumpla con todas las exigencias del cliente.

En la Figura 18 se muestra el detector de impurezas en el proceso de liofilizado.

Figura 18: Detector de impurezas



Fuente: Empresa Agroindustrial

Pesado, embolsado y encajado

El pesado, embolsado y encajado del plátano liofilizado los realizan los operarios y se da en la presentación de bolsas de 8 kg, estas son colocadas en cajas que son trasladadas al almacén de producto terminado.

Diseño de las herramientas de Lean Manufacturing

Aplicación del Value Stream Mapping

La metodología para la recolección de datos y análisis del proceso productivo de liofilizado de plátano se toma en cuenta la información histórica de producción de frutas en la empresa agroindustrial y se consideró el periodo 2021, también se hizo el seguimiento de las partidas de producción durante el periodo de 60 días y se recogió los datos de 15 Bach de plátano liofilizado.

Determinación de datos

Para determinar los datos de producción se consideran los siguientes datos:

- Producción anual
- Mano de obra
- Frecuencia de frutas liofilizadas
- Tiempo de retiro de impurezas
- Tiempo de lavado
- Tiempo de desinfección
- Tiempo de centrifugado
- Tiempo de pelado
- Tiempo de cortado
- Tiempo de congelamiento
- Tiempo de liofilizado
- Tiempo de descarga de liofilizado
- Tiempo de detector de impurezas
- Tiempo de pesado, embolsado y encajado
- Tiempo de almacenamiento de producto terminado

Metodología de recolección de datos

Para la recolección de datos se consideró la producción de las frutas que se liofilizan en la empresa agroindustrial para poder determinar el producto estrella, la información fue proporcionada por el área comercial

La distribución de las ventas del periodo 2021 se muestran en la Tabla 02.

Tabla 02: Clasificación de las frutas liofilizadas

Ventas mensuales periodo 2021		
Mes	Plátano	Naranja
Enero	15.512,00	2.540,00
Febrero	16.000,00	3.520,00
Marzo	16.500,00	2.860,00
Abril	15.900,00	2.980,00
Mayo	15.780,00	2.670,00
Junio	15.650,00	3.800,00
Julio	15.890,00	2.740,00
Agosto	14.800,00	2.500,00
Septiembre	15.110,00	3.100,00
Octubre	16.100,00	3.150,00
Noviembre	14.900,00	2.800,00
Diciembre	15.250,00	2.780,00
Total anual	187.392,00	35.440,00
Participación	84%	16%

Fuente: Elaboración propia

En la distribución de las frutas liofilizadas se tiene que el plátano tiene una mayor distribución con 84%, por lo que se trabajó y se hizo seguimiento a este producto.

VSM del proceso de liofilizado de plátano

El liofilizado de plátano es un proceso complejo que requiere de una importante cantidad de mano de obra y de una buena tecnología en las cámaras de liofilizado, se realizó el mapeo del proceso productivo mediante el diseño del VSM de la empresa agroindustrial.

En la Tabla 02 se muestra la base de datos para la elaboración del VSM del proceso de liofilizado de plátano para un lote de producción de 1.000,00 kg de materia prima.

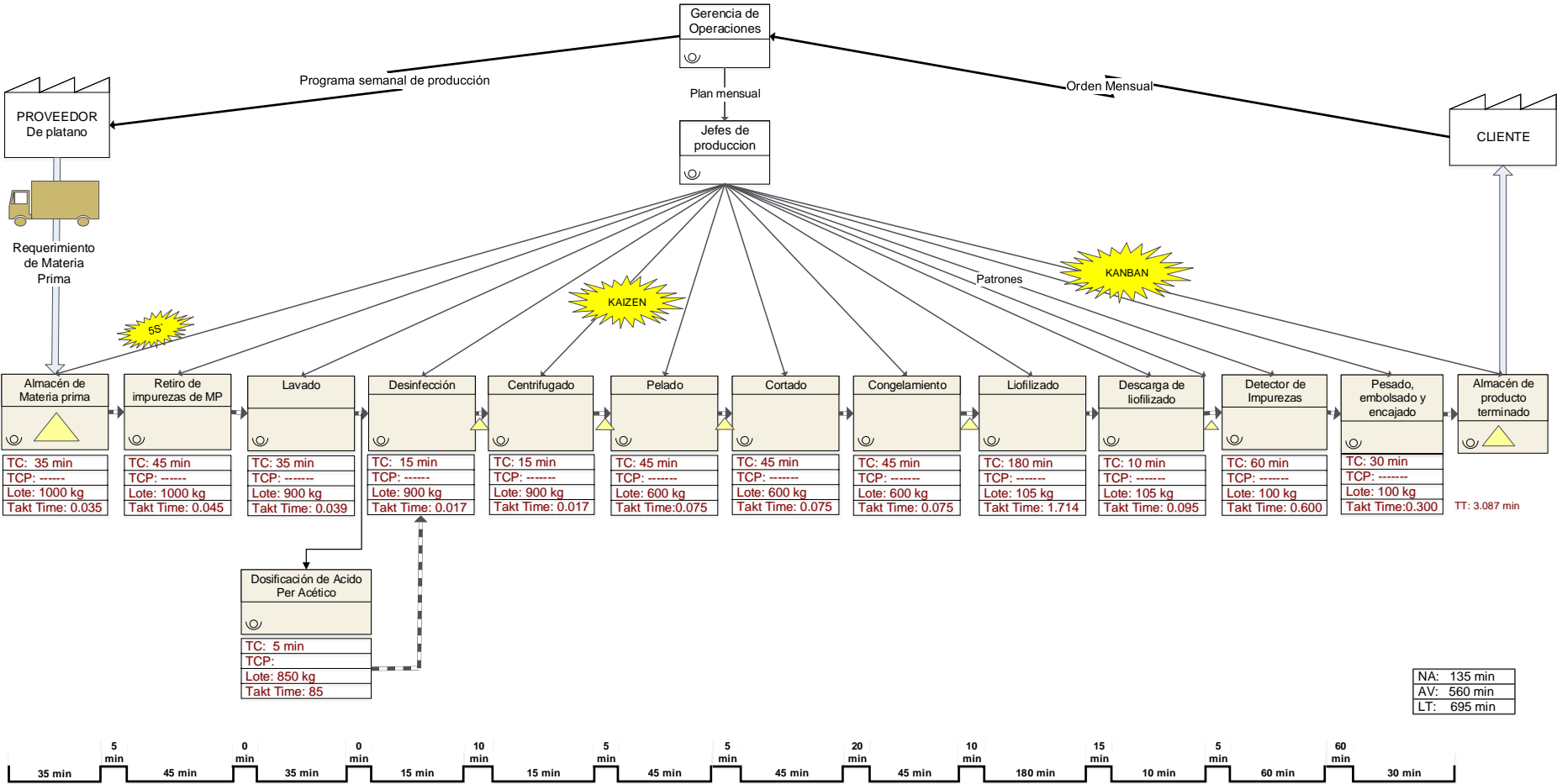
Tabla 03: Resumen de datos – Proceso actual de liofilizado de plátano

Proveedor	Entrada	Operación	Tiempo de ciclo (') min.	Tamaño de lote	Takt Time	Salida
Proveedores de plátano	Plátano	Almacén de materia prima	35,00	1.000,00	0,035	Plátano Liofilizado
		Retiro de impurezas	45,00	1.000,00	0,045	
		Lavado	35,00	900,00	0,039	
		Desinfección	15,00	900,00	0,017	
		Centrifugado	15,00	900,00	0,017	
		Pelado	45,00	600,00	0,075	
		Cortado	45,00	600,00	0,075	
		Congelamiento	45,00	600,00	0,075	
		Liofilización	180,00	105,00	1,714	
		Descarga de liofilización	10,00	105,00	0,095	
		Detector de impurezas	60,00	100,00	0,600	
		Pesado, embolsado y encajado	30,00	100,00	0,300	

Fuente: Estudio de productividad

En la Figura N° 19 se presenta el Value Stream Mapping del proceso de liofilizado de plátano.

Figura19: Value Stream Mapping del proceso de liofilizado de plátano VSM)



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19 se ha elaborado el VSM del proceso de liofilizado de plátano de la empresa agroindustrial y se han calculado los indicadores de la herramienta que mapea el proceso productivo para identificar las oportunidades de mejora, se ha obtenido un tack time de 3,087 minutos, el tiempo de espera (NA) es de 135 minutos, el tiempo de proceso (AV) es de 560 minutos y el tiempo total de producción (LT) es de 695 minutos.

Los principales desperdicios de tiempo uy recursos que no agregan valor al proceso se presentan en la espera del proceso de pesado, embolsado y encajado de producto terminado donde se aplica Kanban y en la zona de almacenes transitorios especialmente en el almacén de materia prima donde se aplica las 5S`s.

Aplicación de las 5S`s en la planta de Liofilizado

La aplicación de las 5S`s en la planta de liofilizado de la empresa permite tener una planta más ordenada y limpia y de esta forma se tiene espacios disponibles para inventarios en proceso que se tienen durante el proceso productivo, con la aplicación de esta herramienta se evitara la mezcla de las materias primas o productos en cuarentena con productos terminados en buen estado.

Para la implementación de la herramienta de Lean Manufacturing se realizó un informe inicial con evidencias fotográficas y se formó el equipo de trabajo. En el sub proceso de congelamiento y desinfección se utilizan otros insumos como el ácido acético que es agregado al proceso y su recipiente son bidones de plástico que se muestran en la Figura 20.

Figura 20: Bidones de ácido acético vacíos



Fuente: Empresa Agroindustrial

Las jabas de producción donde se almacén las materias primas, una vez utilizadas son almacenadas en cualquier sitio, al no haber un espacio asignado para la devolución al área de almacén de materia prima, el almacenamiento se muestra en la Figura 21.

Figura 21: Bidones de ácido acético vacíos



Fuente: Empresa Agroindustrial

Otra de las zonas críticas es el almacén de materias primas y materiales donde se encuentran los principales insumos y herramientas para la producción de plátano liofilizado y otras frutas y vegetales.

Las jabas en las que se traslada la materia prima normalmente son diferenciadas por colores sin embargo no cuentan con una identificación o un procedimiento de trabajo por lo que los operarios las utilizan para cualquier materia prima y esta se llevan a la zona de enfriamiento del almacén de materia prima como se muestra en la Figura 22.

Figura 22: jabs de plástico en el almacén de materias primas sin identificación



Fuente: Empresa Agroindustrial

Una vez realizada la evidencia fotográfica en la planta de producción de productos liofilizados se realizó la implementación de las fases de la metodología de las 5S`s.

