

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL



**LEAN MANUFACTURING Y SU INFLUENCIA EN LA
PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE OPERACIONES DE UNA
EMPRESA AGROINDUSTRIAL, TRUJILLO 2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTORES

Br. Dávila Levano, Alison Fiorella

<https://orcid.org/0009-0008-1356-5218>

Br. Ramos Cordova, Osmar Diomar

<https://orcid.org/0009-0007-1186-7928>

ASESORA

Mg. Orihuela Milla Silvia Mary

<https://orcid.org/0000-0002-8827-4270>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gerencia y sistemas de gestión

TRUJILLO - PERÚ

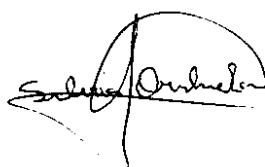
2024

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor(a) Decano(a) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Breitner Diaz Rodríguez,

Yo Mg. Silvia Orihuela con DNI 18087585 como asesor del trabajo de investigación titulado **LEAN MANUFACTURING Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE OPERACIONES DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, TRUJILLO 2024**, desarrollada por los bachilleres Dávila Levano, Alison Fiorella con DNI N° 71917448 y Ramos Córdova, Osmar Diomar con DNI N° 75409617, egresados del Programa Profesional de Ingeniería Industrial; considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicos, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Mg. Orihuela Milla Silvia Mary

DNI: 18087585

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO.MONS. HECTOR MIGUEL CABREJOS VIDARTE, OFM

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. ROMY ÁNGELICA DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN

Secretaria General

DEDICATORIA

Con infinita gratitud, dedicamos este logro en primer lugar a Dios, porque en su inmensa gracia y misericordia nos ha permitido alcanzar esta meta.

Agradecemos profundamente a nuestros padres, quienes con su incansable esfuerzo y dedicación nos han apoyado en cada paso de este camino, sacrificando tanto para alcanzar nuestros sueños.

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a nuestros hermanos y amigos, quienes no solo nos animaban constantemente, sino que también nos mantenían en sus oraciones, dándonos el aliento necesario para continuar en momentos difíciles. Este logro es tanto de ellos como nuestro, pues su amor y apoyo incondicional fueron fundamentales para que pudiéramos cumplir este sueño.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por guiarnos en este camino, porque siempre desde un inicio ha estado con nosotros en esto y todos los procesos de nuestra vida. Siempre estaremos agradecidos porque tenemos a nuestros padres y la oportunidad de terminar carrera universitaria.

Este camino fue lleno de retos, alegrías, molestias, amistades, pero lo más importante es que el creador fue y siempre será el centro en cada paso.

Las madrugadas, las buenas notas, las malas notas por todos los momentos, tantas experiencias que podemos que en el momento no lo tomamos para bien pero hoy miramos atrás y agradecemos a Dios todos lo que nos ha pasado.

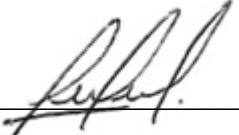
Finalmente, toda la gloria y honra se lleva Dios el creador del cielo y la tierra, el dueño de la sabiduría, inteligencia y conocimiento.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Dávila Levano, Alison Fiorella con DNI N° 71917448 y Ramos Cordova, Osmar Diomar con DNI N° 75409617, egresados del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Trujillo XVI, damos fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **LEAN MANUFACTURING Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE OPERACIONES DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, TRUJILLO 2024**, el cual consta de un total de 104 páginas, en las que se incluye 21 tablas y 6 figuras, más un total de 59 páginas en anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad.

Los autores.



