



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar
la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales de una
Empresa Agroindustrial, Arequipa 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial

AUTORAS:

Callata Espinoza, Betzy Mayorin (orcid.org/0000-0002-0389-1772)

Salhuana Muñoz, Angie (orcid.org/0000-0001-5561-5377)

ASESORA:

Mg. Pinedo Palacios, Patricia Del Pilar (orcid.org/0000-0003-3058-7757)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a mis padres por su apoyo incondicional y sus sabios consejos. A mi hijo por ser mi inspiración y motivación a ser una mejor persona cada día, a mi esposo por su apoyo y motivación que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas tanto profesionales como personales.

Callata Espinoza Betzy Mayorin

Este trabajo lo dedico a mis padres y a mis abuelos, por ser mis guías en todo momento, por sus sabios consejos, por su amor, comprensión, paciencia y por ser mi fuerza e inspiración, mis logros se los debo a ustedes.

Salhuana Muñoz Angie

Agradecimiento

Agradezco a Dios por siempre bendecirme y hacer de mis sueños una realidad. A mis padres por todo su esfuerzo y sacrificio para formarme como persona y profesional. A mi esposo porque su apoyo fue fundamental para realizar este sueño, a mis hermanos por su motivación y apoyo incondicional. A mi compañera de tesis por su dedicación y apoyo fundamental para desarrollar este trabajo.

Callata Espinoza Betzy Mayorin

Agradezco a Dios, por permitirme culminar mi carrera y por dame fortaleza, agradezco a mis padres y a mis abuelos quienes fueron mi motor de impulso en mis sueños, que siempre estuvieron a mi lado en mis horas de estudio, quienes fueron mis mejores guías, a mi hermano por ser mi apoyo en todo momento para poder lograr este objetivo, a mi hermanito por brindarme su chispa de energía. Mi compañera de tesis por su dedicación y apoyo fundamental para desarrollar este trabajo. Gracias por ser quienes son y confiar en mí.

Salhuana Muñoz Angie

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos	51
3.7. Aspectos éticos	51
IV. RESULTADOS	52
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS	65

Índice de tablas

Tabla 01:	Diferencias entre Deshidratado y Liofilizado	12
Tabla 02:	Análisis de la productividad de la línea de liofilizado de orégano	25
Tabla 03:	Herramientas a utilizar en las mejoras de la productividad	28
Tabla 04:	Distribución de vegetales liofilizados – periodo 2021	29
Tabla 05:	Datos para la elaboración del VSM del proceso productivo del orégano	30
Tabla 06:	Clasificación de los materiales de la planta de producción	42
Tabla 07:	Ubicación de los materiales de la planta	45
Tabla 08:	Cronograma de limpieza	46
Tabla 09:	Comparativo VSM antes de la aplicación de las herramientas vs VSM posterior a la aplicación de herramientas	49
Tabla 10:	Comparación de los indicadores de productividad en la línea orégano liofilizado.....	50
Tabla 11:	Análisis descriptivo de la productividad de orégano liofilizado	52
Tabla 12:	Análisis descriptivo de la eficiencia de la producción de orégano liofilizado.....	53
Tabla 13:	Análisis descriptivo de la eficacia de la producción de orégano liofilizado	54

Índice de figuras

Figura 01: Etapas del proceso de liofilizado	10
Figura 02: Value Stream Mapping del proceso productivo de orégano liofilizado	31
Figura 03: Diagrama de análisis de proceso actual para la regulación de la máquina cortadora	34
Figura 04: Diagrama de análisis de proceso posterior a la aplicación de la herramienta SMED para la regulación de la máquina cortadora	37
Figura 05: Falta de identificación de las jabas de materia prima	40
Figura 06: Jaba inservibles.....	41
Figura 07: Tarjeta roja	43
Figura 08: Value Stream Mapping del proceso productivo de orégano liofilizado	48

Resumen

El estudio denominado “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales de una Empresa Agroindustrial, Arequipa 2022” tiene como objetivo general determinar en qué medida la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y el VSM en la línea de liofilizado de vegetales de la empresa incrementará su productividad.

También se analizó la productividad actual de la línea de liofilizado, identificando su producto estrella: orégano liofilizado, se realizó seguimiento a 36 lotes de producción calculando una productividad de 0,33 kg/h.h. Se aplicaron las herramientas de lean Manufacturing: VSM, SMED y 5 S`s para dar solución a los principales problemas identificados como la demora al regular las máquinas cortadoras, específicamente del primer y último corte del vegetal y la falta de orden y limpieza en las zonas de almacenamiento de materias primas e insumos transitorios.

Posteriormente, se calculó la productividad post test alcanzando un valor de 0,38 kg / h.h. mejorando en un 15,15%.

Palabras Clave: Productividad, eficiencia, eficacia, liofilizado, producción.

Abstract

The study called "Application of Lean Manufacturing tools to increase the productivity of the vegetable freeze-dried line of an Agroindustrial Company, Arequipa 2022" has the general objective of determining to what extent the application of Lean Manufacturing tools such as the 5S`s, SMED and the VSM in the company's vegetable freeze-drying line will increase its productivity.

The current productivity of the freeze-dried line was also analyzed, identifying its flagship product: freeze-dried oregano, 36 production batches were followed up, calculating a productivity of 0.33 kg/h.h. Lean Manufacturing tools were applied: VSM, SMED and 5 S`s to solve the main problems identified such as the delay in regulating the cutting machines, specifically the first and last cut of the vegetable and the lack of order and cleanliness in the storage areas for raw materials and transitory inputs.

Subsequently, the post-test productivity was calculated, reaching a value of 0.38 kg / h.h. improving by 15.15%.

Keywords: Productivity, efficiency, effectiveness, freeze-dried, production.

I. INTRODUCCIÓN

El sector industrial se ha visto afectado de manera considerable en los últimos tiempos debido a los problemas que está pasando el país, sin embargo, las exportaciones se están normalizando y de esta forma se está alcanzando importantes niveles de producción, este es el caso de la empresa Agroindustrial en adelante llamada “la empresa”, que se dedica a la exportación de vegetales liofilizados, por lo que requiere necesariamente de incrementar su capacidad de producción específicamente en la línea de vegetales.

Actualmente la empresa desarrolla sus actividades en el departamento de Arequipa, esta empresa se dedica a la producción de fruta y vegetales liofilizados, como también, deshidratados, cuentan con un mercado ya establecido, exportando sus productos a Europa, siendo Alemania el principal país.

Dentro de la línea de liofilizado de vegetales se encuentran el perejil, porro, albahaca, orégano, tomillo y cebolla china como productos principales, los cuales han tenido una fuerte acogida en el mercado europeo incrementándose los pedidos en el último año hasta en un 19%.

La capacidad de producción de la línea de liofilizado de vegetales es de 15.000,00 kg/mes siendo insuficiente para cumplir con todos los compromisos adquiridos por la gerencia comercial que en algunos meses presentan ventas hasta de 18.000,00 kg/mes por lo que la empresa se ha visto en la necesidad de incrementar la productividad en la línea mencionada, ya que se tiene cuellos de botella importantes específicamente en el deshidratado o en el túnel de liofilizado del vegetal y tiempos de demora prolongados entre los sub procesos.

De acuerdo con las ventas del periodo 2021 el producto estrella dentro de los vegetales liofilizados es el orégano con una participación de 57,28% con una producción de 103.071,00 kg/año y 8.600,00 kg/mes como promedio.

El incremento de la productividad se verá mostrado en un incremento de la producción, en la reducción de los costos de producción, disminución de Lead time en la producción de los vegetales liofilizados y eliminación de los desperdicios de

tiempo, lo que permite a la empresa aprovechar de una mejor manera los recursos asignados.

En la planta de Liofilizado se presentan problemas relacionados a la baja productividad en la obtención del liofilizado de vegetales los cuales fueron identificados mediante la observación directa en la planta de producción estos son; cuello de botella en el deshidratado de vegetales, demoras en los cambios de formato al momento de cambiar de vegetal, falta de capacidad en el proceso de zarandas, insuficiente mano de obra al momento de seleccionar la materia prima, falta de mecanización en el traslado de los vegetales, tiempo de espera entre procesos.

De acuerdo con la reunión mensual de producción con la gerencia de operaciones la problemática anteriormente descrita, le está generando a la empresa una baja productividad en el proceso productivo, retrasos o dilación en el despacho de los pedidos debido a que están saliendo tarde de la planta de producción, y el dar fechas bastante prolongadas para la producción de los lotes de vegetales liofilizados.

El diagrama causa efecto para la baja productividad de la línea de liofilizado de vegetales se muestra en el Anexo 02.

Realizado el análisis de la situación actual de planta de producción de productos liofilizados y deshidratados, mediante el diagrama de Ishikawa se identificaron y reconocieron los principales problemas los cuales fueron revisados por el gerente de operación y las jefaturas de las áreas de preparación, producción y acabado siendo los siguientes:

Cuello de botella en el deshidratado de vegetales esto debido a la falta de túneles de liofilizado y deshidratado, ya que los que se tiene en la actualidad 3 túneles grandes con capacidad de 500 kg y 3 túneles pequeños con capacidad de 200 kg. Generan demoras e inventarios en proceso.

Demoras en los cambios de formato al momento de cambiar de vegetal en los subprocesos de cortado y liofilizado ya que las condiciones de cada vegetal son diferentes y de acuerdo a las presentaciones que requiere el cliente.

Insuficiente mano de obra al momento de seleccionar la materia prima lo que genera demoras importantes al siguiente subproceso en el primer corte y retiro de impurezas de la materia prima.

Falta de mecanización en el traslado de los vegetales mediante una faja transportadoras que permita optimizar el traslado de productos intermedios, en los túneles grandes se tiene fajas transportadoras donde una de ellas no funciona correctamente.

Tiempo de espera entre procesos donde se necesita la aprobación del área de control de calidad o de las jefaturas de planta para poder seguir con la producción, también se tienen tiempos de espera por una mala planificación interna.

La empresa ha enfocado sus esfuerzos en acrecentar significativamente el rendimiento de su productividad en la línea de liofilizado, por ello es necesario e importante la aplicación y adaptación de herramientas de ingeniería que promueva eliminar los tiempos muertos, disminuir los tiempos de espera y optimizar los procesos, por ello que se emplearan herramientas de la filosofía Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y VSM.

En tal sentido se tiene como problema general: ¿En qué medida la aplicación de las herramientas 5S`s, SMED y el VSM incrementan la productividad de la línea de liofilizado de vegetales?

Como justificación se tiene en cuenta que la empresa busca incrementar la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales que le permita incrementar la producción y cumplir con los compromisos y demandas adquiridos con los clientes, mejorando la eficacia y la eficiencia de la línea de producción, ya que en esta línea se presenta retrasos en el deshidratado y liofilizado de los vegetales. La empresa cuenta con el talento humano calificado y preparado para realizar el incremento de la productividad mediante la aplicación y uso de las herramientas de ingeniería

como las 5S`s, SMED y el VSM, de igual manera cuenta con los recursos económicos necesarios e imprescindibles para la adquisición y manejo de la tecnología necesaria.

Con el incremento de la productividad se incrementa la producción de la planta y se puede reducir los costos de operación generando de esta forma una mayor rentabilidad a la empresa y mejores beneficios a los trabajadores. También permitirá a los agricultores de la zona incrementar sus volúmenes de producción, los cuales van a generarles mayores ingresos.

La empresa genera puestos de trabajo y beneficios para la sociedad abriendo las puertas en las exportaciones de productos agroindustriales.

De acuerdo a la investigación tenemos como objetivo general:

Determinar en qué medida la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y el VSM en la línea de liofilizado de vegetales de la empresa incrementará su productividad.

Son objetivos específicos:

OE1: Medir en qué estado se encuentra la productividad del proceso productivo de liofilizado.

OE2: Aplicar las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y el VSM.

OE3: Evaluar de manera técnica la productividad del proceso productivo después de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

También se plantean las hipótesis el estudio

La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y VSM incrementan la productividad de la línea de liofilizado y deshidratado de vegetales en la planta procesadora.

II. MARCO TEÓRICO

Como parte del marco teórico del estudio se recopilan y analizan estudios similares en el medio internacional y nacional.

Los antecedentes internacionales para el presente estudio que se utilizarán para la discusión se presentan a continuación.

En el estudio de **Vasquez (2017)**, se busca determinar cuáles son los principales factores que afectan la productividad de los negocios donde se consideran el capital humano, la producción, organización, políticas, la maquinaria, la materia prima e insumos entre los principales.

En el estudio se obtuvieron resultados como que la buena gestión del capital humano es uno de los factores más importantes al momento de lograr ventajas competitivas, cuando las empresas desean mejorar sus niveles de productividad, ya que es el capital humano el que va a gestionar los recursos proporcionados a los procesos productivos. El estudio también concluye que los objetivos claros de las empresas en relación a sus procesos productivos están en la optimización de los recursos utilizados, la maximización del beneficio, el incremento de la productividad, la disminución de los costos.

En el estudio de **Martinez, Olvera, Gonzalez, & Velázquez (2017)**, se enfocan a mejorar la productividad del área de distribución para lo cual es necesario utilizar la técnica de observación mediante un análisis de tiempos y movimientos para poder identificar las oportunidades de mejora y estructurar las mejoras necesarias. En el estudio se aplicó una investigación aplicada, no experimental.

En el estudio como punto de partida se analizó el proceso productivo para conocer cuáles son los principales factores que afectan la productividad, se evaluaron los tiempos de reprocesos, la cantidad de los lotes de producción y la utilización de los recursos, como resultado se obtuvo una reestructuración del proceso productivo donde se redujo el tiempo de proceso de producción y por consecuencia se mejoró el índice de productividad en un 33%.

En el estudio de **Yerovi, Lorente, Saraguro, & Montero (2017)**, “se buscó aplicar las herramientas de la metodología lean Manufacturing buscando la mejora del proceso de producción de puertas enrollables”.

La investigación se realizó en una empresa del sector metalmecánico, donde se tiene como problema principal la entrega tardía del producto final que son las puertas enrollables, de esta manera se generan reclamos y no conformidades por parte de los clientes. Por ello se propone la implementación del lean Manufacturing para que se pueda mejorar los procesos productivos promoviendo una mejor administración de los recursos y una mejora en la productividad que le permita a la empresa cumplir con las demandas y los requerimientos adquiridos por los clientes de forma oportuna para generar una ventaja competitiva.

Para poder mejorar los tiempos de entrega se aplicaron herramientas de Lean Manufacturing como 9'S, SMED, TPM, KANBAN, y se obtuvieron resultados positivos y alentadores como la mejora en el tiempo total del proceso con un 6.10%, el tiempo de valor agregado un 2.13%, también se mejoran los indicadores del VSM como tack time de 5 horas y 15 minutos para 24 puertas al mes, aumenta en un minuto siendo 5 horas y 16 minutos, aumentando de 24 a 26 puertas al mes, mejorando en 7.4%.

En el estudio realizado por **Gomez (2021)** se busca aplicar herramientas de ingeniería y metodologías que permitan mejorar la productividad del proceso productivo de calzado en la empresa Facalsa.