Aplicación de las fases de las 5S`s

SEIRI: Clasificación

Se realizó la clasificación de los artículos y materiales que se encuentran en la planta de producción realizando un listado y asignándoles criterios de selección, para poder saber que se van hacer con los materiales que no agregan valor en el proceso productivo.

Son los jefes de cada proceso los encargados de decidir qué criterio de selección se asignaron a cada artículo inventariado, con la clasificación se buscó liberar espacios que están siendo ocupados por materiales innecesarios en la planta de producción.

Los criterios de selección utilizados se muestran en la Tabla 04.

Tabla 04: Criterios de selección

Descripción	Destino
Materiales en buen estado	Producción
Materiales obsoletos	Descartar
Materiales sobrantes	Devolver, reubicar
Materiales dañados	Reparar, vender, eliminar
Materiales peligrosos	Reubicar, eliminar
Materiales fuera de lugar	Reubicar

Fuente: Empresa Agroindustrial

Los materiales que se inventariaron en la planta de producción de la empresa agroindustrial se muestran en la Tabla 05.

Tabla 05: Clasificación de los materiales

Descripción de producto	Unidad	Acciones
Fruta – plátanos	Jabas	Producir
Fruta – naranjas	Jabas	Producir
Verduras – orégano	Jabas	Producir
Verduras – cebolla china	Jabas	Producir
Verduras – tomillo	Jabas	Producir
Verduras – perejil	Jabas	Producir
Verduras – dill	Jabas	Producir
Verduras – albaca	Jabas	Producir
Verduras malogradas	Jabas	Devolución
Parihuelas de madera	Unidades	Reubicar
Parihuelas de madera en mal estado	Unidades	Descartar
Parihuelas de plástico	Unidades	Reubicar
Parihuelas de plástico en mal estado	Unidades	Descartar
Bidones de ácido acético	Unidades	Reubicar
Bidones de plástico vacíos	Unidades	Devolver
Desperdicios de plátanos	Jabas	Vender
Desperdicios de naranjas	Jabas	Vender

Descripción de producto	Unidad	Acciones
Desperdicios de orégano	Jabas	Vender
Desperdicios de cebolla china	Jabas	Vender
Desperdicios de tomillo	Jabas	Vender
Desperdicios de perejil	Jabas	Vender
Desperdicios de dill	Jabas	Vender
Desperdicios de albaca	Jabas	Vender
Repuestos de la maquina liofilizadora	Unidades	Reubicar
Repuestos en mal estado	Unidades	Descartar
Jabas de plástico en buen estado	Unidades	Reubicar
Jabas de plástico en mal estado	Unidades	Descartar
Equipos de seguridad en mal estado	Unidades	Eliminar
Mesas de madera inservibles	Unidades	Eliminar
Repuestos de la cortadora	Unidades	Reubicar
Repuestos de la cortadora en mal estado	Unidades	Devolver
Cuchillas	Unidades	Reubicar
Baldes en mal estado	Unidades	Descartar
Cajas de cartón nuevas	Unidades	Reubicar
Bolsas de plástico nuevas	Unidades	Reubicar

Fuente: Empresa Agroindustrial

Se utilizaron los criterios de selección de los materiales que se encontraron en la planta de producción.

SEITON: Organización

Una vez que se ha realizado la clasificación de los materiales que se encuentran en la planta de producción se realiza la segunda etapa de las 5S`s que es la organización, esta actividad la realiza el personal de cada sub proceso con la coordinación de cada jefe de área, se organizan los materiales que sirven para lo cual se incorporaron andamios metálicos para el almacenamiento.

En la Tabla 06 se muestra la organización de los materiales que sirven en la planta de producción.

Tabla 06: Organización de los materiales

Descripción de producto	Unidad	Acciones
Materia prima – plátanos	Jabas	Andamio 01 – 02
Materia prima – naranjas	Jabas	Andamio 03 – 04
Materia prima – orégano	Jabas	Andamio 05
Materia prima – cebolla china	Jabas	Andamio 06
Materia prima – tomillo	Jabas	Andamio 07
Materia prima – perejil	Jabas	Andamio 08
Materia prima – dill	Jabas	Andamio 09
Materia prima – albacá	Jabas	Andamio 10
Parihuelas de madera	Unidades	Zona de almacén
Parihuelas de plástico	Unidades	Zona de almacén
Bidones de ácido acético	Unidades	Zona de almacén
Repuestos de la máquina liofilizadora	Unidades	Andamio 11
Jabas de plástico en buen estado	Unidades	Zona de almacén
Repuestos de la cortadora	Unidades	Andamio 11
Cuchillas	Unidades	Andamio 12
Cajas de cartón nuevas	Unidades	Andamio 13
Bolsas de plástico nuevas	Unidades	Andamio 13

Fuente: Elaboración propia

También se organizó las zonas de tránsito en la planta de producción donde se identificaron las zonas de almacenes transitorios, productos en cuarentena y zona de materia prima y producto terminado.

En la Figura 23 se muestran las zonas de tránsito identificadas con pintura amarilla.

Figura 23: Identificación de las zonas de tránsito



Fuente: Empresa Agroindustrial

SEISO: Limpieza

La tercera etapa de la aplicación de las 5S's es la limpieza y esta se realiza en toda la planta de producción y está a cargo de cada operario de las tres áreas, el supervisor de cada área es el encargado de gestionar los recursos necesarios con el área de logística o la aprobación con la gerencia de operaciones en el caso lo requiera.

Para poder dar a conocer a todo el personal los objetivos de la herramienta de lean Manufacturing, la forma de trabajo (procedimiento) y la frecuencia y responsabilidades (cronograma de limpieza) se realiza una capacitación a todo el personal de la planta de producción con la finalidad que sea una herramienta sostenible en el tiempo.

Es el líder de la implementación de las 5S's la persona que se encargó de realizar la capacitación con el personal y de supervisar los trabajos de limpieza realizados en la planta de producción.

En la Tabla 07 se muestra el cronograma de limpieza de la planta de producción de la empresa agroindustrial.

Tabla 07: Cronograma de limpieza

Nombre	Área de almacén	Días					
		L	M	M	J	V	S
Operario de preparación	Área de preparación Andamio 01- 02	x					
Operario de producción	Área de producción Andamio 03 – 04		x				
Operario de selección	Área de selección Andamio 05 – 06			x			
Operario de preparación	Área de preparación Andamio 07- 08				x		
Operario de producción	Área de producción Andamio 09 – 10					x	
Operario de selección	Área de selección Andamio 11 – 12 – 13						x

Fuente: Elaboración propia

La distribución del personal encargado de la limpieza se realiza mediante una programación interna por parte del supervisor de cada área, las actividades de limpiezas las realizan un total de 5 trabajadores que rotan de semana en semana, haciendo la herramienta una actividad participativa por toso el personal de la planta de producción.

La asignación de los recursos es realizada por los supervisores de área y son solicitados al área de logística semanalmente, la actividad se realiza de lunes a sábado sin considerar los domingos o feriados y se realiza en las horas de salida del turno.

SEIKETSU: Estandarización

La cuarta etapa de la metodología es la estandarización donde se realiza la uniformización de las tres etapas anteriores como la clasificación, organización y limpieza dando a conocer cómo funcionan estas etapas mediante la capacitación de todo el personal de la planta de los distintos niveles jerárquicos, para ello se tuvo disponibles para los trabajadores la documentación necesaria como el cronograma de actividades de limpieza, los criterios de selección de los materiales de la planta y el procedimiento de trabajo.

Con la implementación de esta etapa se tiene como objetivo principal realizar el seguimiento a las actividades que se están desarrollando para que la herramienta sea sostenible en el tiempo y se utilice de la mejor manera, incluso cuando ingrese nuevo personal este sepa que actividades realizar.

SHITSUKE: Seguir mejorando

Es el gerente general, el gerente de operaciones y los jefes de las áreas de preparación, producción y selección los primeros que tienen que generar el ejemplo para que la herramienta de las 5S`s sea participativa y sostenible en el tiempo, para lo cual se incorporó las actividades de la metodología en la inducción del puesto de trabajo para el personal nuevo, en las capacitaciones y reuniones mensuales que tiene el personal y es parte de la cultura organizacional de la empresa como filosofía de orden y limpieza.

para el personal de la planta de producción se ha realizado avisos totalmente legibles y grandes haciendo recordar al personal la filosofía de orden y limpieza y los objetivos que se desea alcanzar.

Aplicación de la herramienta Kanban

La aplicación de la herramienta Kanban en la planta de producción de la empresa se aplicó en la parte final del proceso productivo una vez que el producto ha pasado por el detector de impurezas, es en la parte donde se registra la mayor cantidad de inventarios en proceso que están a espera de aprobación por parte del área de control de calidad y el jefe de selección para que el producto pueda ser pesado, embolsado y encajado, en esta actividad existe una demora considerable de 60 minutos de espera generando una baja productividad al proceso productivo del liofilizado de plátano.

Objetivo

- Dar fluidez al proceso de liofilizado de plátano en el sub proceso de pesado, embalado y encajado
- Eliminar los inventarios en proceso que se presentan en los sub procesos.
- Eliminar los tiempos muertos por falta de aprobación del producto.
- Evitar las mezclas de los productos y reclamos de clientes por productos defectuosos

Alcance

La aplicación de la herramienta Kanban se aplicó en la línea de liofilizado de plátano específicamente antes del proceso de pesado, embolsado y encajado de producto terminado.

Fase de Implementación

La implementación de la herramienta Kanban requiere de pasos los cuales permitieron la mayor fluidez del producto intermedio que sale del sub proceso de detector de impurezas, el producto queda listo para la aprobación del jefe de selección de la línea de liofilizado y por el auxiliar de calidad, esta actividad demora aproximadamente 60 minutos por lo que se almacena inventarios en proceso en la zona que no está adaptada para almacenar grandes cantidades de material, también se encuentran los otros productos que vienen de las otras líneas de producción y existe potencial mezcla de materiales, para evitar los

tiempos muertos y la falta de fluidez del producto se implementó la metodología Kanban con el sistema de tarjetas de control, para ello se siguió los siguientes pasos:

- **Pasó 01:** como parte inicial para la implementación de la herramienta se capacito al personal de la línea de liofilizado y a todo el personal del área de selección de la planta de producción.
- **Paso 02:** Se realizó el análisis del método de trabajo actual en la espera del sub proceso de pesado, embalsado y encajado, este estudio se realizó con el trabajo de campo, realizando el seguimiento a los Bach de producción.