Dávila Levano, Alison Fiorella
DNI 71917448



Ramos Cordova, Osmar Diomar
DNI 75409617

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
II. METODOLOGÍA	20
2.1. Enfoque y tipo de investigación	20
2.2. Diseño metodológico	20
2.3. Población, muestra y muestreo	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos	21
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información	22
2.6. Aspectos éticos en investigación	22
III. RESULTADOS	23
IV. DISCUSIÓN	34
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e instrumentos.....	21
Tabla 2 Eficiencia del tiempo empleado en el área de operaciones	23
Tabla 3 Análisis descriptivo de la eficiencia	24
Tabla 4 Eficacia de la producción obtenida en el área de operaciones	25
Tabla 5 Análisis descriptivo de la eficacia	27
Tabla 6 Productividad del área de operaciones	27
Tabla 7 Análisis descriptivo de la Productividad del área de operaciones.....	29
Tabla 8 Prueba de normalidad de la Productividad	30
Tabla 9 Prueba T-Student para muestras emparejadas de la Productividad.....	31
Tabla 10 Prueba T-Student para muestras emparejadas de la Eficiencia	32
Tabla 11 Prueba T-Student para muestras emparejadas de la Eficacia	33
Tabla 12 Índice de reprocesos	74
Tabla 13 Índice de productos conformes.....	75
Tabla 14 Eficiencia del tiempo empleado	77
Tabla 15 Eficacia de la producción	78
Tabla 16 Productividad del área de operaciones	80
Tabla 17 Resumen de los resultados en el pretest	82
Tabla 18 Eficiencia global del tiempo empleado, post test	98
Tabla 19 Eficacia de la producción, post test	100
Tabla 20 Productividad del área de operaciones, post test	102
Tabla 21 Análisis Comparativo de Productividad Basado en la Eficiencia y Eficacia del Proceso entre el Pretest y el Post-test	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Análisis estadístico de la Eficiencia.....	24
Figura 2 Análisis estadístico de la Eficacia	26
Figura 3 Análisis estadístico de la Productividad.....	29
Figura 4 Desarrollo de las actividades de Etiquetado	96
Figura 5 Implementación de las tarjetas Kanban	98
Figura 6 Evolución de la eficiencia y eficacia post implementación	103

RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue evaluar como el Lean Manufacturing repercute en la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial. Por consiguiente, se llevó a cabo un diagnóstico de la problemática, formulando la pregunta: ¿Cuál es la influencia del Lean Manufacturing en la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial? La investigación adoptó una metodología aplicada, cuantitativa y preexperimental, tomando como muestra los registros de lotes de espárrago fresco empacados durante los dos meses anteriores y posteriores a la implementación de las herramientas de mejora. Se utilizó una guía de observación DAP, una guía de verificación 5'S y formatos documentales de producción para recolectar información. En los resultados iniciales, se identificaron deficiencias en los procesos, con un cumplimiento del 76.48%, lo que deriva en una eficiencia del 82.79%, una eficacia del 92.38% y una productividad del 76.48%. Para abordar estas deficiencias, se implementaron herramientas Lean como VSM, 5'S, Kaizen y Kanban. Posteriormente, los resultados del post test mostraron una mejora significativa, con una eficiencia del 99.62%, una eficacia del 99.32% y una productividad del 98.94%, lo que representó una mejora del 29.67% en los índices de productividad del área de operaciones. Por otra parte, se hizo un análisis de la hipótesis utilizando la prueba T-Student, obteniendo un p-valor < 0.05 , concluyendo que la implementación del Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de operaciones de la empresa Agroindustrial.

Palabras clave: Lean Manufacturing, productividad, eficiencia, eficacia, mejora, agroindustrial.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate how Lean Manufacturing impacts the productivity of the operations area of an Agroindustrial company. Consequently, a diagnosis of the problem was carried out, formulating the question: What is the influence of Lean Manufacturing on the productivity of the operations area of an Agroindustrial company?. The research adopted an applied, quantitative and pre-experimental methodology, taking as a sample the records of batches of fresh asparagus packed during the two months before and after the implementation of the improvement tools. A DAP observation guide, a 5'S verification guide and production documentary formats were used to collect information. In the initial results, deficiencies were identified in the processes, with a compliance of 76.48%, which results in an efficiency of 82.79%, an effectiveness of 92.38% and a productivity of 76.48%. To address these shortcomings, Lean tools such as VSM, 5'S, Kaizen, and Kanban were implemented. Subsequently, the results of the post-test showed a significant improvement, with an efficiency of 99.62%, an effectiveness of 99.32% and a productivity of 98.94%, which represented an improvement of 29.67% in the productivity indices of the operations area. On the other hand, an analysis of the hypothesis was made using the T-Student test, obtaining a p-value < 0.05 , concluding that the implementation of Lean Manufacturing improves productivity in the operations area of the Agroindustrial company.