Como punto de partida en el estudio se identificaron cuáles son los factores que afectan el índice de productividad, identificando principalmente los tiempos muertos que se presentan en cada uno de los sub procesos que se realizan, para ello fue necesario realizar un estudio de tiempos y desarrollar un plan de mejora, se buscó estandarizar los tiempos del proceso y aplicar herramientas de mejora donde se estableció el tiempo inicial con las condiciones que tenía el proceso alcanzando un tiempo de 1.879,42 minutos. Después de haber estandarizado el tiempo de cada

proceso se obtuvo un tiempo de producción de 1.795,165 minutos mejorando de esta manera la productividad en un 30,6 %.

En el estudio de **Morales (2019)**, se buscó proponer la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing para la optimización de los procesos en el grupo empresarial B&V Stilos S.A.S”.

Este estudio busca principalmente desarrollar una propuesta que contribuya a la mejora continua en la planta de producción de calzado iniciando con el análisis situacional de cada proceso dentro de la planta de producción mediante un seguimiento con la técnica de observación y levantamiento de datos de los tiempos de producción y de espera. Se identificaron problemas siendo el más representativo los inventarios en procesos, para los cuales se plantean herramientas basadas en la filosofía de lean Manufacturing como 5’S, SMED, Kanban y VSM, según los problemas encontrados para finalmente reflejar a través del software utilizado FlexSim. la nueva distribución de la planta y el aumento de la eficiencia, dando como resultado simulado un incremento de la eficiencia de entre 16% hasta el 59% repercutiendo directamente en la productividad.

Los antecedentes nacionales para el presente estudio que se utilizaran para la discusión se presentan a continuación.

En el estudio de **Martínez & Sánchez (2019)**, se buscó aplicar las herramientas Lean Manufacturing para el incremento de la productividad en la empresa calzado PAOLA DELLA FLORES S.A.C”.

En el trabajo que tiene como objetivo, aplicar las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad, se ha realizado un análisis de los procesos de la planta mediante un seguimiento con la técnica de la observación y se la levantado información sobre los tiempos de proceso y los tiempos muertos y de espera que se generan en cada actividad dentro del área de producción identificando de esta manera los tiempos improductivos y las oportunidades de mejora que se basan en el Kaizen, SMED y la aplicación de las 5S`s.

En el estudio de **Escalante & Valencia (2019)**, se buscó proponer mejoras en los procesos utilizando herramientas de Lean Manufacturing en la confección de Calentadores de Brazo para elevar la productividad”.

En Perú la industria textil va creciendo tomando mayor importancia para la elaboración de fibras nobles como es la fibra animal de alpaca, ya que la lana de alpaca en textiles tiene un mercado establecido en el exterior, es por ello que cada vez se busca mejores estándares de calidad y productividad para mantener su competitividad en este mercado.

Dicho estudio utilizó la filosofía de lean Manufacturing mediante sus herramientas que permiten acrecentar la productividad en el área de la fabricación de calentadores de brazo ya que este es su producto estrella.

Se identificó información recogida en la planta donde se analiza que existe un reproceso de 2,5% por mantención de maquinarias y una productividad de 0,1969 calentador por dólar invertido.

Para mejorar la productividad se aplican herramientas como el VSM, los 8 Desperdicios, Kanban o Flujo Continuo minimizando los desperdicios y sobreproducción de 835 Calentadores, los resultados tras la aplicación de esta propuesta fueron alentadores.

En el estudio de **Sarria, Guillermo, & Bocanegra (2017)**, se buscó brindar un modelo metodológico de implementación de Lean Manufacturing”.

En el estudio se propone una metodología en base a la implicación de la filosofía de lean Manufacturing en empresas del sector industrial, se utilizó la metodología ICOM permitiendo de esta manera determinar cuál es la interrelación en cada una de las actividades y la construcción del diagrama de contexto y así hacer la aplicación de la filosofía accesible y sencilla.

Para el estudio se utilizó la teoría de diferentes autores donde se identificando las 14 prácticas más frecuentes de Lean Manufacturing. En este sentido se buscó proporcionar a las empresas pequeñas una metodología sencilla y ágil que permita utilizar sin limitaciones las herramientas de lean Manufacturing.

En el estudio de **Salazar (2019)**, se buscó aplicar la filosofía Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la línea de tubos en la empresa PRECOR S.A.". El estudio tiene como principal punto, acrecentar los índices de productividad en la empresa PRECOR S.A. donde se identificó la carencia de estándares en el área de producción de la planta de producción de laminado en caliente (LAC). Ocasionado de esta manera varias horas improductivas al momento de realizar sus actividades también existe mermas en las materias primas e inventarios en proceso, sobretiempos reprocesos, excesivas horas en la realización de SET UP, para poder mejorar los problemas se planteó la aplicación de la filosofía de Lean Manufacturing mediante la aplicación de sus herramientas como el Kanban, SMED y Kaizen mejorando así los procesos de la planta.

En el estudio de **Soto (2017)**, se buscó aplicar la filosofía Lean Manufacturing para incrementar la productividad en las pymes de confecciones textiles en la región Arequipa. caso: EMPRESA "CP".

En un entorno competitivo que se está viviendo donde por la globalización se busca tener mayor competitividad y hacerla una ventaja competitiva significando mayor productividad, eficientes y eficaces, disminuir los tiempos improductivos se ha vuelto una necesidad, la aplicación de herramientas sencillas y que permitan aumentar la productividad en pequeñas y medianas empresas de manera principal, estas herramientas se basan en el lean Manufacturing que busca mejorar continuamente.

En el estudio se han aplicado herramientas como el OEE, VSM, Tack time, 5S`s logrando reducir el tiempo de entrega de pedidos en 3 días que en un inicio era de 15 días paso a 12 días reduciendo en un 20%

Liofilizado

"El proceso de liofilización consiste en la conservación de los elementos mediante la técnica de sublimación con la finalidad de que se pueda reducir las pérdidas que se presentan en los componentes volátiles, es importante saber que no se modifica la estructura físico química del elemento que se ha liofilizado, de esta manera se permite la conservación del elemento de manera indefinida en cadena de frio, con

una buena estabilidad microbiológica y menos del 15% de humedad y (J. de D. Alvarado 1996)”

Las ventajas de liofilizar alimentos es que permite conservar su aroma y sabor, también al producirlas a bajas temperaturas, promueve que estos alimentos reduzcan al mínimo su capacidad de degradación, que, si ocurre en los procesos convencionales de secado, pero el secado por congelamiento es un tanto costosa.

Etapas del proceso de liofilización

Este proceso consiste en sublimar el hielo de un producto congelado como por ejemplo de los vegetales. El agua que da como resultado en este proceso pasa de estar en un estado sólido a gaseoso o vapor, pero sin haber pasado a través del estado líquido, por ello para este proceso se trabaja por debajo del punto triple del agua, es decir, 0.01°C y 4.5 mmHg.

Para realizar este procedimiento se tienen etapas establecidas, las cuales fueron adoptadas por la empresa Agroindustrial y se presentan en la Figura 01.

Figura 01: Etapas del proceso de liofilizado



Fuente: Empresa Agroindustrial

Deshidratación

“La deshidratación de los alimentos es un proceso antiguo y el más empleado que sirve para conservar los alimentos, este proceso depende de las épocas y el clima ya que ayuda considerablemente para la desecación, el hombre opta por utilizar máquinas y herramientas para llegar artificialmente a una desecación artificial llamada deshidratación. (Preparación y evaluación de proyectos agropecuarios y agroindustriales, 1980)”.

El deshidratado busca básicamente a quitarle líquidos o agua a los alimentos lo que ayuda a que no crezcan microbios, pero produce modificaciones como la reducción de los aromas del alimento, del valor nutricional como la disminución de vitaminas, proteínas, etc.

Diferencias entre deshidratado y liofilización

El proceso de deshidratación se comporta con algunas modificaciones, en las características organolépticas y también en el valor nutricional, para este proceso es muy importante tener en cuenta la forma de almacenamiento y el tipo de envasado que se aplican a estos productos, ya que se rehidratan fácilmente, sin embargo, el proceso la liofilización es de desecación donde no se afectan de mayor manera las características nutritivas y organolépticas.

Las diferencias entre el proceso de deshidratado y el proceso de Liofilizado se exponen en la Tabla 01.

Tabla 01: Diferencias entre Deshidratado y Liofilizado

Características	Deshidratación	Liofilización
Fases	Evaporación (Aire caliente)	Congelamiento-sublimación (punto triple)
Duración proceso	4 -5 Horas	11 -12 Horas
Cambio de fase	Líquido a gaseoso	Solido a gaseoso
Presión trabajo	Atmosférica	Menor a la atmosférica
Peso Reducido	13 veces menor que la original	13 veces menos que la materia fresca
Maquinaria	Artesanal (tinajas)	Automática (Túnel)
Textura	Blanda	Crujiente
Densidad	Encima que del original	Debajo que del original
Olor	Similar al original	Casi igual al original
Color	Más bajo	Idéntico
Humedad residual	Normal	Baja
Rehidratación	Lenta e incompleta	Debido a su elaboración es total y rápida
Vida útil	1 año	2 años
Sabor	Similar al original	Característico de original
Costo (\$)	20 – 25 soles	70 – 80 soles

Fuente: Empresa Agroindustrial

Productividad

“La productividad es un indicador que considera la mejora de un proceso productivo, donde se consideran los recursos utilizados en relación a los resultados obtenidos como la cantidad de bienes que se han obtenido. Por lo que se entiende que la productividad relaciona lo producido y los recursos utilizados. (Carro & Gonzales, 2015)”

Lo que se traduce en la siguiente formula

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

Para poder analizar y calcular la productividad es necesario primero definir el sistema, también se deben definir las entradas y salidas y conocer de qué manera se pueden expresar y así considerar como medir la productividad.

Dentro de la variable del estudio que es la productividad se consideran dos dimensiones que son la eficiencia y la eficacia que se conceptualizan a continuación:

“La eficiencia mide cuanto se utilizan los factores que afectan la productividad como la mano de obra, la materia prima el capital, es la relación entre lo real y lo esperado. (Carro & Gonzales, 2015)”

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

Para el presente estudio se calcula la eficiencia del proceso productivo mediante la producción que se tiene cada mes con relación a la producción esperada de acuerdo a la carga que realiza el área comercial.

“La eficacia se considera como el grado donde se realizan acciones y/o actividades planificadas y de la misma manera se alcanzan resultados planificados, para lograr una buena eficacia se utiliza los recursos necesarios para alcanzar los objetivos deseados. (Gutierrez, Calidad y Productividad, 2014)”

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion programada}}$$

Las herramientas de Lean Manufacturing a utilizar se conceptualizan a continuación:

La competitividad industrial actual exige a las empresas adoptar mejores metodologías de producción, con el fin de reducir costos y maximizar beneficios, es ahí la importancia de la filosofía Lean Manufacturing (Viteri, 2016)

Lean se desarrolló en la industria automotriz japonesa como una estrategia de gestión. Se centra en la mejora continua en la creación de valor con la eliminación de residuos (Emiliani, 2016)

El espectro de técnicas lean es amplio. El núcleo del concepto LM comprende la idea de valor, flujo de valor e identificación y eliminación de todos los desperdicios que ocurren en los procesos. (Gladysz & Buczacki, 2018)

La filosofía Lean Manufacturing se considera el estándar de la industria para la mejora sistemática de la productividad (Selko, 2012)

SMED son las siglas de Single-Minute Exchange or Die. El objetivo de SMED es lograr que todos los cambios y arranques se reduzcan a 10 minutos. Al reducir el tiempo de configuración, las fábricas pueden mejorar en gran medida la eficiencia. SMED inventado por Frederick Taylor en 1911 y luego fue utilizado por Ford Motors en 1915 (Hartford, 2017)

El mapeo de flujo de valor se puede aplicar a su organización mediante métodos (Purdue, 2021)

- Fomentar la mejora continua en los procesos
- Permitir el cambio de cultura dentro de una organización
- Facilitar una colaboración y una comunicación claras

5S es una forma sistemática de gestión visual que utiliza todo. No se trata solo de limpieza u organización; también se trata de maximizar la eficiencia y el beneficio. (Creative Safety Supply, 2021)

III.METODOLOGÍA

3.1.Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

La investigación aplicada “tiene como principal objeto confrontar la teoría y la realidad; la aplicación e investigación de estudios a situaciones, características específicas y problemas” (Quezada, 2019)

En este estudio y al uso de herramientas que permitan mejorar e incrementar la productividad en el liofilizado de vegetales es de tipo aplicada con enfoque cuantitativo ya que se obtienen tablas resúmenes sobre la productividad del proceso productivo en relación con la producción, los tiempos de proceso y espera y los recursos utilizados.

Nivel de investigación

“El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (Fidias, 2012)

El nivel de investigación del estudio es experimental ya que se busca conocer el post aplicación de las herramientas de lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea productiva del liofilizado.

Diseño de investigación

“El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado” (Fidias, 2012)

El diseño de investigación es preexperimental, ya que se hacen las mediciones a la productividad enfocándonos en la eficiencia y eficacia de los lotes de producción de vegetales liofilizados realizando pruebas antes de la aplicación de herramientas que promuevan la mejora continua y el incremento de la productividad, como también después de la aplicación de esta.

3.2. Variables y operacionalización

Véase, en el anexo 03 donde se muestra la operacionalización de variable para la realización de esta investigación en la planta de liofilizado de la empresa.

Variable: “Productividad”

Definición conceptual: “La productividad es un indicador que considera la mejora de un proceso productivo, donde se consideran los recursos utilizados en relación a los resultados obtenidos como la cantidad de bienes que se han obtenido. Por lo que se entiende que la productividad relaciona lo producido y los recursos utilizados. (Carro & Gonzales, 2015)”

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

Definición operacional: La productividad del proceso de liofilizado de vegetales implica las mejoras de subprocesos que presentan algún problema, se busca aumentar la productividad del proceso de liofilizado mediante la disminución de los tiempos muertos e improductivos que no generan valor al proceso y el aumento de la producción realizada, se calcula el índice de productividad con la producción real alcanzada en el mes en relación a la cantidad de horas, hombre que se requiere.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Produccion mensual}}{\text{Horas. hombre}}$$

Dimensión 1: Eficiencia

Definición conceptual: “La eficiencia mide el grado de utilización de los factores que afectan la productividad como la mano de obra, la materia prima el capital, es la relación entre lo real y lo esperado”. (Carro & Gonzales, 2015)

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

Defunción operacional: la eficiencia de la planta de producción mide la relación que existe entre la producción alcanzada o real de vegetales liofilizados y la capacidad efectiva de la línea de liofilizado de vegetales, expresado en porcentaje.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real de vegetales liofilizados}}{\text{Capacidad efectiva de la línea de liofilizado}} \times 100$$

Dimensión 2: Eficacia

“La eficacia se considera como el grado donde se realizan acciones y/o actividades planificadas y de la misma manera se alcanzan resultados planificados, para lograr una buena eficacia se utiliza los recursos necesarios para alcanzar los objetivos deseados. (Gutierrez, Calidad y Productividad, 2014)”

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion programada}}$$

Definición operacional: la eficacia en la planta de producción mide el grado en que se tiene la producción alcanzada mensualmente y la producción programada por el área de planificación.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada de vegetales liofilizados}}{\text{Produccion programada}}$$

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

La población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación (Fidias, 2012)

La población en el estudio es finita y está conformada por los lotes de producción de vegetales liofilizados que se producen en un mes que hacen un total de 40, donde se realizan los estudios de observación.