La aprobación del producto intermedio antes del subproceso de pesado, embolsado y encajado se describen a continuación:

1. Las bolsas que contiene el plátano liofilizado que han salido del proceso de detección de impurezas son trasladadas al almacén transitorio para esperar la aprobación del jefe de selección y del auxiliar de calidad.
2. El auxiliar de calidad saca pruebas aleatorias para poder verificar que el producto se encuentra con la calidad deseada y dar su aprobación.
3. De la misma manera el jefe de selección da su visto bueno a los bachs de producción de plátano liofilizado anotando la aprobación del lote en la hoja de producción.
4. Los operarios del sub proceso de pesado, embolsado y encajado se dirigen al almacén transitorio donde se encuentra el producto para poder trasladarlo al siguiente sub proceso para lo cual primero deben tener la hoja de producción con la aprobación del lote de producción.
5. Los operarios tienen una demora prolongada de 45 minutos aproximadamente en la búsqueda del jefe de selección y del auxiliar de calidad quienes tienen que proporcionar la aprobación del producto para que siga su producción.
6. Una vez obtenida la aprobación del producto se traslada el producto a la zona de producción para el pesado, embolsado y encajado.

- **Paso 03:** Se realiza la utilización de las tarjetas Kanban en el proceso productivo para poder determinar qué acción deben realizar los operarios de pesado, embolsado y encajado para no tener tiempos de espera innecesarios para ello se realizan las siguientes actividades.

1. Las bolsas que contiene el plátano liofilizado que han salido del proceso de detección de impurezas son trasladadas al almacén transitorio para esperar la aprobación del jefe de selección y del auxiliar de calidad.
2. El auxiliar de calidad saca pruebas aleatorias para poder verificar que el producto se encuentra con la calidad deseada y dar su aprobación.
3. De la misma manera el jefe de selección da su visto bueno a los bachs de producción de plátano liofilizado anotando la aprobación del lote en la hoja de producción.
4. Los resultados de aprobación del Bach de plátano liofilizado son colocados en el área de almacén transitorio específicamente en las jabs que contienen el plátano liofilizado conjuntamente con las tarjetas Kanban que pueden presentar tres colores y se utilizan de la siguiente manera:

La tarjeta amarilla se utiliza para los lotes de producción que todavía no han sido completados en la producción, todavía presenta producto en el sub proceso de detección de impurezas, la parte que ya ha salido al almacén transitorio y ha recibido la aprobación del jefe de selección y el auxiliar de calidad se les coloca tarjeta amarilla.

Figura 24: Tarjeta Kanban - amarilla

TARJETA KANBAN		
En producción	PRODUCTO	
	TIPO	
	CÓDIGO	
	FECHA:	
	HORA:	
	KG	

Fuente: Elaboración propia

Se coloca la tarjeta verde a los lotes de producción que cuentan con la aprobación del jefe de selección y del auxiliar de calidad, estos productos están listos para ser trasladados al siguiente sub proceso.

Figura 25: Tarjeta Kanban – verde

TARJETA KANBAN		
Aprobado	PRODUCTO	
	TIPO	
	CÓDIGO	
	FECHA:	
	HORA:	
	KG	

Fuente: Elaboración propia

También se puede colocar la tarjeta roja a los lotes de producción que han salido del proceso de detección de impurezas y en la aprobación del jefe de selección o el auxiliar de calidad se ha detectado una anomalía y el producto es colocado en cuarentena, es por ello que llevan la tarjeta roja para que los operarios del siguiente proceso no trasladen ese lote de producción.

Figura 26: Tarjeta Kanban – roja

TARJETA KANBAN		
En Cuarentena	PRODUCTO	
	TIPO	
	CÓDIGO	
	FECHA:	
	HORA:	
	KG	

Fuente: Elaboración propia

- Los operarios del sub proceso de pesado, embolsado y encajado se dirigen al almacén transitorio donde se encuentra el producto para poder

trasladarlo al siguiente sub proceso para lo cual verifican el color de la tarjeta y la hora de producción.

6. Los operarios trasladan el producto intermedio de plátano liofilizado al proceso de pesado, embolsado y encajado para seguir con la entrega de producto final.

Análisis de la productividad

El análisis de la productividad se realizó con los datos proporcionado por el área de producción donde se tiene los niveles alcanzados en el periodo 2021 en la línea de liofilizado de plátano y los recursos utilizados para poder calcular la productividad que se muestra en la Tabla 08.

Tabla 08: Análisis de productividad

Productividad					
Mes	Producción Kg.	Nro. Operarios	Horas trabajadas	Días hábiles	Productividad kg/h.h.
Enero	15.512,00	128	26.624,00	26	0,58
Febrero	16.000,00	133	26.600,00	25	0,60
Marzo	16.500,00	143	29.744,00	26	0,55
Abril	15.900,00	145	30.160,00	26	0,53
Mayo	15.780,00	147	31.752,00	27	0,50
Junio	15.650,00	142	30.672,00	27	0,51
Julio	15.890,00	145	29.000,00	25	0,55
Agosto	14.800,00	148	30.784,00	26	0,48
Septiembre	15.110,00	151	31.408,00	26	0,48
Octubre	16.100,00	151	32.616,00	27	0,49
Noviembre	14.900,00	151	31.408,00	26	0,47
Diciembre	15.250,00	148	29.600,00	25	0,52
Total anual	187.392,00	144	360.256,00	312,00	0,52

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el análisis de la productividad de la línea de liofilizado de plátano de la empresa agroindustrial donde se tiene una producción de 187.392,00 kg/año con un promedio mensual de 15.616,00 kg, los recursos utilizados principalmente para la producción es la mano de obra donde se tiene un total de 360.256,00 horas trabajadas en el año con 312 días hábiles, con estos datos se calcula la productividad del proceso de liofilizado de plátano siendo de 0.52 kg/h.h.

Eficiencia del proceso de liofilizado

Para realizar el cálculo de la eficiencia con la que se está trabajando en la planta de producción específicamente en la línea de liofilizado de plátano se considera la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad efectiva}} \times 100$$

Donde:

Producción real mensual de plátano liofilizado = 15.616,00 kilogramos

Capacidad efectiva de la línea de liofilizado = 25.000,00 kg/mes

$$\text{Eficiencia} = \frac{15.616,00}{25.000,00} \times 100$$

Realizando los cálculos se tiene una eficiencia en la línea de producción de liofilizado de plátano de 62.46 %

Eficacia del proceso de liofilizado

Para realizar el cálculo de la eficacia con la que se está trabajando en la planta de producción específicamente en la línea de liofilizado de plátano se considera la siguiente formula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion Programada}} \times 100$$

Donde:

Producción real mensual de plátano liofilizado = 15.616,00 kilogramos

Producción programada de la línea de liofilizado = 22.000,00 kg/mes

$$\text{Eficiencia} = \frac{15.616,00}{20.000,00} \times 100$$

Realizando los cálculos se tiene una eficacia en la línea de producción de liofilizado de plátano de 70.98 %

Evaluación económica

Se realizó la evaluación económica para determinar los indicadores económicos como el B/C, PRI, Kc y poder evaluar de manera económica las mejoras aplicadas a la planta procesadora.

a) Costos

Los costos en los que se incurrió la mejora de la productividad con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la línea de liofilizado de plátano se clasifican en directos, indirectos, administrativos y comerciales.

a) Costo directo

El costo directo que se ha incurrido esta referenciado por la aplicación de las herramientas de las 5S's y el kanban, el cual está compuesto principalmente por el costo de materiales, ya que no se tiene costo de mano de obra directa y tampoco se considera el costo de materia prima ya que se realizaron los cálculos de los ingresos con el margen de contribución, el costo directo se muestra en la Tabla 09.

Tabla 09: Costo directo

IT	Nro	Unidad	Descripción	PU (S/.)	Total (S/.)
1	06	Unidad	Andamios para almacenar	1,600.00	9,600.00
2	05	Galón	Pintura de colores para delinear	56.00	280.00
3	04	Juegos	Equipo de limpieza	60.00	240.00
4	25	Unidad	Jabas de plástico	140.00	3,500.00
5	200	Unidad	Tarjetas Kanban	2.50	500.00
6	12	Unidad	Letrero de metal	250.00	3,000.00
				Total	17,120.00

Fuente: Elaboración propia

Se ha calculado un costo directo de 17,120.00 soles para la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

b) Costos indirectos

Se calculan los costos indirectos que están compuestos por los costos de materiales indirectos y gastos indirectos para el estudio, en la Tabla 10 se muestran los costos de materiales indirectos.

Tabla 10: Costos de materiales indirectos

IT	Cantidad	Descripción	PU (S/.)	Total (S/.)
1	66	Pantalón de limpieza	42.00	2,772.00
2	66	Camisa de limpieza	28.00	1,848.00
3	99	Guantes de limpieza	11.00	1,089.00
			Total	5,709.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos de materiales indirectos tienen un valor de 5.709,00 soles, donde se identifican la vestimenta que se proporciona al personal.

En la Tabla 11 se muestran los gastos indirectos que están dados por equipos y vestimenta para el personal que van a realizar la limpieza.

Tabla 11: Gatos indirectos

Rubros	Monto Anual (S/.)
Depreciaciones de activos	1.666,67
Servicios básicos	720,00
Varios 5%	119,33
Total	2.506,00

Fuente: Elaboración propia

Los gastos indirectos se calcularon en un valor de 2.506,00 soles siendo el principal la depreciación de los activos a adquirir en la mejora.

c) Costos administrativos

Se realizó el cálculo del costo administrativo donde se considera principalmente el costo de la capacitación para la aplicación de las herramientas, el costo administrativo se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: Costos administrativos

Rubros	Monto Anual (S/.)
Equipo administrativo	800.00
Capacitación de la gerencia	166.67
Capacitación de las jefaturas	368.00
Capacitación de los operarios	2,200.00
Imprevistos 5%	176.73
Total	3,711.40

Fuente: Elaboración propia

Se ha obtenido un costo administrativo de 3,711.40 soles.

d) Costos totales

Los costos totales se muestran en la tabla 13 donde se consideran los costos incurridos por la aplicación de las herramientas.