Keywords: Lean Manufacturing, productivity, efficiency, effectiveness, improvement, agro-industrial.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día es evidente el desarrollo productivo de diversas empresas del sector industrial, tomando en cuenta que este tipo de organizaciones centran sus operaciones en la optimización de sus índices de producción, para ello suman esfuerzos en reforzar sus actividades, controlar sus procesos y determinar sus índices de desperdicios (Wang et al., 2019). Sin embargo, el desarrollo productivo implica, en la mayoría de los casos, una inversión de recursos que muchas empresas no están dispuestas a emplear, dejando de lado la mejora de sus procesos, en esa forma, se pueden ver casos de organizaciones que no aplican metodologías para el control de sus operaciones perjudicando sus objetivos empresariales (Taifa & Vhora, 2019). En tal sentido, cada vez es más relevante la aplicación de métodos de mejora de la producción que eliminen aquellas actividades o procesos innecesarios, y con ello tener una relevancia en la productividad a nivel industrial (Amrani & Ducq, 2020).

Según este contexto, a nivel mundial, se encuentran las empresas del sector agroindustrial, cuyo rubro es considerado uno de los más relevantes internacionalmente, ya que pertenece al sector alimentario y es preponderante para evitar el desabastecimiento de insumos alimenticios a escala global, de esta manera, cobra importancia analizar cómo este sector aplica sus métodos de control de sus procesos productivos (Zarta, 2019). En tal sentido, en el último quinquenio se han podido observar factores que han perjudicado los índices de productividad del sector, tal es el caso del aumento de precios para los insumos, registrándose aumentos de los precios hasta en un 24%, implicando que en la zona de consumo de Europa reporte retrasos en sus índices de producción, otro factor importante, es la disminución en las inversiones de proyectos agroindustriales y en la aplicación de metodologías de control de los procesos, todo ello para evitar el encarecimiento de los alimentos (Salas, 2023). Además, la unidad de control alimentario de las Naciones Unidas (FAO), en un estudio desarrollado referente a la seguridad alimentaria, indicó que dados los eventos coyunturales, las agroindustrias tuvieron un incremento discreto en sus niveles de productividad en el periodo 2022 con un registro de solo el 1.50%, el índice más bajo en los últimos 10 años, es por ello que organizaciones han priorizado la disminución de sus costos antes de mejorar la gestión de sus procesos productivos (AgroPerú, 2022).

Así mismo, en América Latina este sector fue afectado por las constantes alzas de los costos en las materias primas, aunado a la creciente informalidad que afecta la región, en tal forma, debido a que estas empresas no están aplicando métodos para el control de sus procesos productivos, optan por emplear técnicas empíricas, repercutiendo negativamente en la productividad, ya que a partir del periodo 2019, económicamente la producción no reportó un aproximado de \$ 2700 millones, esto debido a una deficiente gestión en la trazabilidad (Palacios, 2020). Por otra parte, en el sector agroindustrial Latinoamericano, solo el 63.00% de empresas rurales cuentan métodos estandarizados de producción, representando desventajas productivas con referencia a empresas agrícolas e industriales de otros continentes (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022).

En el Perú las empresas agroindustriales se han convertido en un sector económico importante desde hace más de 10 años, dado que actualmente las agroindustrias con operaciones en el país son los mayores exportadores de hortalizas, frutas y afines tanto en presentaciones de producto fresco como congelado. Según una publicación del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, en el periodo 2022, las agroexportaciones generaron un ingreso de \$ 66500 millones para el Estado (AgroExportaciones, 2022). Por esta razón, es trascendental que estas organizaciones utilicen métodos y técnicas que optimicen sus procesos, disminuyendo desperdicios y generando el valor agregado en el producto terminado, esto impactará en la productividad y la competitividad organizacional (Zambrano et al., 2021).

Bajo este contexto, se presenta una empresa agroindustrial exportadora de productos alimenticios situada en la provincia de Trujillo, con más de 34 años de experiencia en el sector. La empresa dispone de áreas administrativa, operaciones, almacenamiento, distribución y comercialización de frutas, hortalizas, vegetales y afines, con presencia comercial en Europa, USA y Asia. Sin embargo, dada la complejidad de sus procesos se están evidenciando deficiencias productivas en el área de operaciones, puesto que no se tiene una buena trazabilidad de los productos etiquetados, problemas en la clasificación y empaque, estos problemas son causados por errores que cometen durante el proceso, lo cual genera cuellos de botella que afectan al flujo del trabajo, además, se observó un notable desorden en el área de estudio conllevando a demoras en el suministro de materia prima para las líneas de producción. Por otro lado, no se cuenta con formatos que permitan al personal seguir un estándar de producción lo que

causa errores en las operaciones como mezcla de calibres o atados de esparrago con el peso que no es el adecuado.