Muestra

“La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (Fidias, 2012)

Muestreo

Se realiza un muestreo probabilístico donde se obtiene una muestra de 36 lotes de producción de vegetales liofilizados.

N = 40 (Población)

p = 0,5 (Probabilidad de ocurrencia)

q = 0,5 (Probabilidad de no ocurrencia)

Z = 95% (Nivel de confianza)

E = 5% (margen de error)

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

n = 36 (muestra)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Observación: esta técnica es utilizada en el trabajo de campo en la planta de producción de vegetales liofilizados donde se hace seguimiento a los lotes de producción del principal vegetal que se produce identificando tiempos de producción para cada sub proceso y se identifican los factores que afectan la productividad del proceso productivo, también los tiempos de espera innecesarios entre sub procesos los tiempos de espera innecesarios entre sub procesos.

Análisis documental: de la información de los lotes de producción donde se registran los tiempos de producción y las esperas que se han generado también se tiene la producción diaria y mensual de la planta y los recursos utilizados como los insumos requeridos, la materia prima utilizada y la mano de obra.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. (Fidias, 2012)

El instrumento utilizado para el levantamiento de la información en la técnica de observación son las fichas de producción de vegetales liofilizados donde se registra todos los parámetros de producción.

3.5. Procedimientos

El procedimiento para la realización del estudio es el siguiente:

- Elaboración de los instrumentos para la variable de productividad
- Validación de los instrumentos
- Aplicación de los instrumentos
- Recolección de la información
- Procesamiento de información
- Presentación de los resultados
- Elaboración de la discusión

- Planteamiento de las conclusiones
- Planteamiento de las recomendaciones

Proceso productivo

a) Almacén de materia prima

En el almacén de materia prima es donde se da inicio al proceso productivo del liofilizado de orégano que es uno de los vegetales más importantes en el mercado, se realiza el retiro de las materias primas e insumos del almacén, esta función está a cargo del personal del almacén de materia prima y con ayuda del personal de operaciones, el vegetal se encuentra en jabsas que han llegado del campo específicamente del proveedor, se encuentra identificada de acuerdo al campo de cultivo y al peso que presenta, los insumos también se encuentra en el mismo almacén, los cuales son identificados y trasladados para su dosificación.

En el almacén de materia primas así como en los almacenes transitorios y en el almacén de producto terminado se tiene una gran problemática debido al desorden que estos presentan, la falta de limpieza y la poca identificación de los lotes de producción, ocasionando que se tenga una demora inicial de hasta 45 minutos para trasladar la materia prima a la zona de trabajo, ya que en los pasadizos se encuentran otros productos o materiales que obstruyen el paso y a veces no hay espacio para realizar las descargas y movimientos de materiales.

b) Selección de la materia prima

Es el primer sub proceso de la planta de producción donde se realiza la selección de la materia prima que se encuentra en perfectas condiciones una vez se haya trasladado la materia prima del almacén hacia la zona de trabajo donde se encuentran las mesas, se selecciona el orégano en buenas condiciones y se retira las impurezas, el traslado de la materia prima lo realizan 4 operarios que llevan el material a la mesa donde se realiza el sub proceso de selección de manera manual, el personal de las mesas son trabajadores antiguos que ya tienen bastante experiencia en el trabajo por lo

que realizan sus actividades con un buen ritmo de trabajo. En este subproceso se retiran las partículas extrañas que se encuentran en los vegetales, así como también las hojas secas, marchitadas o malogradas y las hojas de otros vegetales que se puedan identificar.

c) Primer corte

Para realizar el primer corte del orégano se coloca el producto en una faja transportadora la cual lleva el vegetal hacia la cortadora automática que se encargara de realizar el corte a los tallos y a las hojas del vegetal para dejar de menor tamaño, esta actividad se da posterior al retiro de impurezas y selección de la materia prima, el fraccionamiento del vegetal se da de acuerdo a la regulación de la máquina para determinar el tamaño del primer corte del orégano, esta regulación presenta un gran problema en el cambio de formato que se realiza cada vez que se va a iniciar el turno de trabajo o cuando se inicia un nuevo lote de producción, esta actividad es realizada por el mecánico de turno que se encuentra sobrecargado de sus actividades diarias, tiene una demora de hasta 106 minutos.

d) Retiro de tallos de hojas

Es en este proceso es donde se da la mayor reducción del peso de la materia prima ya que se retira los tallos de las hojas de orégano, esto se realiza mediante una máquina que funciona a base de zarandas que mueven la materia prima a gran velocidad y mediante un ventilador separa las hojas de los tallos del vegetal, esta regulación de la zaranda se da de acuerdo al vegetal que se va a trabajar y de las características que se quiere de acuerdo al cliente.

e) Lavado de material

El subproceso de lavado de material se realiza mediante tres tinajas donde el orégano va a pasar por medio de una faja transportadora, el lavado se da por la presión del agua que pasa por las tinajas la cual retira las impurezas que presentan las hojas de orégano como tierra u otra partícula, este proceso genera desperdicios importantes debido a la presión del agua, sin embargo,

las hojas que se desprenden son recogidas y agregadas de manera manual en el siguiente proceso.

f) Desinfección

En el proceso de desinfección se busca la reducción de la carga microbiana, donde se utiliza ácido per acético en el agua donde se encuentra reposando el vegetal, se tiene un tiempo estimado de acuerdo a cada vegetal para el orégano se considera un tiempo de reposo de 8 minutos donde la encargada del proceso regula la cantidad de ácido per acético cada 5 minutos.

Es en el este proceso donde se realiza los exámenes de calidad que permitan tener un producto limpio de impurezas y desinfectado, esta actividad está a cargo del personal de control de calidad quien saca muestras constantes para determinar la calidad del producto intermedio.

g) Centrifugado

Se realiza el centrifugado del material en una tina especial que se encuentra al final de la faja transportadora donde llega el orégano y es centrifugado, esta actividad demanda de gran esfuerzo ya que se tiene que descargar el orégano de la máquina y llevarlo a las mesas de trabajo donde se va a realizar el ultimo corte.

h) Ultimo corte

Se realiza el segundo corte del orégano, el cual tiene las características exigidas por el cliente y se realiza en la máquina cortadora que también es regulada de acuerdo al vegetal y a los requerimientos establecidos en la hoja de producción, esta actividad de regulación de la máquina también la realiza el mecánico de turno.

i) Congelamiento

Los vegetales que ya están listos y han pasado por último corte son trasladados al congelamiento donde se tiene un cámara a una temperatura de -30 a -36 °C, y el tiempo estimado que se encuentra en esta zona el orégano es de 60 minutos. Se realiza el congelamiento para el producto no pierda sus características antes de ingresar al proceso de liofilizado o deshidratado de vegetales.

j) Liofilizado del vegetal

En el sub proceso de liofilizado del orégano se busca retirar la máxima cantidad de agua del producto mediante el proceso de sublimación, se realiza un congelamiento rápido del orégano y se traslada al túnel de liofilizado donde se regulan las condiciones de trabajo para obtener un producto de calidad, los parámetros a regular son la presión y la temperatura para poder quitar el agua del vegetal.

k) Zaranda

Realizado el liofilizado del orégano se lleva el producto a una zaranda donde se va a estandarizar el corte del vegetal de acuerdo a las características exigidas por el cliente, esta clasificación se da mediante la regulación de las mallas que se tiene en la zaranda y que dan el tamaño final al orégano liofilizado.

l) Detector de impurezas

Cuando se tiene ya el producto intermedio que es el orégano seleccionado y del mismo tamaño este es colocado en la faja transportadora que pasa por el ultimo filtro de calidad automatizado que es la máquina de rayos x que se va a encargar de retirar las impurezas que se puedan presentan en el material como metales u otros artículos que afectan la calidad del producto.

El material que ya paso por la máquina de rayos x es embolsada de manera manual para que se realice el examen de calidad correspondiente por el

auxiliar de calidad y se pueda pasar el producto para realizar el acabado final.

m)Acabados

En el acabado final se realiza el pesado, embolsado y encajado del producto final, esta actividad es realiza por tres operarios en línea que se encargan uno de cada actividad, se realiza el acabado del orégano liofilizado en la presentación de 8 kilogramos por bolsa.

Análisis de la productividad

La productividad de la planta de liofilizado se calculó con el producto estrella dentro de los vegetales que es el orégano que representa el 62% de la producción de acuerdo al levantamiento de la producción que se realizó en un tiempo de 08 semanas entre los meses de Noviembre y Diciembre del periodo 2021, la productividad se ha calculado en función a la mano de obra utilizada debido a que es el principal factor que influye en la producción, las horas trabajadas también fueron proporcionadas por el área de recursos humanos de la empresa agroindustrial.

En la Tabla 02 se muestra el cálculo de la productividad para la línea de liofilizado de orégano de la empresa.

Tabla 02: Análisis de la productividad de la línea de liofilizado de orégano

Productividad Pre test - liofilizado de orégano				
Fecha	Producción Kg / semana	Nro. Operarios semana	Horas trabajadas/ semana	Productividad Kg/h-h
Semana 01	2.164,50	120	6.240,00	0,35
Semana 02	2.275,75	124	6.448,00	0,35
Semana 03	2.182,25	122	6.344,00	0,34
Semana 04	2.226,75	125	6.500,00	0,34
Semana 05	2.025,25	123	6.396,00	0,32
Semana 06	1.963,50	123	6.396,00	0,31
Semana 07	2.148,00	125	6.500,00	0,33
Semana 08	2.223,25	127	6.604,00	0,34
TOTAL	17,209.25		51,428.00	0.33

Fuente: Elaboración propia

La productividad de la línea de liofilizado del orégano como principal vegetal es de 0.33 kg/h.h. de acuerdo a la información proporcionada por el área de producción de la empresa agroindustrial y los datos recolectados en el trabajo de campo.

Se ha calculado con un total de producción de 17,209.25 kilogramos producidos de orégano liofilizado en 08 semanas y 8,590.00 kg/mes como promedio, también se ha considerado un total de horas trabajadas de 51,428.00 que corresponde a los operarios de la línea de liofilizado en las 8 semanas.

Para calcular la eficiencia de la producción de orégano liofilizado se considera una capacidad de producción de 11.000,00 kg/mes los cuales son los que se considera en el área comercial para realizar las ventas de los productos.

Con los datos proporcionados y considerando la forma de calcular la eficiencia se aplica la fórmula que se muestra a continuación:

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

Donde:

Producción real = 8.590,00 kg de orégano liofilizado

Capacidad efectiva = 11.000,00 kg de orégano liofilizado

$$\text{Eficiencia} = \frac{8.590,00}{11.000,00} \times 100$$

Se ha calculado una eficiencia actual de 78,00% siendo baja para la planta de producción esto debido a los problemas que presenta en los sub procesos de la línea de liofilizado.

De acuerdo a las ventas programadas por el área comercial cuando se tiene un incremento considerable se considera como promedio la producción de 10.000,00 kg/mes. Con los datos proporcionados se calcula la eficacia de la línea de producción de orégano liofilizado.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion programada}}$$

Donde:

Producción alcanzada = 8.590,00 kg de orégano liofilizado

Capacidad programada = 10.000,00 kg de orégano liofilizado

$$\text{Eficacia} = \frac{8.590,00}{10.000,00} \times 100$$

Se ha calculado una eficacia actual de 86,00% siendo baja para la planta de producción esto debido a los problemas que presenta en los sub procesos de la línea de liofilizado.

Mejoras en el proceso productivo

Para identificar las mejoras en el proceso productivo del liofilizado de orégano es necesario realizar el trabajo de campo donde se toma lectura de los tiempos de producción y los tiempos de espera que se dan en el proceso productivo para ello se escogió un lote de producción promedio que se presenta con mayor frecuencia en la planta de producción.

Los tiempos y datos necesarios para la recolección de datos son los siguientes:

1. Tamaño del lote de orégano
2. Tiempo de búsqueda y traslado de la materia prima
3. Tiempo para seleccionar el orégano
4. Demora de regulación de la máquina cortadora
5. Tiempo para realizar el primer corte
6. Tiempo para realizar el retiro de tallo
7. Demora en regular la lavadora
8. Tiempo en lavar el material
9. Tiempo en realizar la desinfección
10. Tiempo en realizar el centrifugado
11. Demora en reglar la cortadora
12. Ultimo corte
13. Tiempo en reglar la congeladora
14. Tiempo para realizar el congelado
15. Demora en regular los túneles de liofilizado
16. Tiempo de liofilizado
17. Demora en regular la zaranda
18. Tiempo de zarandeo
19. Demora en regular la máquina de rayos x

- 20. Tiempo de la máquina de rayos x
- 21. Tiempo para realizar los acabados

Realizado el estudio de tiempos del proceso de liofilizado de orégano y levantada la información sobre los tiempos de producción y de espera entre los sub procesos se identifican las alternativas de solución que se presentaron para poder realizar el diseño del VSM del proceso productivo, este análisis complementado con el diagrama de Ishikawa se han identificado los principales problemas y factores que afectan la productividad del proceso de liofilizado de orégano en la planta procesadora.

En la Tabla 03 se muestra la clasificación de los principales problemas y las herramientas de Lean Manufacturing a utilizar.

Tabla 03: Herramientas a utilizar en las mejoras de la productividad

Problemas identificados en el proceso productivo	Herramientas a utilizar
Demoras en la identificación de las materias primas en el almacén general por un desorden generalizado.	VSM, 5 S's
Demoras en la regulación de la máquina cortadora del primer corte	VSM, SMED
Mezcla de los materiales e insumos en los almacenes transitorios	VSM, 5 S's
Demoras en la regulación de la máquina cortadora del último corte del orégano liofilizado	VSM, SMED

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas implementadas en el proceso productivo de orégano liofilizado son el VSM, la aplicación de la metodología de las 5S's y el SMED, esto permitió la mejora en la productividad del proceso productivo.

Diseño del Value Stream Mapping actual del proceso productivo del orégano liofilizado

Para la elaboración del VSM actual del proceso productivo de orégano liofilizado se realizó un trabajo de campo de 8 semanas donde se hizo seguimiento a los lotes de producción de 1200 kg de orégano como materia prima que ingresa al proceso productivo

Para ello también se seleccionó el vegetal más representativo de la empresa para poder realizar el seguimiento, en la Tabla 04 se muestra la distribución de vegetales liofilizados de acuerdo a la data del periodo 2021

Tabla 04: Distribución de vegetales liofilizados – periodo 2021

Producto AD/FD	Ventas 2021 (kg)	% participación
Orégano	103.071,00	57,28%
Albahaca	54.267,00	13.58%
Dill	13.252,00	1.31%
Tomillo	7.512,00	1.87%
Cebolla	1.854,80	1.04%
TOTAL AÑO 2021	179.956,80	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como producto estrella entre el liofilizado de vegetales al orégano con una participación de 57,28% que representa una producción de 103.071,00 kilogramos al año.