Tabla 13: Costos totales

Años	Costo Directo S/.	Costo Indirecto S/.	Costo Administrativo S/.	Costo Total S/.
1	17,120.00	8,215.00	3,711.40	29,046.40

Fuente: Elaboración propia

Se ha calculado un costo total de 29,046.40 soles para la aplicación de las herramientas en la planta de liofilizado de plátano.

e) Proyección de ingresos

La proyección de los ingresos está representada por el incremento de la producción que se da por mejorar la productividad del proceso productivo en un 25%, los datos se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Proyección de ingresos

Descripción	Producción kg/año	Margen de contribución	Monto Total (S/.)
Ingresos por incremento de producción	46.848,00	3	140,544.00
		Total	140,544.00

Fuente: Elaboración propia

Se tiene unos ingresos de 140,544.00 soles representada por el incremento de la producción de plátano liofilizado.

f) Flujo de caja

Con el cálculo de los costos que demanda el estudio y la proyección de los ingresos se proyecta el flujo de caja.

Tabla 15: Flujo de caja

Rubro	Año 0	Año 1
Ingresos (Cobranzas)		140,544.00
Actividades de Operación		
(-) Costo de producción		
(-) Materiales directos		17,120.00
(-) Mano de obra directa		0.00
(-) Gastos Indirectos		8,215.00
(-) Gastos de administración		3,711.40
(-) Gastos de ventas		0.00
(-) Impuesto a la renta		32,891.79
(-) Participaciones		11,149.76
(aumento ó disminución de caja)		67,456.05
Menos:		
Actividades de Inversión		
(-) Adquisición de Activo Fijo	-14,700.00	
(aumento ó disminución de caja)		
Menos:		
Actividades de Financiamiento		
Ingreso de préstamo para adquis A.F		
Devolución de préstamo A.F.		0.00
Intereses del Financiamiento		0.00
(aumento ó disminución de caja)		0.00
Saldo inicial de caja		0.00
Aumento o variación de caja del período		52,756.05
Saldo final de caja	-14,700.00	52,756.05

Fuente: Elaboración propia

Se ha obtenido un flujo de caja de 52,756.05 soles

g) Beneficio / Costo

Se realizó el cálculo de los ingresos generados por la aplicación de las herramientas y el incremento de la productividad de la línea de liofilizado, también se calcularon los costos que demanda los que se presentan en el Anexo 03.

El valor del Beneficio / Costo es de 1.92 lo que permitió saber que se ganó 92 céntimos por cada sol invertido.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de los datos obtenidos se utilizó la estadística descriptiva mediante las medidas de dispersión y tendencia central realizando tablas, cuadros y gráficos de frecuencia. Se utilizó la estadística inferencial con el desarrollo de las pruebas de normalidad que permitieron identificar si los datos obtenidos tenían una distribución normal o no, para ello se utilizó el método de shapiro-wilk y por último se aplicó el estadígrafo "t" de Student para la comprobación de la hipótesis. Se utilizan los programas estadísticos Microsoft Excel y Spss.

3.7. Aspectos éticos

En la investigación se ha tomado como referencia el código de ética de la UCV. La cual en su artículo 3, refiere sobre el respeto a la integridad y autonomía de las personas, se presenta la carta de autorización en el Anexo 04.

IV. RESULTADOS

Resultados descriptivos

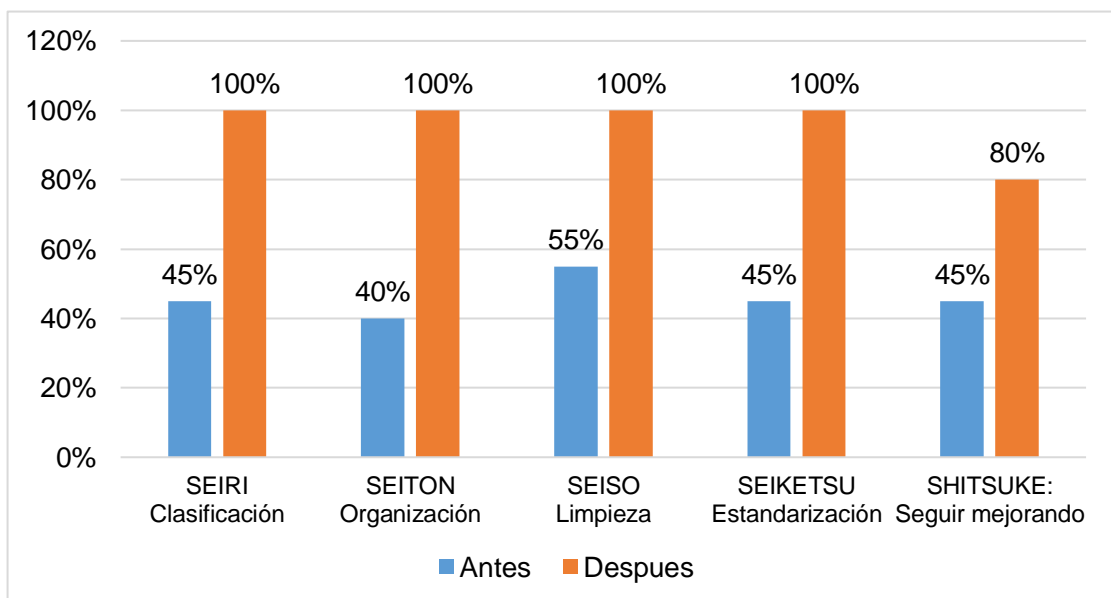
Los resultados descriptivos para el estudio de Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del liofilizado del plátano en la empresa Procesadora Agroindustrial se analizaron los datos en el programa IBM SPSS Statistics 26, donde se ingresan los datos obtenidos en el trabajo de campo de las dos variables de estudio como Lean Manufacturing y productividad y sus respectivas dimensiones, los resultados se muestran a continuación:

Variable independiente: Lean Manufacturing

Dimensión I: Herramienta 5S's

Para analizar el resultado de la aplicación de las 5S's se aplicó el instrumento del estudio, el cuestionario se aplicó a los supervisores de la planta y se obtuvo los siguientes resultados, antes y después de la aplicación de las 5S's.

Figura 27: Dimensión 5S's



Fuente: Elaboración propia

Con la aplicación del cuestionario antes de la aplicación de la herramienta de las 5S` se obtuvo una calificación de 46% siendo las etapas de clasificación y organización las más críticas, esto debido a la falta de infraestructura en el almacén general y en la planta de producción. Posterior a la implementación de la metodología se alcanza un valor de 96% donde las 4 primeras etapas se cumplen en su totalidad siendo la estandarización la que falta realizar cumplir con todos los requisitos.

Dimensión II: Herramienta Kanban

Para analizar el resultado de la aplicación del Kanban se aplicó el sistema de tarjetas amarilla (Bach en producción), tarjeta roja (Bach en cuarentena), tarjeta verde (Bach listo para el traslado), la aplicación de la herramienta Kanban permite eliminar los tiempos de espera y mejorar la productividad, los valores obtenidos se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16: Análisis descriptivo de la dimensión, Kanban

		Estadísticos	
		Kanban antes	Kanban después
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		60.0000	15.0000
Mediana		58.0000	16.0000
Desv. Desviación		4.0700	2.0250
Varianza		.005	.005
Mínimo		56.00	17.00
Máximo		64.00	12.00

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo correspondiente a la herramienta Kanban que es la segunda dimensión de las herramientas de Lean Manufacturing, se muestra en

la Tabla 17 considerando el antes y después de la implementación de las tarjetas Kanban, se han realizado 15 lecturas considerados datos válidos para el pre – test y también 15 datos para post – test. Se ha calculado como media un valor de 60 minutos antes de las mejoras y un valor medio de 15 después de la aplicación de las tarjetas Kanban presentando una disminución del tiempo de espera para el proceso de pesado, embolsado y encajado.

Variable dependiente: Productividad

Tabla 17: Análisis descriptivo de la variable dependiente, productividad

		Estadísticos	
		Productividad Antes	Productividad Después
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		.5210	.6500
Mediana		.5320	.6620
Desv. Desviación		.05122	.04930
Varianza		.002	.002
Mínimo		.47	.60
Máximo		.60	.69

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo correspondiente a la variable independiente que es la productividad de la línea de liofilizado de plátano, en la Tabla 17 se consideran los datos que se han levantado sobre la productividad de los lotes de producción antes de la aplicación de las herramientas de lean Manufacturing alcanzando un valor de 0.5210 kg/h.h., se han realizado 15 lecturas considerados datos válidos para el pre – test y también 15 datos para post – test. Donde se ha calculado un valor de 0.6500 kg/h.h., presentando una mejora en la productividad de la línea de plátano liofilizado de 25%

Variable dependiente: Productividad

Dimensión I: Eficiencia

Para analizar la eficiencia del proceso de liofilizado de plátano de la empresa Agroindustrial se considera un total de 15 lecturas en los lotes de producción para poder conocer la producción real que se tiene y se comparado con la capacidad efectiva de la línea de liofilizado de frutas siendo de 25.000,00 kg, los datos obtenidos se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: Análisis descriptivo de la dimensión, Eficiencia

		Estadísticos	
		Eficiencia Antes	Eficiencia Después
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		.6246	.7800
Mediana		.6400	.7950
Desv. Desviación		.02100	.04510
Varianza		.002	.002
Mínimo		.67	.82
Máximo		.58	.74

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo que se realizó a la dimensión de eficiencia, se muestra en la Tabla 18 donde se ha considera 15 datos validos antes y después de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de liofilizado de plátano para poder determinar la eficiencia. Se calculó la media de la eficiencia con un valor de 0.6246 antes de la aplicación del VSM, 5S` s y Kanban y un valor de 0.7800 posteriores a las herramientas de Lean Manufacturing alcanzando una mejora de 24.87% en la eficiencia.

Dimensión II: Eficacia

Para analizar la eficacia del proceso de liofilizado de plátano de la empresa Agroindustrial se considera un total de 15 lecturas en los lotes de producción para poder conocer la producción alcanzada que se tiene y se comparado con la producción programada para la línea de liofilizado de plátano siendo de 22.000,00 kg de acuerdo a la carga que se tiene por el requerimiento de los clientes, los datos obtenidos se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19: Análisis descriptivo de la dimensión, Eficacia

		Estadísticos	
		Eficacia Antes	Eficacia Después
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		.7098	.8864
Mediana		.7154	.8812
Desv. Desviación		.0280	.0395
Varianza		.002	.003
Mínimo		.6815	.9130
Máximo		.7350	.8454

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo que se realizó a la dimensión de eficacia, se muestra en la Tabla 19 donde se ha considera 15 datos validos antes y después de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de liofilizado de plátano para poder determinar la eficacia. Se calculó la media de la eficiencia con un valor de 0.7098 antes de la aplicación del VSM, 5S`s y Kanban y un valor de 0.8864 posteriores a las herramientas de Lean Manufacturing alcanzando una mejora de 24.88% en la eficiencia.

Análisis inferencial

Se realizó el análisis inferencial en el estudio para lo cual se utilizó el programa Spss versión 22, y así poder constatar las hipótesis del estudio.

Análisis de la hipótesis

Se realizó el análisis de constatación de la hipótesis general del estudio, como punto de partida se presenta la hipótesis a continuación:

HG: “La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, incrementará positivamente la productividad del proceso de Liofilizado del plátano en la planta procesadora de la empresa Agroindustrial”

Prueba de normalidad

Se realizó la prueba de normalidad para la productividad considerando los datos validos que se tienen en una distribución normal estos hacen un total 15, por lo que se procede a realizar el análisis mediante el estadígrafo Shapiro Wilk.

De acuerdo al resultado obtenido si el valor P es mayor al nivel de significación α (0.05) se tiene una distribución normal.

Tabla 20: Prueba de normalidad - Productividad

Prueba de normalidad			
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	.5200	15	.834
Productividad después	.6500	15	.823

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 20 muestra la significancia de los datos de productividad antes y después, y se ha obtenido resultados de 0.834 y 0.823 respectivamente, estos valores están por encima de 0.05, por lo que se concluye que siguen una distribución normal.

Aplicada la prueba Shapiro Wilk y habiendo obtenido una distribución normal se aplica la prueba T-Student en la variable productividad, los resultados se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21: Prueba T-Student - Productividad

Prueba de muestras relacionadas					
Variables	Media	Desviación Tip.	t	gl	Sig. (bilateral)
Productividad antes – Productividad después	0.5900	0.5122	-1.010	15	0.002

Fuente: Elaboración propia

El valor p_v que se ha obtenido en la prueba T-Student para la productividad es de 0.002, este es menor a 0.05, por lo que se concluye que se acepta la hipótesis general (HG) del estudio y se rechaza la hipótesis nula.

Se ha aceptado la hipótesis general del estudio donde se menciona que las herramientas de Lean Manufacturing aplicadas en el proceso productivo de liofilizado de plátano afecta positivamente la productividad del proceso, para ello fue necesario identificar los principales factores que afectaban la productividad y luego identificar las oportunidades que se mejoraron mediante la utilización de las 5S's, el VSM y el Kanban mejorando la productividad de 0.5210 a 0.6500 con un incremento de 25%.

Se realizó el análisis de las hipótesis específicas.

“HE01: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementará positivamente la eficiencia del proceso de Liofilizado de plátano.”

Prueba de normalidad - Eficiencia

Se realizó la prueba de normalidad para la eficiencia considerando los datos validos que se tienen en una distribución normal estos hacen un total 15, por lo que se procede a realizar el análisis mediante el estadígrafo Shapiro Wilk.

Tabla 22: Prueba de normalidad - Eficiencia

Prueba de normalidad			
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	.6246	15	.900
Eficiencia después	.7800	15	.880

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 22 muestra la significancia de los datos de la eficiencia antes y después, y se ha obtenido resultados de 0.900 y 0.880 respectivamente, estos valores están por encima de 0.05, por lo que se concluye que siguen una distribución normal.

Aplicada la prueba Shapiro Wilk y habiendo obtenido una distribución normal se aplica la prueba T-Student en la dimensión eficiencia, los resultados se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23: Prueba T-Student - Eficiencia

Prueba de muestras relacionadas					
Variables	Media	Desviación Tip.	t	Gl	Sig. (bilateral)
Eficiencia antes – Eficiencia después	0.7000	0.03200	-1.202	15	0.001

Fuente: Elaboración propia

El valor p_v que se ha obtenido en la prueba T-Student para la eficiencia es de 0.001, este es menor a 0.05, por lo que se concluye que se acepta la primera hipótesis específica (HE01) del estudio y se rechaza la hipótesis nula.

Se ha aceptado la primera hipótesis específica del estudio donde se presenta que las herramientas de Lean Manufacturing aplicadas en el proceso productivo de liofilizado de plátano afecta positivamente la eficiencia del proceso, mejorando la eficiencia de 0.6246 a 0.7800 con un incremento de 24.87%.

Teniendo una hipótesis válida, se concluye que si se mejora la eficiencia del proceso de liofilizado de plátano de la planta procesadora.

Se analiza la segunda hipótesis específica

HE02: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementará positivamente la eficacia del proceso de Liofilizado de plátano.

Prueba de normalidad - eficacia

Se realizó la prueba de normalidad para la eficacia considerando los datos válidos que se tienen en una distribución normal estos hacen un total 15, por lo que se procede a realizar el análisis mediante el estadígrafo Shapiro Wilk.

Tabla 24: Prueba de normalidad - Eficacia

Prueba de normalidad			
	Estadístico	Gl	Sig.
Eficacia antes	.7098	15	.910
Eficacia después	.8864	15	.900

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 24 muestra la significancia de los datos de la eficacia antes y después, y se ha obtenido resultados de 0.910 y 0.900 respectivamente, estos valores están por encima de 0.05, por lo que se concluye que siguen una distribución normal.

Aplicada la prueba Shapiro Wilk y habiendo obtenido una distribución normal se aplica la prueba T-Student en la dimensión eficacia, los resultados se presentan en la Tabla 18.

Tabla 25: Prueba T-Student - Eficacia

Prueba de muestras relacionadas					
Variables	Media	Desviación Tip.	T	gl	Sig. (bilateral)
Eficacia antes – Eficacia después	0.7980	0.0300	-1.010	15	0.001

Fuente: Elaboración propia

El valor p_v que se ha obtenido en la prueba T-Student para la eficacia es de 0.001, este es menor a 0.05, por lo que se concluye que se acepta la segunda hipótesis específica (HE01) del estudio y se rechaza la hipótesis nula.

Se ha aceptado la segunda hipótesis específica del estudio donde se menciona que las herramientas de Lean Manufacturing aplicadas en el proceso productivo de liofilizado de plátano afecta positivamente la eficacia del proceso, mejorando la eficacia de 0.7098 a 0.8864 con un incremento de 24.88%.

Teniendo una hipótesis válida, se concluye que si se mejora la eficacia del proceso de liofilizado de plátano de la planta procesadora.

V. DISCUSIÓN

La discusión del estudio se realizó comparando los resultados obtenidos durante la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la línea de Liofilizado de plátano, se aplicaron herramientas como las 5S`s, VSM y Kanban y los resultados de otros estudios similares que se presentaron en los antecedentes donde se recopiló estudios internacionales y nacionales referidos a las variables del estudio como Lean Manufacturing y productividad.

Según el objetivo general, aplicar las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de Liofilizado del plátano para incrementar la productividad de la planta procesadora, de los resultados obtenidos en la en la Figura 19, VSM del proceso de liofilizado de plátano se identificaron los sub procesos críticos siendo el orden y la limpieza de la planta procesadora uno de los más importantes, los inventarios en proceso que se presentan en el sub proceso de pesado, embolsado y encajado del producto en proceso, son los problemas más críticos que se presentan en el proceso productivo, las herramientas que se aplicaron son las 5S`s para poder liberar espacios dentro de la planta de producción y fomentar el orden y limpieza de la planta procesadora con la finalidad de mejorar la productividad, también se realizó la aplicación del Kanban para poder generar la fluidez del producto en proceso que se encuentra a esperas de la aprobación del auxiliar de calidad y del jefe de selección, generando tiempos de espera prolongados de hasta 60 minutos haciendo que la productividad del proceso sea baja.

El estudio de Tzep (2015) busca mejorar la productividad de sus procesos para poder hacer que la empresa sea más competitiva a nivel nacional e internacional en la industria Agroindustrial en el país de Guatemala, para lo cual también se implementó las herramientas de Lean Manufacturing como Justo a tiempo para realizar una mejora continua en el proceso, las 5S`s en la planta de producción para mejorar los espacios el orden y la limpieza, el VSM para diagramar los sub procesos de planta y el Kanban para poder dar fluidez al proceso, estas fueron las principales herramientas y se obtuvo buenos resultados como la reducción de los costos de producción en un 16% con una mejora en la productividad del proceso productivos.

En el estudio de Martínez (2016), se propone implementar la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el Comando Logístico "Reino de Quito" buscando mejorar los tiempos de ejecución y eliminar de los desperdicios de tiempo, para alcanzar la mejora en la productividad se implementaron herramientas como mantenimiento autónomo y las 5S's lo que permitió reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad en la producción. Se inició la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing con la elaboración del VSM para poder diagramar las mudas existentes en la línea de producción de mecanizado, como resultado se disminuyó en 235 minutos con la aplicación de las 5S's. De la misma manera en el estudio se diagramo el VSM para poder identificar los principales problemas en los tiempos de producción y tiempos de espera teniendo un LT de 695 minutos, también se aplicó las 5S's en la planta de producción siendo las zonas de inventarios en proceso las que se mejoraron considerablemente como el almacén transitorio de materia prima al inicio del proceso de preparación en el liofilizado de plátano, esto permite tener más ordenado el área de las materia primas de frutas y vegetales y poder atender más rápido al cliente interno que es el inicio del proceso.

Según el primer objetivo específico, determinar como la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementa la eficacia del proceso de liofilizado del plátano. Las herramientas de la filosofía de Lean Manufacturing aplicadas en el proceso productivo de plátano liofilizado fueron el VSM, las 5S's y el Kanban lo que ha permitido mejorar el LT del proceso productivo, es análisis se realizó con lotes de producción de 1.000,00 kg que ingresan como materia prima y salen 100 kg de plátano liofilizado, el VSM permitió diagramar las oportunidades de mejora que se presentaron y así poder alcanzar la producción programada cada mes y cumplir con los clientes, se tiene una producción programada de 20.000,00 kg/mes, con las mejoras aplicadas en base a las herramientas de Lean Manufacturing se alcanza una producción de 19.500,00 kg. pasando de una eficacia de 70,98% con una producción de 15.616,00 kg/mes a una eficacia de 88,64% mejorando en un 24.88% siendo resultados bastante favorables para el estudio, Estos resultados se compararon con los resultados que se encontraron en el estudio de Chávez (2018), en su estudio se realiza estudios, diagnósticos y propuestas de mejora para conseguir incrementar las cifras de los indicadores de

productividad como eficacia y eficiencia, los resultados obtenidos están en relación a la utilización de las herramientas de la filosofía de Lean Manufacturing como las 5S y POKA YOKE, en el estudio se concluye que en la productividad se generó una mejora de 7.02% gracias al incremento de sus indicadores como la eficacia de 6.368% y eficiencia de 5.192%, se puede concluir que en los antecedentes encontrados como en el presente estudio los indicadores de la productividad como la eficiencia y la eficacia son muy importantes y también se afirma que con la implementación de las herramientas estas se pueden incrementar y logran mejores beneficios para la empresa.