El levantamiento de los tiempos de producción y tiempos de espera se realizó a los lotes de producción de 1200 kg de orégano liofilizado, durante 8 semanas donde se identificaron los tiempos que se muestran en la Tabla 05.

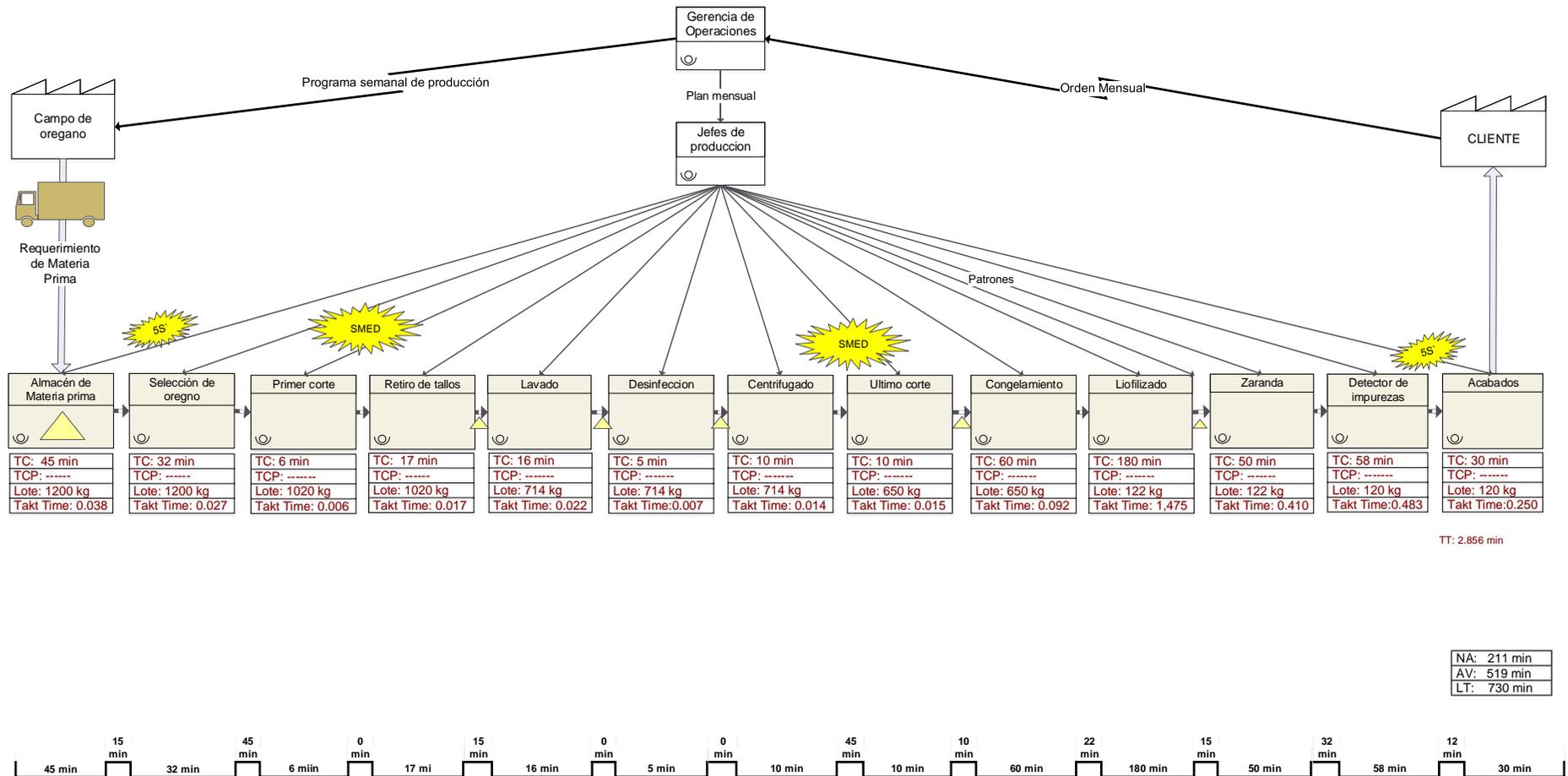
Tabla 05: Datos para la elaboración del VSM del proceso productivo del orégano

Proveedor	Entrada	Operación	Tiempo de ciclo () min.	Tamaño de lote	Takt Time	Salida
Campos de orégano	Orégano	Almacén de orégano	45,00	1.200,00	0,038	Orégano Liofilizado
		Selección de orégano	32,00	1.200,00	0,027	
		Primer corte	6,00	1.020,00	0,006	
		Retiro de tallo	17,00	1.020,00	0,017	
		Lavado de material	16,00	714,00	0,022	
		Desinfección	5,00	714,00	0,007	
		Centrifugado	10,00	714,00	0,014	
		Ultimo corte	10,00	650,00	0,015	
		Congelamiento	60,00	650,00	0,092	
		Liofilizado	180,00	122,00	1,475	
		Zaranda	50,00	122,00	0,410	
		Detector de impurezas	58,00	120,00	0,483	
		Acabados	30,00	120,00	0,250	

Fuente: Elaboración propia

Con la información presentada en la Tabla 05 se elaboró el VSM del proceso productivo de orégano liofilizado.

Figura 02: Value Stream Mapping del proceso productivo de orégano liofilizado



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 02 se muestra el Value Stream Mapping del proceso productivo de orégano liofilizado donde se han diseñado los subprocesos que forman parte de la planta de producción y se ha registrado su tiempo de producción y los tiempos de espera obteniendo los indicadores del VSM.

Los indicadores del VSM que se han obtenido son los siguientes, un takt time de 2,856 minutos que se demora la producción de una unidad, en este caso de un kilogramos de orégano liofilizado, también en el levantamiento de datos se obtuvo como resultado un valor de tiempo de espera entre procesos (NA) de 211 minutos siendo los tiempos de preparación de las máquinas cortadoras los más significativos y el tiempo por proceso (AV) de 519 minutos siendo el que más demora el sub proceso de liofilizado, lo que hace un tiempo total del proceso (LT) de 730 minutos.

En el análisis del proceso productivo se identificaron herramientas de mejora en los sub procesos mostrados en el VSM actual siendo los siguientes:

Aplicación de la herramienta SMED

La situación actual del sub proceso de corte en el proceso productivo de orégano liofilizado presentan problemas en la regulación de las cuchillas y la velocidad para poder trabajar diferentes vegetales, esta regulación se realiza cada inicio de turno y cuando se va a iniciar un lote nuevo. Para la reducción del tiempo de preparación de la cortadora para el primer corte se aplica la herramienta SMED, en el tiempo de cambio de formato de la cortadora que demanda un tiempo de 45 minutos actualmente donde la principal demora la genera la espera al mecánico de turno de la planta que se encuentra con sobrecarga de tareas.

El objetivo principal de la aplicación de la herramienta SMED es reducir el tiempo de preparación de la máquina cortadora tanto en el primer corte como en el segundo corte del orégano liofilizado, y de esta manera realizar los cambios de formato de la máquina de manera más rápida.

El alcance para la aplicación de la herramienta SMED se da en el sub proceso de primer corte y segundo corte del orégano liofilizado.

Para una mejor descripción del subproceso de regulación de la máquina cortadora se muestra las actividades realizadas.

1. Se verifica mediante la orden de producción la materia prima que se va a trabajar y el corte que se va a realizar para poder identificar las cuchillas a colocar y la velocidad a trabajar.
2. El supervisor del proceso se comunica con el mecánico de turno para que pueda asistir a la máquina y realizar la regulación.
3. Existe una demora del mecánico de turno que se encuentra asistiendo otras máquinas de la planta de producción
4. el mecánico de turno se traslada al taller de mantenimiento para poder recoger las herramientas necesarias para la regulación de la máquina.
5. El mecánico de turno se traslada a la oficina del supervisor para poder recoger las cuchillas de la máquina cortadora de acuerdo a las indicaciones que este le da para la regulación.
6. Se selecciona las cuchillas que se van a cambiar de acuerdo a las indicaciones.
7. El mecánico de turno se traslada a la zona de trabajo donde se realiza la regulación de la máquina cortadora.
8. Se retira la protección de la máquina para la regulación de la máquina
9. Se realiza la regulación de la máquina cortadora en cuanto a las cuchillas y la velocidad de la máquina
10. Se tapa la máquina con las guardas de protección y se da inicio a la máquina
11. Se realiza la puesta en marcha y se inspecciona la máquina.

Las actividades realizadas en el cambio de formato de la máquina cortadora como son las cuchillas de corte y la velocidad de trabajo se muestran en la Figura 03, donde se detalló el diagrama de análisis de proceso.

Figura 03: Diagrama de análisis de proceso actual para la regulación de la máquina cortadora

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SMED									
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL (DAP)									
PROCESO	Regulación de la maquina cortadora			RESUMEN					
PUESTO DE TRABAJO	Primer y segundo corte			ACTIVIDAD	SÍMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO	VAR.	
ÁREA	Producción			OPERACIÓN	●	4	4	0	
HORA INICIO	10:12:00 a. m.			TRANSPORTE	➡	3	2	-1	
HORA TERMINO	10:57:00 a. m.			INSPECCIÓN	■	2	2	0	
TIEMPO TOTAL (min)	00:45:00			DEMORA	◐	2	0	-2	
FECHA	3/01/2022			ALMACENAMIENTO	▼	0	0	0	
TURNO	Turno A			DISTANCIA	metros	144	20	124	
TIEMPO				min	00:45:00	00:16:00	00:29:00		
N°	ACTIVIDAD	Distancia	Tiempo (min)	●	➡	■	◐	▼	OBS.
1	Se verifica mediante la orden de producción la materia prima que se va a trabajar y el corte que se va a realizar	0	00:02:00	○	➡	■	◐	▼	
2	El supervisor del proceso se comunica con el mecánico de turno para que pueda asistir a la máquina	0	00:01:00	○	➡	■	◐	▼	
3	Existe una demora del mecánico de tueno que se encuentra asistiendo otras máquinas de la planta de producción	0	00:21:00	○	➡	■	◐	▼	
4	El mecánico de turno se traslada al taller de mantenimiento para poder recoger las herramientas necesarias	60	00:02:00	○	➡	■	◐	▼	
5	El mecánico de turno se traslada a la oficina del supervisor para poder recoger las cuchillas de la máquina cortadora	35	00:02:00	○	➡	■	◐	▼	
6	Se selecciona las cuchillas que se van a cambiar de acuerdo a las indicaciones.	4	00:03:00	●	➡	■	◐	▼	
7	El mecánico de turno se traslada a la zona de trabajo donde se realiza la regulación de la máquina cortadora.	45	00:02:00	○	➡	■	◐	▼	
8	Se retira la protección de la máquina para la regulación de la maquina	0	00:02:00	●	➡	■	◐	▼	
9	Se realiza la regulación de la máquina cortadora en cuanto a las cuchillas y la velocidad de la máquina	0	00:06:00	●	➡	■	◐	▼	
10	Se tapa la maquina con las guardas de protección y se da inicio a la maquina	0	00:02:00	●	➡	■	◐	▼	
11	Se realiza la puesta en marcha y se inspecciona la máquina.	0	00:02:00	○	➡	■	◐	▼	
TOTAL		144	00:45:00	4	3	2	2	0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diagrama de análisis del proceso de regulación de la máquina cortadora se identificó 11 actividades de las cuales se presentan 04 operaciones, 03 traslados, 02 inspecciones y 02 demoras que se dan principalmente por la comunicación y espera del mecánico de turno, lo que hace un total de 45 minutos en la regulación de la máquina con un traslado de 144 metros en el recorrido para recoger las herramientas de trabajo y las cuchillas para la máquina.

Método realizado con la aplicación de la herramienta SMED

Se realiza el cambio de personal a realizar la regulación de la máquina, donde el operario de la máquina cortadora es el encargado de realizar el cambio de formato de la máquina que se da al inicio de un lote de producción y al inicio de cada turno reduciendo de esta manera los tiempos de traslado y espera que se dan cuando el mecánico de turno no llega a la zona de trabajo, es así que el tiempo de regulación se disminuye a 16 minutos, presentando una mejora de 29 minutos. Para ello es necesario capacitar al operario de la cortadora y proporcionarles las herramientas necesarias para el cambio de formato.

La misma mejora se plantió en la cortadora del subproceso de ultimo corte donde ya se tiene el orégano liofilizado, sin embargo, la regulación de la máquina presenta la misma demora ya que las máquinas son de la misma marca y velocidad, se tienen los mismos tiempos de mejora pasando de un cambio de formato de 45 minutos actualmente a un cambio de formato de 16 minutos con la aplicación e cambios rápidos donde se eliminan los traslados y la demora provocada por el mecánico de turno.

Las actividades realizadas en la nueva forma de trabajo se describen a continuación:

1. Se verifica mediante la orden de producción, la materia prima que se va a trabajar y el corte que se va a realizar, esto mediante las indicaciones del cliente.
2. El operador de la máquina se traslada a la zona de herramientas para poder recoger las cuchillas de la máquina cortadora y las herramientas que fueron

colocadas en la zona de trabajo con la optimización de espacio realizada por la aplicación de la metodología de las 5 S's en la planta de producción.

3. Se selecciona las cuchillas que se van a cambiar de acuerdo a las indicaciones del supervisor de turno.
4. El operador de la máquina traslada a la zona de trabajo las cuchillas y las herramientas necesarias para la regulación de la máquina cortadora, estas se encuentran cerca de la zona de trabajo.
5. Se retira la protección de la máquina para la regulación de la misma, esto se da con las herramientas asignadas al operador y la capacitación que se le dio considerando la seguridad del trabajador.
6. Se realiza la regulación de la máquina cortadora en cuanto a las cuchillas y la velocidad de la máquina para que pueda trabajar de manera óptima y obtener un producto de calidad.
7. Se tapa la máquina con las guardas de protección y se da inicio a la máquina para que se pueda verificar como va saliendo el producto.
8. Se realiza la puesta en marcha y se inspecciona la máquina.

Realizadas las mejoras en el proceso de regulación de la máquina cortadora se muestran las actividades, las distancias recorridas y el tiempo de regulación posterior a la aplicación de la herramienta SMED, este análisis se muestra en la Figura 04.

Figura 04: Diagrama de análisis de proceso posterior a la aplicación de la herramienta SMED para la regulación de la máquina cortadora

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SMED									
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO POSTERIOR (DAP)									
PROCESO		Regulación de la maquina cortadora		RESUMEN					
PUESTO DE TRABAJO		Primer y segundo corte		ACTIVIDAD	SÍMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO	VAR.	
ÁREA		Producción		OPERACIÓN	●	4	4	0	
HORA INICIO		8:44:00 a. m.		TRANSPORTE	➡	3	2	-1	
HORA TERMINO		9:00:00 a. m.		INSPECCIÓN	■	2	2	0	
TIEMPO TOTAL (min)		00:16:00		DEMORA	◻	2	0	-2	
FECHA		10/03/2022		ALMACENAMIENTO	▼	0	0	0	
TURNO		Turno A		DISTANCIA	metros	144	20	124	
				TIEMPO	min	00:45:00	00:16:00	00:29:00	
N°	ACTIVIDAD	Distancia	Tiempo (min)	●	➡	■	◻	▼	OBS.
1	Se verifica mediante el orden de producción la materia prima que se va a trabajar y el corte que se va a realizar	0	00:02:00	○	➡	■	◻	▼	
2	El operador de la maquina se traslada a la zona de herramientas para poder recoger las cuchillas de la	10	00:00:30	○	➡	■	◻	▼	
3	Se selecciona las cuchillas que se van a cambiar de acuerdo a las indicaciones.	0	00:01:00	●	➡	■	◻	▼	
4	El operador de la maquina traslada a la zona de trabajo las cuchillas.	10	00:00:30	○	➡	■	◻	▼	
5	Se retira la protección de la máquina para la regulación de la maquina	0	00:02:00	●	➡	■	◻	▼	
6	Se realiza la regulación de la máquina cortadora en cuanto a las cuchillas y la velocidad de la máquina	0	00:06:00	●	➡	■	◻	▼	
7	Se tapa la maquina con las guardas de protección y se da inicio a la maquina	0	00:02:00	●	➡	■	◻	▼	
8	Se realiza la puesta en marcha y se inspecciona la máquina.	0	00:02:00	○	➡	■	◻	▼	
TOTAL		20	00:16:00	4	2	2	0	0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diagrama de análisis del proceso de regulación de la máquina cortadora posterior a la aplicación de la herramienta SMED, se identificó 08 actividades de las cuales se presentan 04 operaciones, 02 traslados, 02 inspecciones, lo que hace un total de 16 minutos en la regulación de la máquina

con un traslado de 20 metros en el recorrido para recoger las herramientas de trabajo y las cuchillas para la máquina.

Se logró una mejora en la regulación de la máquina cambiando las actividades externas como el cambio de cuchillas y la regulación de la velocidad pasando de realizarlas con el mecánico de turno a realizarlas con el operador de la máquina y trasladando las herramientas y cuchillas necesarias a la zona de trabajo, de esta manera se redujo los tiempos de espera, traslados innecesarios y los tiempos de operación pasando de 11 actividades a 08 actividades, de 144 metros de traslado a 20 metros de traslado y por ultimo de 45 minutos de regulación de la máquina a 16 minutos.

Aplicación de la herramienta de las 5S´s

También se realizó la mejora mediante la aplicación de la metodología de las 5S`s en los almacenes de materia prima, producto terminado y almacenes transitorios, pudiendo de esta manera reducir el tiempo de búsqueda y traslado de la materia prima que en la actualidad es de 45 minutos pasando a 10 minutos, ya que con la aplicación de la metodología de las 5S`s ahora se tiene ambientes de trabajo limpios y ordenados que permite una rápida identificación y traslados de la materia prima.

El objetivo principal de la aplicación de la herramienta 5S´s es poder optimizar los espacios de la planta de producción donde se realiza el orégano liofilizado, poder generar la cultura de orden y limpieza entre los trabajadores y mejorar la productividad del proceso mediante un ambiente de trabajo óptimo.

El alcance para la aplicación de la herramienta 5S`s se da principalmente en los almacenes de la planta de producción donde se tiene la materia prima como el orégano o los otros vegetales y los almacenes transitorios y el almacén de producto terminado de la planta de producción del orégano liofilizado.

Los roles y responsabilidades de los trabajadores de la empresa agroindustrial.

Es importante conocer cuáles son los roles que cumple cada uno de los representantes de la empresa agroindustrial para la aplicación de la

herramienta de las 5S`s en la planta de producción para ello se menciona a los principales colaboradores.

El Gerente general de la empresa por medio de los supervisores de la planta es el encargado de dar el ejemplo sobre la disciplina que se genera con la aplicación de la herramienta, también es el encargado de proporcionar los recursos necesarios para la su aplicación.

Los supervisores de preparación, producción y acabado que se encargan de distribuir los recursos necesarios para la aplicación de la herramienta como de realizar el seguimiento y control de las mejoras que se aplicaron en cada una de las áreas, para que la herramienta sea sostenible en el tiempo.

Coordinador de las 5S´s, fue el encargado de dirigir toda la implementación coordinar las actividades de los colaboradores de planta con puestos de mando, de llevar el registro fotográfico y documentar la aplicación de la herramienta para poder realizar el seguimiento y control.

Fase de inicio de implementación de la aplicación de la herramienta de las 5S´s en la planta de producción.

Para iniciar con la herramienta se consideraron actividades importantes como la capacitación que se dio a los trabajadores de la empresa en los diferentes niveles jerárquicos donde se capacitó desde el gerente general hasta los operarios de los distintos procesos productivos y áreas de la planta de producción, es en la capacitación que se le da a conocer a los trabajadores los objetivos de la implementación de la herramienta, en que consiste y cuál es su roll en cada una de las etapas de las 5S´s.

También se realizó el registro fotográfico de cómo se encontraron las distintas áreas de la planta de producción donde se realiza el orégano liofilizado, principalmente de los almacenes de materia prima, producto terminado y los almacenes transitorios.

Las jabs de la materia prima en la línea de producción de vegetales se encuentran por distintos lugares sin una identificación clara de los materiales,

generándose mezclas, pérdidas y mermas importantes que dificultan que puedan ser trasladadas a la planta de producción para su selección, en la Figura 05 se muestran las jabas de orégano como materia prima.

Figura 05: Falta de identificación de las jabas de materia prima



Fuente: Planta de producción de la empresa

Cuando las jabas han sido utilizadas y ya no sirven para el almacenamiento por traslado de la materia prima son almacenadas para su eliminación, sin embargo, estas son colocadas en los distintos lugares de la planta donde se encuentre un lugar vacío generando desorden y suciedad en la planta de producción o en los almacenes, las jabas inservibles se muestran en la Figura 06.

Figura 06: Jaba inservibles



Fuente: Base fotográfica de la empresa procesadora agroindustrial

Identificadas las zonas donde se presentan problemas se comenzó con la aplicación de las etapas de la metodología de las 5S's.

a) SEIRI: Clasificación

En la clasificación de los materiales y artículos que se encuentran en las distintas áreas de la planta de liofilizado de la empresa se necesitó la ayuda de los supervisores de la planta, para poder definir cuáles son los materiales que sirven para la producción, aquellos que se van a reparar para poder ser utilizados posteriormente, los que no corresponden a la zona de trabajo y deben ser reubicados, aquellos que deben ser devueltos al almacén general, los que deben ser vendidos como productos complementarios y por último que deben ser eliminados.

Para ello se realizó como primer paso la identificación de los materiales y artículos que se encontraban en la zona de trabajo, almacenes de materia prima y almacenes transitorios, esta lista se muestra en la Tabla 06.

Tabla 06: Clasificación de los materiales de la planta de producción

N°	Descripción de producto	Unidad	Acciones
1	Jabas con cebolla	Unidades	Producción
2	Jabas con orégano	Unidades	Producción
3	Jabas con dill	Unidades	Producción
4	Jabas con tomillo	Unidades	Producción
5	Jabas con albahaca	Unidades	Producción
6	Jabas en mal estado	Unidades	Descartar
7	Jabas sucias	Unidades	Reubicar
8	Jabas nuevas	Unidades	Producción
9	Bidones de insumos llenos	Unidades	Producción
10	Bidones vacíos	Unidades	Devolver, reubicar
11	Mochilas de los trabajadores	Unidades	Reubicar
12	Repuestos de las máquinas	Unidades	Reubicar
13	Bolsas de embalaje nuevas	Unidades	Producción
14	Bolsas de embalaje malogradas	Unidades	Eliminar
15	Bolsas de embalaje sobrantes	Unidades	Devolver
16	Cajas de cartón nuevas	Unidades	Producción
17	Cajas de cartón malogradas	Unidades	Eliminar
18	Cajas de cartón sobrantes	Unidades	Devolver
19	Etiquetas nuevas	Unidades	Producción
20	Etiquetas malogradas	Unidades	Eliminar
21	Etiquetas sobrantes	Unidades	Devolver
22	Mangueras de trabajo	Unidades	Reubicar
23	Mangueras en mal estado	Unidades	Devolver
24	Cuchillas sin afilar	Unidades	Reubicar
25	Residuos de las materias primas	Unidades	Reubicar
26	Desperdicios	Jabas	Eliminar
27	Productos complementarios	Jabas	Vender

Fuente: Elaboración propia

Se aplicaron los criterios de selección de los materiales que se encontraron en la planta de producción, estos los dieron los supervisores de la planta y fueron aprobados por el gerente general, a los materiales se les coloca una tarjeta roja donde se indica que acción que se tomó.

La tarjeta roja ubicada en los materiales y artículos de la planta de producción se muestra en la Figura 07.

Figura 07: Tarjeta roja

TARJETA ROJA (Llenado por el personal del área)	
Nombre del Artículo:	
Cantidad:	N° de Tarjeta
Fecha:	Identificado por:
Ubicación:	
CATEGORIA:	
1.- <input type="checkbox"/> Herramientas y Maquinarias 2.- <input type="checkbox"/> Accesorios de seguridad 3.- <input type="checkbox"/> Material de embalaje 4.- <input type="checkbox"/> Propiedad de Cliente 5.- <input type="checkbox"/> Pertenece a Stock 6.- <input type="checkbox"/> Accesorios de Limpieza 7.- <input type="checkbox"/> Otro:	
RAZÓN:	
1.- <input type="checkbox"/> Contaminante 2.- <input type="checkbox"/> Defectuoso 3.- <input type="checkbox"/> Descompuesto 4.- <input type="checkbox"/> No se necesita 5.- <input type="checkbox"/> Uso desconocido 6.- <input type="checkbox"/> Otro:	
DESTINO:	
1.- <input type="checkbox"/> Descartar 2.- <input type="checkbox"/> Transferir: 3.- <input type="checkbox"/> Reparar 4.- <input type="checkbox"/> Consumir: 5.- <input type="checkbox"/> Venta:	
6.- <input type="checkbox"/> Reubicar 7.- <input type="checkbox"/> Archivar 8.- <input type="checkbox"/> Recodificar	
Fecha de Ejecución:	Firma del Responsable:

Fuente: Elaboración propia

La acción que se toma con los materiales y artículos de la planta la toma el supervisor y es ejecutada por los trabajadores de cada área de la empresa.

b) SEITON: Organización

La organización de los materiales y artículos de la planta de producción que se identificaron en la Tabla 06 se da mediante la ubicación en andamios metálicos que se encuentran los almacenes de materia prima y transitorios.

Se capacita al personal de la planta para que coloque los materiales y artículos donde corresponde y se seleccionen de acuerdo a los criterios establecidos, para ello ya los ambientes de trabajo y las zonas de almacenamiento están identificadas con letreros metálicos, para que el personal sepa dónde va cada material.

La organización de los materiales se realiza bajo los siguientes puntos dados por los supervisores de la planta.

- Materia prima de cebolla que se encuentra en jabs color rojo se ubican en la zona A.
- Materia prima de orégano que se encuentra en jabs color azul se ubican en la zona B.
- Materia prima de dill que se encuentra en jabs color amarillo se ubican en la zona C.
- Materia prima de albahaca que se encuentra en jabs color anaranjado se ubican en la zona D.
- Materia prima de tomillo que se encuentra en jabs color blanco se ubican en la zona E.
- Los repuestos de las máquinas y zarandas se ubican en el andamio metálico identificado con la letra F.
- Los insumos para la producción como el ácido per acético y otros insumos se ubican en el andamio G.
- Los materiales de embalaje como las etiquetas, bolsas de plástico y cajas de cartón se ubicaron en el andamio H.
- Los productos complementarios se ubicaron en la zona I, se encuentran en la zona de salida de la planta para su fácil traslado.
- Las cosas personales de los trabajadores se ubicaron en los casilleros de los vestidores.

La ubicación de los materiales y artículos se muestran en la Tabla 07.

Tabla 07: Ubicación de los materiales de la planta

N°	Herramientas y materiales	Ubicación
1	Jabas con cebolla	Zona A
2	Jabas con orégano	Zona B
3	Jabas con dill	Zona C
4	Jabas con albahaca	Zona D
5	Jabas con tomillo	Zona E
6	Jabas nuevas	Zona E
7	Bidones de insumos llenos	Andamio G
8	Mochilas de los trabajadores	Vestidores
9	Repuestos de las máquinas	Andamio F
10	Bolsas de embalaje nuevas	Andamio H
11	Cajas de cartón nuevas	Andamio H
12	Etiquetas nuevas	Andamio H
13	Mangueras de trabajo	Andamio F
14	Cuchillas	Andamio F
15	Productos complementarios	Zona I

Fuente: Elaboración propia

La clasificación de las áreas, son presentadas a los trabajadores y rotuladas para que todo el personal sepa dónde van las cosas.

c) SEISO: Limpieza

En la etapa de limpieza se comprometió a todo el personal de la planta el cual participa en diferentes grupos para realizar la limpieza de las distintas áreas y andamios en la planta de producción.

La limpieza es uno de los pilares de la metodología de las 5S's para lo cual se realizó una capacitación liderada por el coordinador de las 5S's y en coordinación con el área de recursos humanos y la gerencia general se le

proporciono al personal el cronograma de limpieza que es rotativo de acuerdo al puesto de trabajo que se encuentre el personal.

La determinación de los grupos de trabajo para la responsabilidad de limpiar es dada por el supervisor de cada área y se muestra en la Tabla 08.

Tabla 08: Cronograma de limpieza

Nombre	Área de almacén	Días					
		L	M	M	J	V	S
Operario de selección	Zona A	x					
Operario de selección	Zona B		x				
Operario de selección	Zona C			x			
Operario de selección	Zona D				x		
Operario de selección	Zona E					x	
Operario de producción	Andamio F						x
Operario de producción	Andamio G	x					
Operario de acabados	Andamio H		x				
Operario de acabados	Zona I			x			

Fuente: Elaboración propia

El seguimiento y control de las actividades de limpieza están a cargo de los supervisores de cada área, ellos también son los encargados de proporcionar los recursos necesarios para realizar las funciones de limpieza asignadas.

d) SEIKETSU: Estandarización

La estandarización es la cuarta etapa de las 5S's, es donde se estableció las actividades a realizar en las tres S anteriores como son la clasificación, organización y limpieza y se estandariza de la siguiente manera:

- Para la clasificación se utiliza siempre los criterios de selección que fueron proporcionados por los supervisores de cada área.

- Para la organización se consideran los espacios asignados para cada familia a de productos y se respetas lo rótulos asignados.
- Para realizar la limpieza se considera el cronograma de limpieza asignado a cada trabajador de cada área de la planta de producción y la frecuencia de limpieza.