También, Ramírez (2020) en su estudio aplicó las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S's, el VSM para identificar las oportunidades de mejora a lo largo del proceso productivo en los productos mimetizados, se trabaja con la fibra de vidrio y se analizó el proceso productivo con las herramientas de diagnóstico donde se concluyó que los problemas de la planta están asociados con la metodología de las 6M's y se encontraron problemas como desorden en la planta de producción, también se ha considerado que no se tienen procedimientos de trabajo establecidos en los procesos productivos y hace que las personas nuevas que ingresan a la planta y trabajan en los sub procesos no conozcan con exactitud lo que tienen que hacer, también se ha identificado que el personal a presentado horas extras excesivas no habiéndose justificado su trabajo ya que en no se ha incrementado la producción, por lo que se ha tenido mayores recursos sin embargo no los productos por lo que la productividad disminuyo, con la problemática identificada se aplicaron las herramientas de Lean Manufacturing, la primera herramientas fue el VSM y luego las 5S's donde se formó un equipo de trabajo para aplicar las cinco etapas de la metodología, con las mejoras aplicadas se obtuvo como resultados el incremento de la productividad de un 72.56% a 85.23%. en estudio también se evaluó la eficacia de la línea de producción obteniendo los siguientes resultados, se tiene como resultado que la eficacia es de 89% y el promedio de la eficiencia es 81%, con las mejoras aplicadas en el proceso productivo se mejoró los indicadores que se muestran en un análisis post test y los resultados fueron la eficacia es 97% el promedio de la eficiencia es 88%.

Según el segundo objetivo específico, determinar como la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del proceso de liofilizado del plátano. La aplicación de las 5S`s mejoro considerablemente los tiempos de espera al momento de recepcionar la materia prima ya que se tiene todo identificado, ordena, limpio y señalizado lo que hace más fácil su ubicación y también la descarga de la materia prima que llega de los proveedores, se redujo el tiempo de atención del almacén de materia prima de 35 minutos que se tenía como promedio a 15 minutos, también la aplicación del Kanban permite disminuir el tiempo de espera que se tenía al momento de trasladar el producto al sub proceso de pesado, embolsado y encajado, se pasó de un tiempo de 60 minutos a 15 minutos con la aplicación de las tarjetas Kanban y con ello se logró alcanzar una producción de 19.500,00 estando aún por debajo de la capacidad efectiva de la línea de liofilizado que es de 25.000,00 kg/mes, teniendo un eficiencia de 62.46 % inicialmente y después de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing se alcanza una eficiencia de 78,00 % incrementándose en 24,87%. Estos resultados se compararon con los resultados que se encontraron en el estudio de Gavidia (2018), donde se aplicaron las herramientas Lean Manufacturing en el almacén general de la empresa Netafim Perú S.A.C. y se incrementó la productividad del mismo en 29.50%. se aplicaron herramientas como las 5S´s, el Kaizen y el SMED, posterior a la aplicación se logró un incremento de la productividad y de la eficiencia en 30.29% y de la eficacia en 2.86% de los trabajadores del almacén.

VI. CONCLUSIONES

1. Se aplicaron las herramientas de Lean Manufacturing en la línea de Liofilizado de plátano para mejorar la productividad del proceso concluyendo que se utilizó el VSM para diagramar el proceso productivo y poder identificar los sub procesos críticos, siendo los almacenes transitorios lo que presentan problemas de orden y limpieza y las esperas prolongadas en la aprobación del producto sobre todo en el proceso de pesado, embolsado y encajado, para lo cual se aplicó herramientas como las 5S`s y el Kanban que han permitido mejorar la productividad que estaba en 0,52 kg/h.h. y con la aplicación de las herramientas de lean Manufacturing alcanza una productividad de 0,65 kg/h.h. mejorando en un 25%.
2. Se concluye que la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing si incrementan la eficacia en la línea de liofilizado de plátano, las herramientas aplicadas fueron el VSM, las 5S`s y el Kanban en lotes de producción de 1000 kg que ingresan como materia prima y salen 100 kg de plátano liofilizado, con las mejoras aplicadas se buscó llegar a la producción programada al mes que es de 20.000,00 kg/mes, de plátano liofilizado llegando a una producción de 19.500,00 kg. pasando de una eficacia de 70,98% con una producción de 15.616,00 kg/mes a una eficacia de 88,64% mejorando en un 24.88%.
3. Se concluye que la eficiencia del proceso de liofilizado del plátano también ha incrementado con la aplicación de las 5S`s mejoro considerablemente los tiempos de espera al momento de recepcionar la materia prima ya que se tiene todo identificado, ordena y limpio y la aplicación del Kanban permite disminuir el tiempo de espera que se tenía al momento de trasladar el producto al sub proceso de pesado, embolsado y encajado, pasando de 60 minutos a 15 minutos con la aplicación de las tarjetas Kanban, la eficiencia en la línea de liofilizado de plátano que era 62.46 % inicialmente se incrementó a 78,00 % incrementándose en 24,87%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicadas las herramientas de Lean Manufacturing en la línea de Liofilizado de plátano y habiendo mejorado la productividad del proceso productivo se recomienda extender el estudio a las otras líneas de producción con productos deshidratados y otras familias como los vegetales.
2. Se recomienda formar equipos de trabajo con los principales colaboradores de la planta de producción para poder realizar el seguimiento a las herramientas implementadas para que sean sostenibles en el tiempo y poder mantener y mejorar la eficacia del proceso productivo.
3. Para poder mantener y mejorar la eficiencia en los procesos de la planta de producción se recomienda incorporar las herramientas de Lean Manufacturing implementadas en la capacitación del personal cuando va a ingresar a planta, en la inducción al puesto de trabajo y también realizar capacitaciones periódicas para poder actualizar los objetivos de las herramientas de Lean Manufacturing.

REFERENCIAS

Aguilar, R. (2019). *Herramientas lean manufacturing para la mejora continua de la productividad del área de producción del Molino Castillo S.A.C* Lambayeque 2018. Pimentel, Perú.

Aldavert, J. (2016). *5S para la mejora continua, hacer más con menos* . Editorial Cims 27 pp.

Arbós, C. (2016). *Metodología para la implantación del lean management en una empresa industrial*. España: Instituto Lean Management

Ballesteros, P. (2008). *Aplicación de algunos modelos de logística integrada en la solución de problemas reales de distribución*. Pereira, Colombia.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogota, Colombia: 3a. ed.

Botero, Y. (2018). *Propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing para la mejora de los procesos productivos de una empresa productora de fertilizantes*. Buga, Valle.

Cañizarez, J. (2003). *Deshidratación de la papa mediante Liofilización Atmosférica*. Quito, Ecuador.

Castrejon, A. (2016). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Cespedes, N., Lavado, P., & Ramírez, N. (2016). *Productividad en el Perú: Medición, determinantes e implicancias*. Lima, Perú.

Chavez, K. (2018). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la línea de tubos colapsibles para incrementar la productividad de la empresa ELIMSA*. Lima, Perú.

Choque, A. (2017). *Propuesta de mejora para incrementar la productividad en la planta liofilizadora y deshidratadora procesadora agroindustrial La Joya*. Arequipa, Perú.

- Cruzado, D. Izquierdo, O. & Reni, W. (2019). *Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado* Universidad Tecnológica del Perú.
- Delgado B. (2018). *Productividad regional y exportación de espárragos frescos durante el periodo 2008 – 2017*. Perú.
- Díaz, B. (2018). *Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa EMCOSAC ELABORACIÓN, EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO S.A.C. 2018*, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Del Castillo, J. (2015). *Propuesta de implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa Ajoover S.A.* Colombia: Universidad de Cartagena. Programa Administración de Empresas.
- Duque, N. (2017). *Implementación de herramientas de manufactura esbelta en una empresa de empaques metálicos*. Lima: Universidad Privada del norte.
- Fidias, G. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Gavidia, B. (2018). *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en el almacén de la empresa Netafim Perú S.A.C. Lurín, Lima – Perú 2018*. Lima, Perú.
- Geankoplis, C. (1999). *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. Mexico: Compañía Editorial Continental.
- Gómez, A. (2017). *Metodo Jidoka: herramienta de mejora continua*. Colombia.
- Gutiérrez, H. (2014). *Calidad Total y productividad*. México : 3ra edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. 383. pp.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de Mexico: Mc Graw Hill.
- Herrera, F. & Lopez, J. (2016). *Impacto de la implementación de la metodología Lean Manufacturing en la producción de la microempresa D'J. LO Servicios Generales E.I.R.L. Cajamarca, Perú*.

- Higuera, Y. (2015). *Proceso de Manufactura*. Quito: Universidad Técnica del Norte.
- Huaman, G. (2020). *Optimización de procesos industriales aplicando herramientas del Lean Manufacturing en el Complejo Agroindustrial Beta-2020*. Lima, Perú.
- Lezama, M., & Chegne, J. (2019). *Aplicación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019*. Chepén, Perú.
- Martinez, A. (2016). *Aplicación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad en el comando logístico "Reino de Quito" No. 25 (Colog) en el departamento de mantenimiento*. Quito.
- Meléndez, D. (2017). *Aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de conversión de hojas de planta lijadas en la empresa QROMA S.A*. Universidad de Lima. Perú.
- Miranda, H. (2010). *Beneficios de la manufactura esbelta para las organizaciones*. Lima, Perú.
- Palacios, M. (2018). *Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción en la empresa textil Dacord S.R.L, Pte. Piedra, 2017*. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Parra, O. (2015). *Sistemas de producción tipo Kanban*. Colombia.
- Pinto de los Rios, J. (2015). *Implementación del método kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Quispe, C. (2018). *Mejoramiento de la capacidad de producción aplicando herramientas Lean Manufacturing en carrocías los andes*, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2015). *Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Mexico: Ediciones Díaz de Santos.
- Ramirez, A. (2020). *Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad en los mimetizados tipo árbol en la empresa Ar Fiber Élion S.A.C., 2020*. Lima, Perú.

Ruiz, J. (2016). *Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción Agroalimentaria*, Universidad de Sevilla, España.

Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). *Modelo metodológico de implementación de lean Manufacturing*.

Tzep, A. (2015). *Diseño de la investigación de optimización de costos de operación en una empresa agroindustrial, utilizando herramientas de lean manufacturing*. Guatemala.

Urbina, C. (2018). *Productividad, factores e indicadores*.

Vargas, J., Muratalla, G., & Castillo, M. (2016). *Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?* Carabobo, Venezuela.

Villaseñor, A., & Galindo, E. (2015). *Manual de lean manufacturing: Guía básica*. Mexico: Editorial Limusa.

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Índices	Escala de medición
Variable 1 / Variable independiente: Metodología Lean Manufacturing	Según Rajadell y Sánchez (2015) Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar	Se aplica la metodología de Lean Manufacturing ya que por medio de sus herramientas se busca eliminar los desperdicios de tiempo en el proceso de Liofilizado de Plátano en la planta de procesado para incrementar la productividad mejorando la utilización de los recursos.	5S`s	% de cumplimiento de cada S`s (% 5S`s)	$\% \text{ cumplimiento } S`s = \frac{5S's \text{ cumplidas}}{\text{Total de las } 5S's} \times 100$	Razón
			Kanban-Flujo de trabajos	% de Bach de producción entregados a tiempo	$\% \text{ cumplimiento} = \frac{\text{Bach entregados a tiempo}}{\text{Bach totales de produccion}} \times 100$	Razón
Variable 2 / Variable dependiente: Productividad	Según Urbina (2018) define la productividad como el eficiente uso de los factores de producción, llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.	La mejora de la productividad en la línea de liofilizado de plátano se da mediante la mejor utilización de los recursos como la mano de obra y aumentando los niveles de producción eliminando los desperdicios de tiempo.	Eficiencia	% de eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad efectiva}}$	Razón
			Eficacia	% de eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion Programada}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Instrumentos de recolección de datos

Herramientas de Lean Manufacturing

Cuestionario para las 5S` s

Clasificar	1	2	3	4	5
1.- ¿Existen objetos innecesarios y basura en el área de Liofilizado?					
2.- ¿Existen artículos y materiales innecesarios en el área de trabajo?					
3.- ¿Existen cosas innecesarias en andamios y estantes?					
4.- ¿Encuentra residuos, insumos u objetos en áreas de circulación?					
Puntaje de clasificar					
Ordenar	1	2	3	4	5
1.- ¿Cómo es la ubicación de los materiales del área de Liofilizado?					
2.- ¿Los andamios, estantes, materiales y equipos están identificados?					
3.- ¿Las herramientas y materiales están en su lugar?					
4.- ¿ Hay objetos sobre o debajo de andamios, estantes y equipos?					
Puntaje de ordenar					
Limpiar	1	2	3	4	5
1.- ¿Las áreas de trabajo están limpias?					
2.- ¿Las paredes, techos y ventanas están limpias?					
3.- ¿Los andamios, estantes, herramientas y muebles están limpios?					
4.- ¿Las máquinas y equipos están limpios?					
Puntaje de limpiar					
Estandarizar	1	2	3	4	5
1.- ¿Se aplican las 3 primeras "S"?					
2.- ¿Cómo es el hábitat de la planta de liofilizado?					
3.- ¿Es adecuada la iluminación?					
4.- ¿Se hacen mejoras en el ambiente y en los procedimientos?					
Puntaje de estandarizar					
Disciplinar	1	2	3	4	5
1.- ¿Se aplica las 4 primeras "S"?					
2.- ¿Se aplican las normas de la empresa?					
3.- ¿Se cumplen las normas del grupo?					
4.- ¿Se cumple con la programación de las acciones de "5S"?					
Puntaje de disciplinar					

Aplicación del Kanban

Tarjetas Kanban

TARJETA KANBAN		
En producción	PRODUCTO	
	TIPO	
	CÓDIGO	
	FECHA:	
	HORA:	
	KG	

TARJETA KANBAN		
Aprobado	PRODUCTO	
	TIPO	
	CÓDIGO	
	FECHA:	
	HORA:	
	KG	

TARJETA KANBAN		
En Cuarentena	PRODUCTO	
	TIPO	
	CÓDIGO	
	FECHA:	
	HORA:	
	KG	

Productividad

Ficha registro para el cálculo de la productividad

Ficha registro para calcular la Productividad de Liofilizado de plátano					
Fecha	Kilos producidos	Nro. Operarios	Horas trabajadas	Días trabajados	Productividad Kg./h-h
Ene-21					
Feb-21					
Mar-21					
Abr-21					
May-21					
Jun-21					
Jul-21					
Ago-21					
Set-21					
Oct-21					
Nov-21					
Dic-21					
TOTAL 2021					

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell y Sánchez, 2015).

Dimensiones de la variable: Lean Manufacturing

Dimensión 1: 5S`s

Las 5S es una metodología japonesa que se basa en cinco palabras donde sus iniciales empiezan con la letra "S". La primera es Seiri, con un significado de seleccionar los elementos que sirven de los que no sirven, la segunda S es Seiton, con un significado de ordenar aquellos elementos que sirven, la tercera S es Seiso, con un significado de limpiar, la cuarta S es Seiketsu, con un significado de estandarización de normas, la quinta S es Shitsuke, con un significado de disciplina para mantener y consolidar el hábito de la mejora continua (Aldavert et al, 2016, p. 27).

$$\%Cumplimiento\ 5S`s = \frac{5S`s\ Cumplidas}{Total\ de\ 5s`s} \times 100$$

Dimensión 2: Kaizen

Según Díaz (2019) el Kaizen trata de una metodología o sistema de gestión orientado a la mejora continua de procesos.

$$\%Variación = \frac{Tiempo\ producción\ final - Tiempo\ producción\ inicial}{Tiempo\ producción\ inicial} \times 100$$

Dimensión 3: Kanban

Parra (2015), afirma que el sistema Kanban "Es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT, la cual tiene como orientación básica la reducción de nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requerido" (p. 12)

$$\%Apl.\ kanban = \frac{Objetivos\ cumplidos}{Total\ de\ objetivos} \times 100$$

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Dependiente: Productividad

Según Urbina (2018) define la productividad como el eficiente uso de los factores de producción, llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.

Céspedes, Lavado y Rondán (2016). Mencionan que “la productividad es una medición de la eficiencia con el adecuado uso de los materiales en el proceso de producción.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de factor utilizado}}$$

Dimensiones de la variable: Productividad

Dimensión 1: Eficiencia

Se considera eficiencia a lo relacionado entre el producto obtenido y los bienes empleados, en resumen, es buscar el rendimiento tratando de llegar a la optimización de los bienes empleados y esforzarse que no existan residuos de los mismos. (Gutiérrez, 2014, p.22)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

Dimensión 2: Eficacia

Se dice del grado de cumplimiento en que se realizan las actividades planificadas y que se logran alcanzar los resultados ya planificados. (Gutiérrez, 2014, p.22)

$$\text{Eficacia} = \frac{\sum \text{tiempo de tareas}}{\text{Numero de sub procesos} \times \text{tiempo de ciclo}} \times 100$$



MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 / Variable independiente: Metodología Lean Manufacturing	Segun Rajadell y Sánchez (2015) Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar	Se aplica la metodología de Lean Manufacturing ya que por medio de sus herramientas se busca eliminar los desperdicios de tiempo en el proceso de Liofilizado de Plátano en la planta de procesado para incrementar la productividad mejorando la utilización de los recursos.	5S`s	% de cumplimiento de cada S`s (% 5S`s)	$\% \text{ cumplimiento } S's = \frac{5S's \text{ cumplidas}}{\text{Total de las } 5S's} \times 100$	Razón
			Kaizen-Mejora continua	% de disminución de tiempo del sub proceso	$\% \text{ VAR} = \frac{(TPf - TPI)}{TPI} \times 100$	Razón
			Kanban-Flujo de trabajos	% de Bach de producción entregados a tiempo	$\% \text{ cumplimiento} = \frac{\text{Bach entregados a tiempo}}{\text{Bach totales de produccion}} \times 100$	Razón
Variable 2 / Variable dependiente: Productividad	Según Urbina (2018) define la productividad como el eficiente uso de los factores de producción, llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.	La mejora de la productividad en la línea de liofilizado de plátano se da mediante la mejor utilización de los recursos como la mano de obra y aumentando los niveles de producción eliminando los desperdicios de tiempo.	Eficiencia	% de eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad efectiva}}$	Razón
			Eficacia	% de eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\sum \text{tiempo de tareas}}{\text{Numero de sub procesos} \times \text{tiempo de cicl}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING Dimensión 1: 5S`s $\%Cumplimiento\ 5S`s = \frac{5S`s\ Cumplidas}{Total\ de\ 5s`s} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Kaizen $\%Variación = \frac{Tiempo\ producción\ final - Tiempo\ producción\ inicial}{Tiempo\ producción\ inicial} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 3: Kanban $\% cumplimiento = \frac{Lotes\ entregados\ a\ tiempo}{Lotes\ totales\ de\ producción} \times 100$	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Eficiencia $Eficiencia = \frac{Produccion\ real}{Capacidad\ proyectada}$	X		X		X		
Dimensión 2: Eficacia $Eficacia = \frac{\Sigma\ tiempo\ de\ tareas}{Numero\ de\ sub\ procesos\ x\ tiempo\ de\ ciclo}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ si hay suficiencia _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Baldeon Montalvo Melanie Yunnete
Especialidad del validador: Maestra en Administración de Negocios

DNI: 47460661

27 de Febrero del 2022

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Ing. Roberto Farfán Martínez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título de mi trabajo de investigación es:

“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL LIOFILIZADO DEL PLÁTANO EMPRESA PROCESADORA AGROINDUSTRIAL EN AREQUIPA 2021”

Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente



Katherine Alvarez Chipana
DNI:70989561



Cathrine Calderón Hinojosa
DNI:73080714

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell y Sánchez, 2015).

Dimensiones de la variable: Lean Manufacturing

Dimensión 1: 5S`s

Las 5S es una metodología japonesa que se basa en cinco palabras donde sus iniciales empiezan con la letra "S". La primera es Seiri, con un significado de seleccionar los elementos que sirven de los que no sirven, la segunda S es Seiton, con un significado de ordenar aquellos elementos que sirven, la tercera S es Seiso, con un significado de limpiar, la cuarta S es Seiketsu, con un significado de estandarización de normas, la quinta S es Shitsuke, con un significado de disciplina para mantener y consolidar el hábito de la mejora continua (Aldavert et al, 2016, p. 27).

$$\%Cumplimiento\ 5S`s = \frac{5S`s\ Cumplidas}{Total\ de\ 5s`s} \times 100$$

Dimensión 2: Kaizen

Según Díaz (2019) el Kaizen trata de una metodología o sistema de gestión orientado a la mejora continua de procesos.

$$\%Variación = \frac{Tiempo\ producción\ final - Tiempo\ producción\ inicial}{Tiempo\ producción\ inicial} \times 100$$

Dimensión 3: Kanban

Parra (2015), afirma que el sistema Kanban "Es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT, la cual tiene como orientación básica la reducción de nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requerido" (p. 12)

$$\%Apl.\ kanban = \frac{Objetivos\ cumplidos}{Total\ de\ objetivos} \times 100$$

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Dependiente: Productividad

Según Urbina (2018) define la productividad como el eficiente uso de los factores de producción, llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.