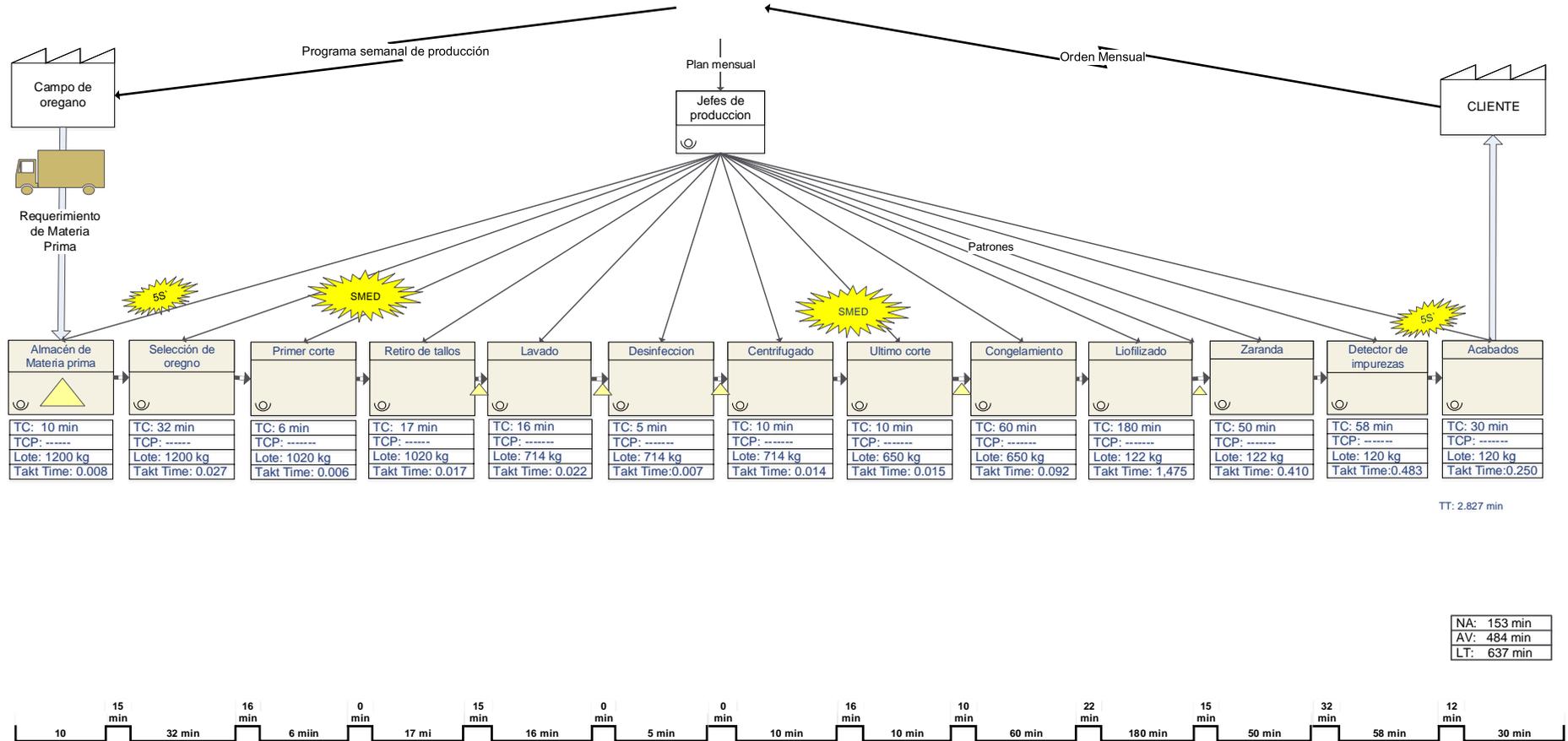
e) SHITSUKE: Disciplina

Por último, se tiene la disciplina como la última etapa de la metodología de 5S`s, es muy importante que el ejemplo lo den los trabajadores de los niveles jerárquicos más altos partiendo del gerente general, los supervisores y por último los trabajadores, se considera la aplicación de la metodología como parte de la cultura organizacional de la empresa agroindustrial y se capacito a todo el personal para que las 5S`s sea una herramienta sostenible en el tiempo.

Con la aplicación de la metodología de las 5S`s se logró optimizar los espacios de la planta de producción, permitiendo así que se ubiquen de manera rápida las materias primas, insumos y materiales en los almacenes de la empresa y en las zonas de almacenamiento de productos intermedios.

Con la eliminación de los desperdicios de tiempo en los sub procesos del liofilizado de orégano con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s en los almacenes de la empresa y las zonas de almacenamiento transitorio y la aplicación de la herramienta SMED en los sub procesos de primer corte y ultimo corte se elabora el VSM después de las mejoras el cual se presenta en la Figura 08.

Figura 08: Value Stream Mapping del proceso productivo de orégano liofilizado



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 08 se muestra el Value Stream Mapping del proceso productivo de orégano liofilizado después de aplicadas las herramientas de Lean Manufacturing y se ha registrado su tiempo de producción y los tiempos de espera obteniendo los indicadores del VSM que se han mejorado de la siguiente manera.

Los indicadores del VSM que se han obtenido son los siguientes, un takt time de 2,827 minutos que se demora la producción de una unidad, en este caso de un kilogramos de orégano liofilizado, también en el levantamiento de datos se obtuvo como resultado un valor de tiempo de espera entre procesos (NA) de 153 minutos siendo los tiempos de preparación de las máquinas cortadoras los que se han reducido con la aplicación de la herramienta SMED y el tiempo por proceso (AV) de 484 minutos siendo el que más demora el sub proceso de liofilizado y presentándose la mejora en el almacén de materia prima en la ubicación del lote de producción y traslado al sub proceso de selección, esta mejora se da mediante la aplicación de la metodología de las 5S`s, lo que hace un tiempo total del proceso (LT) de 637 minutos.

Mapeados los resultados del proceso productivo del liofilizado de orégano antes de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing y posterior a la aplicación de las mismas se realiza un comparativo de los indicadores del VSM que se muestran en la Tabla 09.

Tabla 09: Comparativo VSM antes de la aplicación de las herramientas vs VSM posterior a la aplicación de herramientas

INDICADOR	VSM Pre test minutos	VSM Post test minutos	Variación %
Tiempo espera entre proceso (NA)	211	153	27,48%
Tiempo proceso (AV)	519	484	6,74%
Tiempo total de proceso (LT)	730	637	12,73%
Tiempo promedio para la producción de 1 kg (Takt time)	2,856	2,827	1,017%

Fuente: Elaboración propia

En Tabla 09 se muestra la variación de los principales indicadores del VSM donde se muestra la reducción del tiempo total de proceso (LT) de 730 minutos a 637 minutos representando una variación de 12,73% (93 minutos), también se muestra la reducción del tiempo de proceso (AV) de 519 minutos a 484 minutos representando una variación de 6,74% (35 minutos) y por último se muestra la reducción del tiempo de espera (NA) de 211 minutos a 153 minutos representando una variación de 27,48% (58 minutos).

Análisis de la productividad posterior a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

Con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing para el orégano liofilizado se estructuró el VSM, se realizó la toma de lecturas durante 8 semanas donde se ha obtenido una producción de 17.209,25 kg y un promedio por semana de 2.151,00 kg de orégano liofilizado.

Tabla 10: Comparación de los indicadores de productividad en la línea orégano liofilizado

Producción	Producción Kg/semana	Mano de obra (h.h)	Productividad Kg/h.h
Pre test	2,151.00	6.428,00	0,33
Post test	2,424.00	6.428,00	0,38
Diferencia	273.00	0,00	0,05
% Variación	12,70%	0.00%	15,15%

Fuente: Estudio de productividad / Elaboración propia

- Se levanta la información de la producción posterior a aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing donde se alcanza una producción de 2.424.00 kilogramos por semana.
- El factor de mano de obra se mantiene en el levantamiento de la información siendo 6.428,00 horas.
- La productividad se ha incrementado en 15,15% pasando de 0.33 kg/h.h. a 0.38 kg/h.h. de orégano liofilizado.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de todos los datos obtenidos para el estudio se realiza mediante tablas resumen de la producción alcanzada en la planta de producción y la utilización de los recursos, se realiza tablas de frecuencia mediante programas estadísticos como el Microsoft Excel y IBM Spss statistic 26.

3.7. Aspectos éticos

En este estudio 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 respeto los aspectos éticos, la toma de datos se realizó en una empresa agroindustrial arequipeña dedicada a la deshidratación y liofilizado de vegetales, de este modo se obtuvo los permisos respectivos de jefe de área para la recopilación de los datos necesario y acceder a la data histórica de producción.

IV. RESULTADOS

Para realizar los resultados descriptivos en el estudio y poder demostrar el incremento de la productividad del proceso productivo de orégano liofilizado se realizó el levantamiento de los datos correspondientes a 8 semanas donde se registró la producción de orégano liofilizado, los datos fueron ingresados al programa IBM SPSS Statistics 26 y se obtuvieron los datos que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11: Análisis descriptivo de la productividad de orégano liofilizado

		Estadísticos	
		Productividad Antes	Productividad Después
N	Válido	36	36
	Perdidos	0	0
Media		.33	.38
Mediana		.32755	.38225
Mínimo		.31	.36
Máximo		.35	.40

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo correspondiente a la productividad del proceso productivo donde se elabora el orégano liofilizado se muestra en la Tabla 11, con 36 datos validos que se tomaron en 8 semanas considerando lotes de producción de 120 kg. se consideró la producción alcanzada en cada semana tomando como promedio 2,424,00 kg. y la misma cantidad de horas hombre de 6.428,00 horas se calculó la productividad del proceso.

En la Tabla 11 se obtiene muestra el valor inicial de la productividad siendo de 0.33 kg/h.h. y posterior a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como

el SMED, las 5S` s y VSM se incrementó la productividad a 0.38 kg/h.h. mejorando en un 12,70%

También se realizó el análisis descriptivo para demostrar el incremento de la eficiencia del proceso productivo de orégano liofilizado, para ello se realizó el levantamiento de los datos correspondientes a 8 semanas donde se registró la producción de orégano liofilizado, los datos fueron ingresados al programa IBM SPSS Statistics 26 y se obtuvieron los datos que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12: Análisis descriptivo de la eficiencia de la producción de orégano liofilizado

		Estadísticos	
		Eficiencia Antes	Eficiencia Después
N	Válido	36	36
	Perdidos	0	0
Media		.78	.88
Mediana		.78544	.88324
Mínimo		.74	.84
Máximo		.82	.92

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo correspondiente a la eficiencia del proceso productivo donde se elabora el orégano liofilizado se muestra en la Tabla 12, con 36 datos validos que se tomaron en 8 semanas considerando lotes de producción de 120 kg. se consideró la producción alcanzada en cada semana tomando como promedio 2,424,00 kg/semana y la capacidad de producción que se tiene es de 2.750,00 kg/semana.

En la Tabla 12 se obtiene muestra el valor inicial de la eficiencia siendo de 78% y posterior a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como el SMED, las 5S` s y VSM se incrementó la eficiencia a 88% mejorando en un 11,36%

También se realizó el análisis descriptivo para demostrar el incremento de la eficacia del proceso productivo de orégano liofilizado, para ello se realizó el levantamiento de los datos correspondientes a 8 semanas donde se registró la producción de orégano liofilizado, los datos fueron ingresados al programa IBM SPSS Statistics 26 y se obtuvieron los datos que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13: Análisis descriptivo de la eficacia de la producción de orégano liofilizado

		Estadísticos	
		Eficacia Antes	Eficacia Después
N	Válido	36	36
	Perdidos	0	0
Media		.86	.97
Mediana		.86547	.97101
Mínimo		.83	.95
Máximo		.89	.98

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo correspondiente a la eficiencia del proceso productivo donde se elabora el orégano liofilizado se muestra en la Tabla 13, con 36 datos validos que se tomaron en 8 semanas considerando lotes de producción de 120 kg. se consideró la producción alcanzada en cada semana tomando como promedio 2,424,00 kg/semana y la capacidad de producción que se tiene es de 2.500,00 kg/semana.

En la Tabla 13 se obtiene muestra el valor inicial de la eficiencia siendo de 86% y posterior a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como el SMED, las 5S`s y VSM se incrementó la eficiencia a 97% mejorando en un 11,34%

V. DISCUSIÓN

La discusión para el estudio, aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales específicamente con su producto estrella que es el orégano liofilizado, se realiza con los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de las herramientas, en comparación con los estudios analizados en los antecedentes del estudio de manera internacional y nacional.

Según el objetivo general del presente estudio que es determinar en qué medida la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y el Value Stream Mapping en la línea de liofilizado de vegetales incrementa la productividad del proceso productivo, se obtuvo los resultados presentados en la Tabla 11 donde se evidencia que la productividad se ha incrementado en 12,70% pasando de un valor inicial de 0,33 kg/h.h de orégano liofilizado a 0,38 kg/h.h. esto debido a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como el VSM, SMED y las 5S`s que permitieron incrementar el nivel de producción de la empresa, este resultado comparado con el estudio de Martinez, Olvera, Gonzalez, & Velázquez (2017), donde se enfocan a mejorar la productividad del área mediante una buena distribución, para lo cual es necesario utilizar la técnica de observación donde se realizó un análisis de tiempos y movimientos. Como punto de partida se analizó el proceso productivo identificando los factores que afectan la productividad, se evaluaron los tiempos de reprocesos y se identificaron aquellas actividades que no son necesarias, también se analizaron la cantidad de los lotes de producción y la utilización de los recursos, y así se pudo reducir el tiempo de proceso de producción y el índice de productividad en un 33%.

También el estudio de Yerovi, Lorente, Saraguro y Montero (2017), presenta un objetivo similar ya que busca incrementar la productividad de principal proceso productivo que se dedica a la fabricación de puertas enrollables, las herramientas que se utilizaron en ese estudio son la aplicación de las 9'S para mejorar los ambientes de trabajo de la empresa metalmecánica las que mejoraron el ambiente de trabajo y de esta manera se puede trabajar en un ambiente limpio y ordenado, la aplicación del SMED mejorando los cambios rápidos en las regulación de las

principales máquinas, el TPM para mejorar la confiabilidad de los equipos y que trabajen sin paradas imprevistas y por último el KANBAN mejorando el flujo de producción, aplicadas las herramientas de Lean Manufacturing se obtuvo resultados favorables para el incremento de la productividad estos fueron alentadores como la mejora en el tiempo total del proceso con un 6.10% y el tack time mejoro en un 7.4%, de igual manera paso en el presente estudio donde se redujo el tiempo de producción del orégano liofilizado en 12,73% pasando de 730 minutos antes de la aplicación de las herramientas a 637 minutos posteriormente, de esta manera se pudo incrementar la productividad ya que el factor horas hombre se mantuvo sin variación.

En el presente estudio también se han considerado el incremento de las dimensiones de la variable del estudio que es la eficiencia y la eficacia, donde se evidencia en la Tabla 12 el incremento un incremento de la eficiencia en un 11,36% pasando de una eficiencia inicial de 78% y posterior a la implementación de las herramientas como las 5S`s el Value Stream Mapping y el SMED a una eficiencia de 88% ya que se mejoraron los tiempos de producción con la misma cantidad de recursos, de la misma manera en el estudio de Morales (2019), que buscó proponer la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing para la optimización de los procesos en el grupo empresarial B&V Stilos S.A.S. en esta planta se aplicaron herramientas como las 5'S, SMED, Kanban y Value Stream Mapping, estos fueron aplicados a los problemas que presentaba la planta de calzado obteniendo resultados positivos que les permitió aumentar la eficiencia de sus proceso productivo que paso de un valor de 16% inicialmente y posterior a la implementación de sus mejoras paso a 59% repercutiendo directamente en la productividad.

Para el primer objetivo específico que es, medir en qué estado se encuentra la productividad del proceso productivo de liofilizado se aplicó el análisis de las 6M`s donde se conoció cuáles son los factores que la afectan, también se complementó con el desarrollo del diagrama de Ishikawa para conocer que existe una baja productividad, siendo la principal problemática que se presentó en el proceso productivo de liofilizado de vegetales, también se realizó el trabajo de campo donde se hizo seguimiento a 36 lotes de producción de 120 kilogramos de orégano

liofilizado como el principal producto de la planta de acuerdo a las ventas del periodo 2021.

Con las herramientas de diagnóstico aplicadas se encontraron los principales problemas que se presentaron en la Tabla 03 siendo, las demoras en la identificación de las materias primas en el almacén general por un desorden generalizado y la contaminación que se produce, las demoras en la regulación de la máquina cortadora, del primer corte para poder graduar la velocidad de la máquina y realizar el cambio de cuchillas, la mezcla de los materiales e insumos en los almacenes transitorios por falta de espacios y por una mala identificación que se tiene en los espacios, estos problemas generan que el índice de productividad sean bajo obteniendo en la primeras lecturas realizado en el trabajo de campo un valor de 0,33 kg/h.h. con una producción promedio semanal de 2.151,00 kg de orégano semanal, estos resultados comparados con el estudio de Martínez y Sánchez (2019), donde se tiene como objetivo aplicar las herramientas Lean Manufacturing en la planta de producción y de esta manera mejorar el índice de productividad en la producción de calzado, este estudio también aplico la técnica de observación para realizar el seguimiento a las partidas de producción y poder identificar cuáles son los problemas que se presentan en su proceso productivo, levantando información sobre los tiempos de proceso y los tiempos muertos y de espera que se generan en cada actividad dentro del proceso productivo, de esta manera identificaron los tiempos improductivos debido a la demora de regulaciones de máquinas, mal ambiente de trabajo debido al poco espacio que tienen, lo que hace que se identifiquen oportunidades de mejora que se basan en el Kaizen, SMED y la aplicación de las 5S`s, que les permite mejorar la productividad de su proceso productivo en la elaboración de calzado.

Para el segundo objetivo específico que es, aplicar las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y el VSM en el proceso productivo del orégano liofilizado, se evidencian las mejoras en el desarrollo de cada una de las herramientas como, la aplicación de la herramienta SMED en la regulación de la máquina cortadora donde se regula la velocidad de trabajo y se cambian las cuchillas de la máquina, se tenía un tiempo de cambio de cuchillas inicial de 45 minutos y posterior a la aplicación de la mejora se redujo a 16 minutos eliminando

los tiempos de demora en 29 minutos lo que permite atender a la producción de manera más rápida, también se aplicó la herramienta de las 5S`s que permitió mejorar el ambiente de trabajo y optimizar los recursos mejorando así el tiempo de identificación de las materias primas y traslados del producto terminado al almacén final, también le brinda a los trabajadores una motivación extra ya que ellos pueden realizar sus labores de manera más segura evitando accidentes de trabajo, con la aplicación de esta herramienta se puede trabajar de manera más rápida ya que se encuentran los diferentes equipos, accesorios y artículos del almacén y de la planta más ordenados y al alcance de los trabajadores.

Para el tercer objetivo específico del estudio que es evaluar de manera técnica la productividad del proceso productivo después de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como el SMED, las 5S`s y el Value Stream Mapping se obtiene resultados positivos que se evidencian en la Tabla 11 donde se tiene una productividad inicial de 0,33 kg/h.h. antes de la aplicación de las herramientas de mejora y se incrementó a una productividad de 0,38 kg/h.h. posterior a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, de la misma manera se puede evidenciar que se pasó de una producción inicial de orégano liofilizado de 2.151,00 kg/semana a 2.424,00 kg por semana mejorando de manera significativa, haciendo que la empresa Agroindustrial pueda incrementar sus ventas y atender de manera más rápida a sus clientes, estos resultados se pueden comparar con el estudio realizado por Yerovi, Lorente, Saraguro y Montero (2017), que con las mejoras aplicadas en su proceso productivo mejoro un 6.10%, el tiempo de valor agregado, lo que le permitió aumentar su producción de puertas enrolladas de 24 a 26 puertas al mes, mejorando en 7.4%, evidenciando de esta manera que la aplicación de las herramientas de mejora como las de Lean Manufacturing pueden ayudar a diferentes industrias a mejorar su productividad, mejorando sus tiempos de producción y eliminando los que no son necesarios.

Con los resultados obtenidos en la mejora de la productividad del proceso de liofilizado la empresa Agroindustrial va a poder incrementar la carga mensual de producción, reducir sus costos de operación y poder generar mayor rentabilidad a la empresa.

VI. CONCLUSIONES

1. Elaborado el estudio se concluye que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y el VSM en la línea de liofilizado de vegetales incrementa la productividad del proceso productivo en 12,70% pasando de un valor inicial de 0,33 kg/h.h de orégano liofilizado a 0,38 kg/h.h., también se incrementó la eficiencia en un 11,36% pasando de una eficiencia inicial de 78% y posterior a la implementación de las herramientas como las 5S`s el VSM y el SMED a una eficiencia de 88%.
2. Analizado la situación actual de la productividad mediante el análisis de las 6M`s, el diagrama de Ishikawa y el estudio de campo se concluye que la principal problemática que presento el proceso productivo de liofilizado de vegetales que afectan la productividad son el desorden generalizado y falta de limpieza en los almacenes de materia prima y transitorios, las demoras en la regulación de la máquina cortadora, la mezcla de los materiales e insumos en los almacenes, estos problemas generan que el índice de productividad sean bajo obteniendo en la primeras lecturas un valor de 0,33 kg/h.h. con una producción promedio semanal de 2.151,00 kg de orégano semanal.
3. Con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S`s, SMED y el VSM se concluye que se puede mejorar la regulación de la máquina cortadora que presenta un tiempo de cambio inicial de 45 minutos y se reduce a 16 minutos eliminando los tiempos de demora y con la aplicación de la 5S`s se mejora el ambiente de trabajo y optimizar los recursos.
4. Se realiza la evaluación técnica posterior a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing donde se concluye que los resultados fueron positivos, mejorando la productividad de 0,33 kg/h.h. antes de la aplicación de las herramientas y pasó a 0,38 kg/h.h., también se incrementó la producción inicial de orégano liofilizado de 2.151,00 kg/semana y se pasó a 2.424,00 kg por semana.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizada la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing se recomienda a la gerencia general considerar las otras líneas de producción de vegetales liofilizados para realizar los nuevos procedimientos de trabajo con los cambios realizados.
2. Se recomienda al área de recursos humanos de la empresa agroindustrial realizar la capacitación a todo el personal de la planta procesadora para que todos estén involucrados y comprometidos con la aplicación de las herramientas de mejora
3. Se recomienda ampliar la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing a los otros procesos productivos de los productos que tiene la empresa Agroindustrial.
4. Se recomienda a la gerencia general asignar los recursos necesarios para que las herramientas de Lean Manufacturing implementadas se mantengan en el tiempo y no se desactualicen para ello es necesario que los cambios sean incorporados en el sistema integrado de gestión organizacional.

REFERENCIAS

Carro, R., & Gonzales, D. (2015). *Administración de las operaciones, Productividad y competitividad*. Mar del Plata .

<https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-abierta-y-a-distancia/administracion/carro-r-gonzalez-d-productividad-y-competitividad/8101309>

Cobeñas, D. (2021). *Optimizando la cadena de suministro con el Modelo SCOR (Supply-Chain Operations Reference Model)*. Córdoba, España.

<https://www.isotools.us/2021/01/27/optimizando-la-cadena-de-suministro-con-el-modelo-scor-supply-chain-operations-reference-model/>

Creative Safety Supply. (2021). *5S Lean Methodology, Systems & Principles*. Canada.

https://www.creativesafetysupply.com/?gclid=Cj0KCQjwTO-kBhDIARIsAL6LoreJemKdWSHkNihYN2TIINVtHyoem6-wMkDLRE-eYcsvD7DY8NIszucaAogYEALw_wcB

Diann, a. (2017). *lean manufacturing, Guide to supply chain management*.

Emiliani, M. (2016). *Origins of lean management in America: the role of Connecticut businesses*. Connecticut.

https://www.researchgate.net/publication/235270013_Origins_of_lean_management_in_America_The_role_of_Connecticut_businesses

Escalante, A., & Valencia, G. (2019). *Propuesta de Mejora de Procesos utilizando herramientas de Lean Manufacturing en la confección de Calentadores de Brazo para elevar la productividad en una Pyme textil en Arequipa*. Arequipa, Perú.

https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15992/4/ESCALANTE_MONTESINOS_ALV_PRO.pdf

Flores. (2013). Diseño del modelo SCOR en un operador logístico, aplicado a los procesos de almacenamiento, recolección y despacho de productos perecibles, para mejorar la eficacia de la gestión de la cadena de suministro y mejorar el nivel de servicio. Quito, Ecuador.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24807>

Gladysz, B., & Buczacki, A. (2018). Wireless Technologies for Lean Manufacturing.

Gomez, r. (2021). Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa "Facalsa" de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos. Ciencia Latina.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.876

Gutierrez, H. (2014). Calidad y Productividad. Mexico: 4a ed Mc Graw Hill.

<https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56cf64337c2fcc05d6a9120694e36d82.pdf>

Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2015). Control estadístico de calidad y seis sigma. Guanajuato, Mexico: Mc Graw Hill.

<https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>

Hartford, T. (2017). 35 Lean Manufacturing Tools. Estados Unidos.

Martínez, J., & Sánchez, G. (2019). Aplicación de herramientas lean manufacturing para el incremento de la productividad en la empresa calzado Paola Della Flores S.A.C. Trujillo, Peru.

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5997>

Martinez, L., Olvera, V., Gonzalez, J., & Velázquez, I. (2017). Incremento en la productividad con análisis de tiempos y movimientos en una empresa de lencería. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería.

https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol4num13/Revista_Aplicaciones_de_la_Ingenieria_V4_N13_3.pdf

Morales, J. (2019). Propuesta de implementación de las herramientas del Lean Manufacturing para la optimización de los procesos en el “grupo empresarial B&V Stilos S.A.S”. Bucaramanga, Colombia.

<https://1library.co/document/wq222mjg-propuesta-implementacion-herramientas-manufacturing-optimizacion-procesos-empresarial-stilos.html>

Perez, A. (2021). Modelo SCOR: definición, procesos, ejemplo, pros y contras.

<https://www.obsbusiness.school/blog/modelo-scor-definicion-procesos-ejemplo-pros-y-contras>

Purdue. (2021). Lean Tools and Principles and Their Applications.

<https://www.purdue.edu/leansixsigmaonline/blog/lean-tools/>

Salazar, J. (2019). Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad de la línea de tubos en la empresa Precor S.A. Lima, Perú.

<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5272>

Sarria, M., Guillermo, F., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Bogota, Colombia: Revista EAN, 83, PP 51 - 71.

<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1825>

Selko, A. (2012). Strategies to help manufacturers compete successfully.

<https://www.industryweek.com/leadership/companies-executives/article/21941218/strategies-to-help-manufacturers-compete-successfully>

Soto, A. (2017). Aplicación del lean manufacturing para incrementar la productividad en las Pymes de confecciones textiles en la región arequipa. caso: Empresa “CP”. Arequipa, Peru.

<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/260036d9-d1a8-401a-b6bd-01a6e2545662>

Vasquez, J. (2017). El papel del capital humano y las mediciones alternativas de la productividad en la dinámica industrial y los mundos de producción. *Revista Espacios*, 15.

<https://www.revistaespacios.com/a17v38n57/17385715.html>

Viteri, J. (2016). Implementation of lean manufacturing in a food enterprise. Quito, Ecuad.

<https://www.redalyc.org/journal/5722/572261583001/>

Yerovi, Lorente, Saraguro, & Montero. (2017). Aplicación de herramientas de la metodología lean Manufacturing en el proceso de producción de puertas enrollables. Ecuador.

<https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/metodologia-lean-manufacturing.html>

ANEXOS

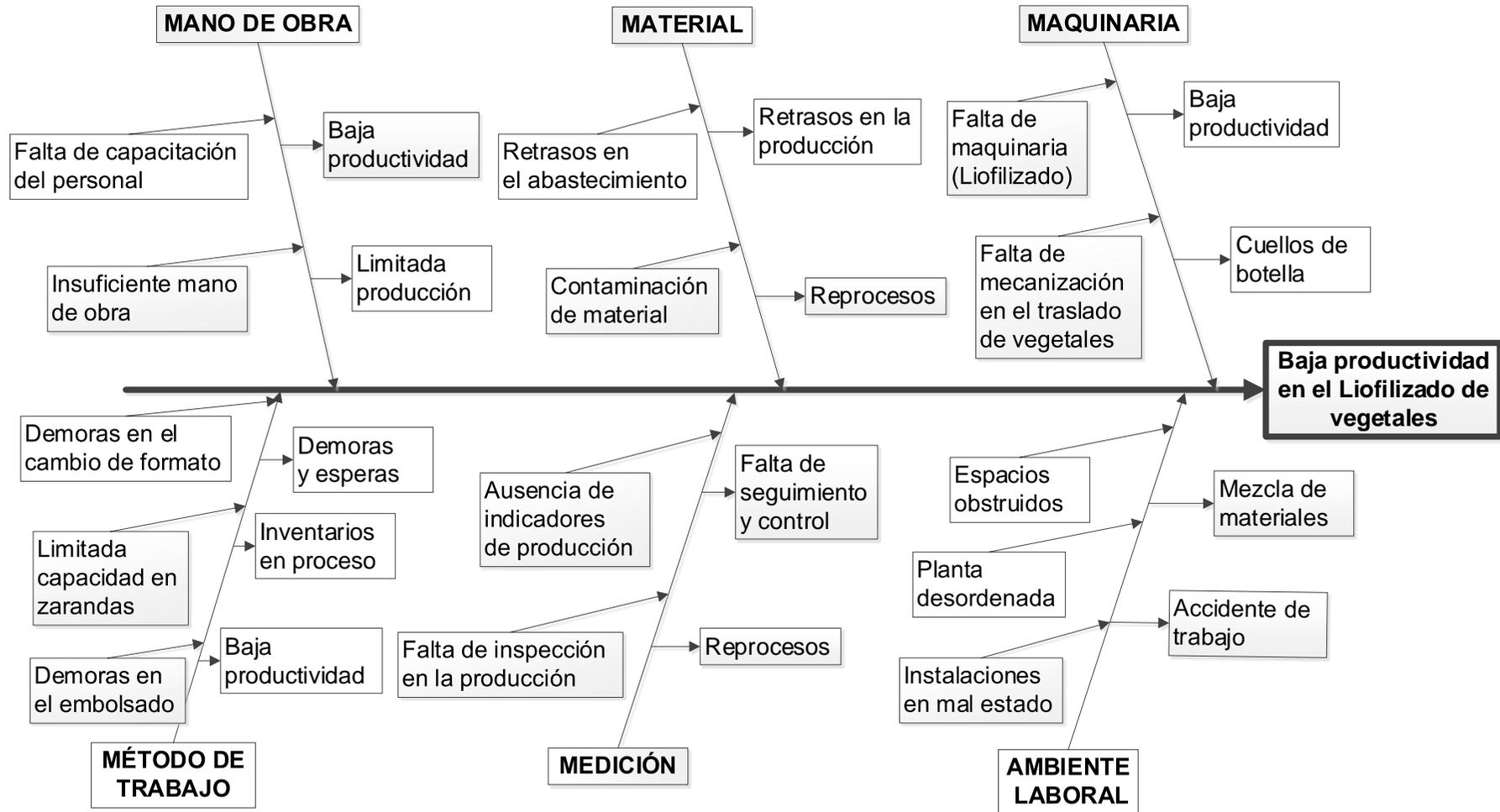
Anexo 01: Vegetales liofilizados



Deshidratación de vegetales



Anexo 02: Diagrama de Ishikawa



Anexo 03: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Herramientas de Lean Manufacturing	El concepto de Lean Manufacturing comprende la idea de valor, flujo de valor e identificación y eliminación de todos los desperdicios que ocurren en los procesos. (Gladysz & Buczacki, 2018)	La aplicación de la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas en el proceso productivo de liofilizado de vegetales comprende en mejorar el flujo de producción, en identificar y eliminar los tiempos no le agregan valor al producto y incrementar la productividad.	VSM	Tiempo espera entre proceso (NA)	Razón	Observación	Formato para levantamiento de tiempos
				Tiempo proceso (AV)			
				Tiempo total de proceso (LT)			
			SMED	Tiempo de regulación de la maquina cortadora	Razón	Observación	Formato para levantamiento de tiempos
			5S's	% de avance de la aplicación de la herramienta de 5S's	Razón	Observación	Formatos de la metodología de las 5S's