Céspedes, Lavado y Rondán (2016). Mencionan que “la productividad es una medición de la eficiencia con el adecuado uso de los materiales en el proceso de producción.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de factor utilizado}}$$

Dimensiones de la variable: Productividad

Dimensión 1: Eficiencia

Se considera eficiencia a lo relacionado entre el producto obtenido y los bienes empleados, en resumen, es buscar el rendimiento tratando de llegar a la optimización de los bienes empleados y esforzase que no existan residuos de los mismos. (Gutiérrez, 2014, p.22)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

Dimensión 2: Eficacia

Se dice del grado de cumplimiento en que se realizan las actividades planificadas y que se logran alcanzar los resultados ya planificados. (Gutiérrez, 2014, p.22)

$$\text{Eficacia} = \frac{\sum \text{tiempo de tareas}}{\text{Numero de sub procesos} \times \text{tiempo de ciclo}} \times 100$$



MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 / Variable independiente: Metodología Lean Manufacturing	Según Rajadell y Sánchez (2015) Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar	Se aplica la metodología de Lean Manufacturing ya que por medio de sus herramientas se busca eliminar los desperdicios de tiempo en el proceso de Liofilizado de Plátano en la planta de procesado para incrementar la productividad mejorando la utilización de los recursos.	5S`s	% de cumplimiento de cada S`s (% 5S`s)	$\% \text{ cumplimiento } S's = \frac{5S's \text{ cumplidas}}{\text{Total de las } 5S's} \times 100$	Razón
			Kaizen-Mejora continua	% de disminución de tiempo del sub proceso	$\% \text{ VAR} = \frac{(TPf - TPI)}{TPI} \times 100$	Razón
			Kanban-Flujo de trabajos	% de Bach de producción entregados a tiempo	$\% \text{ cumplimiento} = \frac{\text{Bach entregados a tiempo}}{\text{Bach totales de produccion}} \times 100$	Razón
Variable 2 / Variable dependiente: Productividad	Según Urbina (2018) define la productividad como el eficiente uso de los factores de producción, llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.	La mejora de la productividad en la línea de liofilizado de plátano se da mediante la mejor utilización de los recursos como la mano de obra y aumentando los niveles de producción eliminando los desperdicios de tiempo.	Eficiencia	% de eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad efectiva}}$	Razón
			Eficacia	% de eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\sum \text{tiempo de tareas}}{\text{Numero de sub procesos} \times \text{tiempo de cicl}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING Dimensión 1: 5S`s $\%Cumplimiento\ 5S`s = \frac{5S`s\ Cumplidas}{Total\ de\ 5s`s} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Kaizen $\%Variación = \frac{Tiempo\ producción\ final - Tiempo\ producción\ inicial}{Tiempo\ producción\ inicial} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 3: Kanban $\% cumplimiento = \frac{Lotes\ entregados\ a\ tiempo}{Lotes\ totales\ de\ producción} \times 100$	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Eficiencia $Eficiencia = \frac{Produccion\ real}{Capacidad\ proyectada}$	X		X		X		
Dimensión 2: Eficacia $Eficacia = \frac{\Sigma\ tiempo\ de\ tareas}{Numero\ de\ sub\ procesos\ x\ tiempo\ de\ ciclo}$	X		X		X		

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Ing. Romel Dario Bazán Robles

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título de mi trabajo de investigación es:

“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL LIOFILIZADO DEL PLÁTANO EMPRESA PROCESADORA AGROINDUSTRIAL EN AREQUIPA 2021”

Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente



Katherine Alvarez Chipana
DNI:70989561



Cathrine Calderón Hinojosa
DNI:73080714

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell y Sánchez, 2015).

Dimensiones de la variable: Lean Manufacturing

Dimensión 1: 5S's

Las 5S es una metodología japonesa que se basa en cinco palabras donde sus iniciales empiezan con la letra "S". La primera es Seiri, con un significado de seleccionar los elementos que sirven de los que no sirven, la segunda S es Seiton, con un significado de ordenar aquellos elementos que sirven, la tercera S es Seiso, con un significado de limpiar, la cuarta S es Seiketsu, con un significado de estandarización de normas, la quinta S es Shitsuke, con un significado de disciplina para mantener y consolidar el hábito de la mejora continua (Aldavert et al, 2016, p. 27).

$$\%Cumplimiento\ 5S's = \frac{5S's\ Cumplidas}{Total\ de\ 5s's} \times 100$$

Dimensión 2: Kaizen

Según Díaz (2019) el Kaizen trata de una metodología o sistema de gestión orientado a la mejora continua de procesos.

$$\%Variación = \frac{Tiempo\ producción\ final - Tiempo\ producción\ inicial}{Tiempo\ producción\ inicial} \times 100$$

Dimensión 3: Kanban

Parra (2015), afirma que el sistema Kanban "Es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT, la cual tiene como orientación básica la reducción de nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requerido" (p. 12)

$$\%Apl.\ kanban = \frac{Batch\ entregados}{Batch\ totales\ de\ producción} \times 100$$

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Dependiente: Productividad

Según Urbina (2018) define la productividad como el eficiente uso de los factores de producción, llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.

Céspedes, Lavado y Rondán (2016). Mencionan que “la productividad es una medición de la eficiencia con el adecuado uso de los materiales en el proceso de producción.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de factor utilizado}}$$

Dimensiones de la variable: Productividad

Dimensión 1: Eficiencia

Se considera eficiencia a lo relacionado entre el producto obtenido y los bienes empleados, en resumen, es buscar el rendimiento tratando de llegar a la optimización de los bienes empleados y esforzase que no existan residuos de los mismos. (Gutiérrez, 2014, p.22)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

Dimensión 2: Eficacia

Se dice del grado de cumplimiento en que se realizan las actividades planificadas y que se logran alcanzar los resultados ya planificados. (Gutiérrez, 2014, p.22)

$$\text{Eficacia} = \frac{\sum \text{tiempo de tareas}}{\text{Numero de sub procesos} \times \text{tiempo de ciclo}} \times 100$$

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 / Variable independiente: Metodología Lean Manufacturing	Segun Rajadell y Sánchez (2015) Lean Manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar	Se aplica la metodología de Lean Manufacturing ya que por medio de sus herramientas se busca eliminar los desperdicios de tiempo en el proceso de Liofilizado de Plátano en la planta de procesado para incrementar la productividad mejorando la utilización de los recursos.	5S`s	% de cumplimiento de cada S`s (% 5S`s)	$\% \text{ cumplimiento } S's = \frac{5S's \text{ cumplidas}}{\text{Total de las } 5S's} \times 100$	Razón
			Kaizen-Mejora continua	% de disminución de tiempo del sub proceso	$\% \text{ VAR} = \frac{(TPf - TPI)}{TPI} \times 100$	Razón
			Kanban-Flujo de trabajos	% de Bach de producción entregados a tiempo	$\% \text{ cumplimiento} = \frac{\text{Lotes entregados a tiempo}}{\text{Lotes totales de producción}} \times 100$	Razón
Variable 2 / Variable dependiente: Productividad	Según Urbina (2018) define la productividad como el eficiente uso de los factores de producción, llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.	La mejora de la productividad en la línea de liofilizado de plátano se da mediante la mejor utilización de los recursos como la mano de obra y aumentando los niveles de producción eliminando los desperdicios de tiempo.	Eficiencia	% de eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad proyectada}}$	Razón
			Eficacia	% de eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\sum \text{tiempo de tareas}}{\text{Numero de sub procesos} \times \text{tiempo de cicl}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING							
Dimensión 1: 5S`s $\%Cumplimiento\ 5S`s = \frac{5S`s\ Cumplidas}{Total\ de\ 5s`s} \times 100$							
Dimensión 2: Kaizen $\%Variación = \frac{Tiempo\ producción\ final - Tiempo\ producción\ inicial}{Tiempo\ producción\ inicial} \times 100$							
Dimensión 3: Kanban $\% cumplimiento = \frac{Lotes\ entregados\ a\ tiempo}{Lotes\ totales\ de\ producción} \times 100$							
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Eficiencia $Eficiencia = \frac{Produccion\ real}{Capacidad\ proyectada}$							
Dimensión 2: Eficacia $Eficacia = \frac{\Sigma\ tiempo\ de\ tareas}{Numero\ de\ sub\ procesos\ x\ tiempo\ de\ ciclo}$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sí hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Mg.: ROMEL DARIO BAZAN ROBLES

Especialidad del validador: Maestro en Productividad y Relaciones Industriales

DNI: 41091024

..20... de. Febrero.....del 2022

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

Anexo 04: Evaluación económica

Años	Beneficio	Costo	Beneficio neto	Factor de actualización	Beneficio	Costo	Beneficio actual
0	-14,700.00	0.00	-14,700.00	1.000000	-14,700.00	0.00	-14,700.00
1	140,544.00	73,087.95	67,456.05	0.800000	112,435.20	58,470.36	53,964.84
	140,544.00	73,087.95	67,456.05		112,435.20	58,470.36	53,964.84

Indicador	Valor
VAN	= 39,265
B/C	= 1.92
KC	= 25%
PRI	= 1 año

Anexo 05: Carta de Permiso



PERMISO DE INVESTIGACIÓN

Procesadora Agroindustrial La Joya S.A.C., otorga permiso de investigación a las Srtas.

Katherine Alvarez Chipana, DNI: 70989561
Cathrine Calderón Hinojosa, DNI: 73080714

Quienes realizarán el proyecto "Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del liofilizado del plátano en la empresa Procesadora Agroindustrial de la ciudad de Arequipa 2021".

Se expide el presente permiso para los fines y usos de la elaboración de su tesis universitaria.

Arequipa, 28 de diciembre del 2021



 Pascual Justo Mota Rosillos
GERENTE GENERAL
PROCESADORA AGROINDUSTRIAL LA JOYA SAC

Procesadora Agroindustrial La Joya S.A.C.

Miembros del Grupo Groneweg International GmbH