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Productividad	<p>“La productividad es un indicador que considera la mejora de un proceso productivo, donde se consideran los recursos utilizados en relación a los resultados obtenidos como la cantidad de bienes que se han obtenido. Por lo que se entiende que la productividad relaciona lo producido y los recursos utilizados. (Carro & Gonzales, 2015)”</p>	<p>La productividad del proceso de liofilizado de vegetales implica las mejoras de sub procesos que presentan algún problema, se busca incrementar la productividad mediante la disminución de los tiempos que no agregan valor y el aumento de la producción realizada, se calcula el índice de productividad con la producción real alcanzada en el mes en relación a la cantidad de horas, hombre que se requiere. (Empresa Agroindustrial, 2022)</p>	Eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad efectiva}}$	Razón	Observación Análisis documental	Fichas de producción de vegetales liofilizados
			Eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion programada}}$	Razón	Observación Análisis documental	Fichas de producción de vegetales liofilizados

Anexo 04: Juicios de expertos



Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales de una Empresa Agroindustrial, Arequipa 2022

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING							
Dimensión 1: VSM - Tiempo espera entre proceso (NA) - Tiempo proceso (AV) - Tiempo total de proceso (LT)							
Dimensión 2: SMED - Tiempo de regulación de la maquina cortadora							
Dimensión 3: 5S's - % de avance de la aplicación de la herramienta de 5S's							
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad efectiva}}$							
Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion programada}}$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg./Dr.: **PAUL JASSON VILCA GUZMAN**
Especialidad del validador: **INGENIERO INDUSTRIAL**

DNI: 40541414
08... de...Junio.....del 2022

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

³Claridad: 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

Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales de una Empresa Agroindustrial, Arequipa 2022

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING							
Dimensión 1: VSM - Tiempo espera entre proceso (NA) - Tiempo proceso (AV) - Tiempo total de proceso (LT)							
Dimensión 2: SMED - Tiempo de regulación de la maquina cortadora							
Dimensión 3: 5S's - % de avance de la aplicación de la herramienta de 5S's							
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad efectiva}}$							
Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion alcanzada}}{\text{Produccion programada}}$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg./Dr.: Christian Alberto Rivera Pinto
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

DNI: 40946922

08 de junio del 2022

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

³Claridad: 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



Ing. Christian A. Rivera Pinto
Industrial - CIP N° 129113
Auditor GRTPE N° 001-2017

Firma del Experto Informante

Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales de una Empresa Agroindustrial, Arequipa 2022

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING							
Dimensión 1: VSM - Tiempo espera entre proceso (NA) - Tiempo proceso (AV) - Tiempo total de proceso (LT)							
Dimensión 2: SMED - Tiempo de regulación de la maquina cortadora							
Dimensión 3: 5S's - % de avance de la aplicación de la herramienta de 5S's							
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$							
Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Producción programada}}$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg./Dr.: **Martin Carlos Pinto Gutiérrez**
Especialidad del validador: **Ingeniería Industrial**

DNI: 42497054
...08 de...Junio.....del 2021

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 05: Instrumentos para la recolección de datos

Formato para levantamiento de datos para la Productividad de Liofilizado de vegetales					
Semana	Kilos producidos	Nro. Operarios	Horas trabajadas	Días trabajados	Productividad Kg./h-h
Semana 01					
Semana 02					
Semana 03					
Semana 04					
Semana 05					
Semana 06					
Semana 07					
Semana 08					
TOTAL					

Anexo 06: Situación actual de la empresa

La empresa agroindustrial se dedica a la producción y comercialización de productos deshidratado y productos liofilizados, siendo los principales los vegetales y las frutas, estos productos tienen una buena aceptación en el mercado europeo siendo unos de los principales países de destino Francia y Alemania, también son distribuidos en Sudamérica en países como Chile y Brasil. El crecimiento importante que ha tenido la empresa agroindustrial ha hecho que sus niveles de producción se incrementen de manera rápida comprando más túneles de liofilizado para poder cumplir con los requerimientos de los clientes.

En la actualidad la empresa agroindustrial realiza sus operaciones en la ciudad de Arequipa donde tiene dos líneas de producción la de liofilizado y la de deshidratado, siendo los productos liofilizados las que generan mayor rentabilidad a la empresa, dentro de los productos liofilizados se dividen en dos grandes grupos como los vegetales (perejil, orégano, pollo, cebolla china entre otros) y las frutas) mandarina y plátano).

Para poder cumplir con los requerimientos de los clientes es importante mejorar los índices de productividad del proceso productivo que permite también reducir los costos de operación y los desperdicios de tiempos y recursos de la empresa. clientes.

Cultura organizacional

La cultura organizacional de la empresa agroindustrial es la parte fundamental de la empresa donde se define la Visión y Misión empresarial que ha sido declarada por los dueños de la empresa como cimientos de lo que se quiere a futuro y de las decisiones que se tomen en búsqueda del cumplimiento de los objetivos planteados a corto y largo plazo.

La cultura organizacional adoptada por la empresa se traslada a todos los trabajadores mediante la inducción al puesto de trabajo, las capacitaciones que se da de manera mensual y mediante el ejemplo que parte desde la gerencia general, los supervisores y llega así a todos los trabajadores de la empresa,

para un mejor conocimiento es importante conocer la Visión y Misión que se presentan a continuación.

a) Visión

Ser la empresa líder en la producción de alimentos deshidratados y liofilizados del Perú, con productos innovadores de alta calidad que satisfagan las expectativas de nuestros clientes. (Empresa agroindustrial, 2022)

b) Misión

Somos una empresa agroindustrial al servicio de la comunidad con productos innovadores y de alta calidad que busca trascender internacionalmente dando a conocer al mundo la diversidad de los alimentos de nuestro país, trabajando de la mano con la agricultura y el medio ambiente. (Empresa agroindustrial, 2022)

c) Valores empresariales

Parte fundamental para que la cultura organizacional sea parte de todos los trabajadores de la empresa Agroindustrial es la práctica de ellos y es por eso que la gerencia general tiene el compromiso de enseñar con el ejemplo y ha implementado en su sistema integrado de gestión organizacional los siguientes valores empresariales.

- Puntualidad: es parte fundamental para la disciplina de los trabajadores de todos los niveles jerárquicos de la empresa, la empresa busca la puntualidad en todos los compromisos laborales adquiridos por el trabajador.
- Trabajo en equipo: la empresa agroindustrial consiente de la importancia del trabajo en equipo es uno de los principales valores que se promueve dentro y fuera de la empresa con actividades de confraternidad buscando que sus trabajadores se ayuden mutuamente en todo momento buscando alcanzar los objetivos empresariales por encima de los objetivos personales.
- Honestidad: desde el momento que los trabajadores son parte de la familia de la empresa agroindustrial se busca la honestidad de cada uno de ellos al

momento de realizar el trabajo como con sus trabajadores y jefes inmediatos, sacando la verdad por encima de todo buscando siempre dar soluciones a todos los problemas que se puedan presentar.

- Solidaridad: principalmente entre los mismos compañeros para poder superar todas las adversidades que se presenten en el trabajo y fuera de él, con la mira de alcanzar los objetivos empresariales.
- Perseverancia: en el cumplimiento de los objetivos trazados de manera personal como grupal a nivel de institución se busca que el trabajador crea en sí mismo con la final que desarrolle de manera éxitos sus actividades.

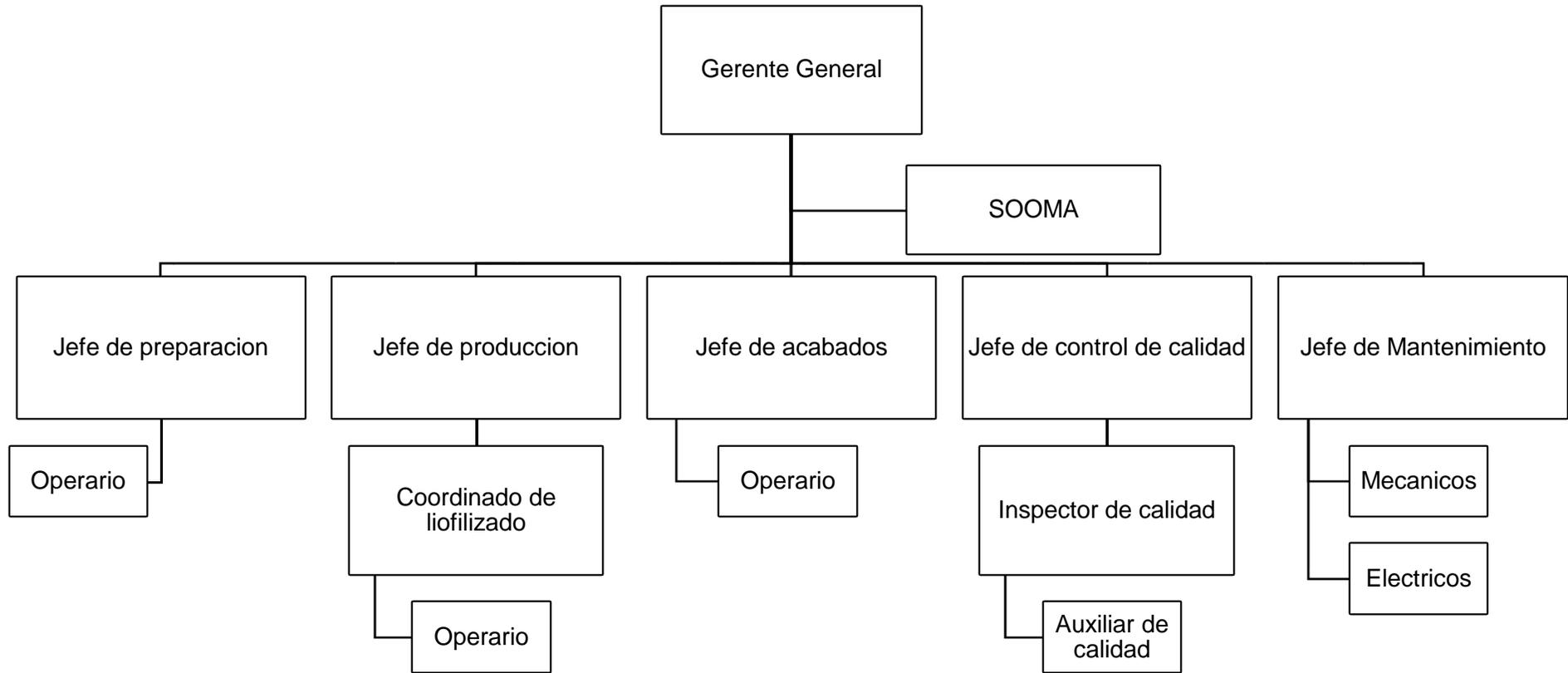
Estructura organizacional

La estructura organizacional que presenta la empresa Agroindustrial tiene como máximo directivo al Gerente General quien es el encargado de tomar todas las decisiones que sean determinantes para el bienestar de la empresa, también es el que proporciona y administra los recursos empresariales asignado a cada una de las áreas tanto operativas y complementarias de la empresa

La estructura organizacional de la empresa es de tipo horizontal por lo que no presenta muchos niveles jerárquicos lo que hace mucho más fluida la comunicación entre el personal de planta y los jefes o supervisores de cada área, de esta manera se puede conocer de manera más rápida las necesidades que presenta cada área y darles solución de manera inmediata.

Dentro de la planta de deshidratado y liofilizado de alimentos se pueden definir tres áreas bien marcadas, el área de preparación donde se va a alistar la materia prima que ingresara a producción, el área de producción donde se van a realizar las principales funciones de transformación del producto y el área de acabados donde se va a tener el producto terminado listo para ser trasladado al cliente.

Estructura organizacional de la Empresa Agroindustrial



Fuente: Elaboración propia

Anexo 07: Carta de autorización



FDF La Joya Peru

PERMISO DE INVESTIGACIÓN

PROCESADORA AGROINDUSTRIAL LA JOYA S.A.C. otorga permiso de investigación a la Srta.

SALHUANA MUÑOZ ANGIE

Identificada con DNI N° 74860483, quien realizará el proyecto "Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de Liofilizado de vegetales de una Empresa Agroindustrial, Arequipa 2022".

Se expide el presente permiso para los fines y usos universitarios.

Arequipa, 14 de marzo del 2022



Pascual Justo Mota Rosillos
GERENTE GENERAL
PROCESADORA AGROINDUSTRIAL LA JOYA S.A.C.

Procesadora Agroindustrial La Joya S.A.C.

Miembros del Grupo Groneweg International GmbH





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BARRAZA JAUREGUI GABRIELA DEL CARMEN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en la línea de producción de pan integral en una Panificadora, Arequipa - 2022", cuyos autores son CHOQUE RAMOS TATIANA MERY, HUAMANI CCACYA JHAKELINNE ROCIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de Abril del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BARRAZA JAUREGUI GABRIELA DEL CARMEN DNI: 08715119 ORCID: 0000-0002-0376-2751	Firmado electrónicamente por: GBARRAZAJ el 11- 06-2023 15:51:56

Código documento Trilce: TRI - 0541763