Según la proyección de la empresa 2024-2025, para los meses de febrero y marzo la producción ha disminuido hasta en 30% en el último periodo. Este descenso significativo en la productividad ha traído un impacto económico negativo considerable para las operaciones. A raíz de estos resultados la empresa opto por buscar metodologías que permita mejorar los procesos operativos y que influyan en los indicadores de productividad en las operaciones de la empresa agroindustrial. Dado el planteamiento de la realidad mostrada, se formulan las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la influencia del Lean Manufacturing en la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024?

Asimismo, se muestran los problemas específicos:

¿Cuál es la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024?

¿Cuál es la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024?

Por otro lado, el desarrollo de la presente investigación contribuye significativamente a que las empresas del sector agroindustrial podrán evaluar sus procesos operativos y de producción por medio de herramientas estandarizadas de gestión. Esto a su vez, facilitara la medición de los índices de cumplimiento y los niveles de productividad, proporcionando una base sólida para la mejora continua y la optimización de las operaciones.

Desde una perspectiva socioeconómica, la investigación contribuye a que las actividades en la empresa se realicen de manera más ordenada, guiadas por procesos eficientes y esbeltos, generando en los colaboradores una sensación trabajo más seguro y ordenado, esto contribuirá a que el personal se identifique con la empresa agroindustrial y a su vez se mejore el desempeño y cumplimiento de los procesos productivos, influyendo directamente en los ingresos económicos de la organización.

Metodológicamente, en la investigación se utilizarán las técnicas y herramientas para recabar la información siguiendo los parámetros de la metodología científica aplicado al sector de empresas agroindustriales y afines. Teóricamente, se aplicarán las

definiciones de las herramientas del Lean Manufacturing en los procesos de la empresa, sirviendo como referente para las próximas investigaciones realizadas dentro del ámbito, de esta forma se podrá ampliar el campo del conocimiento. En tal sentido, para dar solución a la problemática, se planteó el siguiente objetivo general:

Determinar la influencia del Lean Manufacturing en la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Del mismo modo se tienen los siguientes objetivos específicos:

Determinar la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Determinar la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

En otro aspecto, para dar una pronta respuesta a las preguntas de investigación se tiene la siguiente hipótesis general:

La aplicación del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Bajo este enunciado se presentaron las siguientes hipótesis específicas:

La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Por otra parte, como complemento a la realidad del sector, se presentan antecedentes:

A nivel internacional:

Nieto (2022) estipuló implementar el Lean Manufacturing (LM) en el proceso de producción del licor para el aumento de la productividad en una empresa comercial, con este objetivo utilizó un estudio cuantitativo, no experimental, tomando como muestra a las actividades del proceso de producción del licor crema, obteniendo que la productividad fue de 193 botellas envasadas/día, valor por debajo del mínimo ya que se esperan 200 botellas/día, así mismo, se evidenció sobretiempos de producción de más de

6 horas. Posteriormente, se implementó el método SIPOC, VSM, KANBAN y 5'S, disminuyendo el tiempo a 4.88 horas, incrementando la productividad a 239 botellas, significando una mejora del 23.8%, determinando la influencia del LM incrementa la productividad en la empresa.

González e Idrovo (2022) se propusieron implementar el método SMED de LM en el proceso de reenvasado para mejorar la productividad en una empresa que comercializa productos agroindustriales. Utilizaron una metodología cuantitativa y descriptiva, analizando datos diarios de producción. Identificaron que el proceso de etiquetado era el principal cuello de botella con un tiempo de 27 minutos/paquete, lo que afectaba negativamente a la productividad. Aplicaron el método Lean SMED, incluyendo el proceso de etiquetado como una actividad del embotellado y establecieron un plan de capacitación para optimizar el desempeño del personal. Como resultado, lograron reducir el tiempo de etiquetado a 10 minutos por paquete, lo que representó una mejora del 63% y contribuyó al cumplimiento total de los procesos. Concluyeron que la implementación del SMED ofrece beneficios significativos en términos de productividad para la empresa.

A nivel nacional:

Álvarez y Calderón (2022) propusieron la implementación de herramientas Lean Manufacturing en el proceso de liofilizado del plátano para mejorar la productividad en una empresa agroindustrial. Utilizaron una metodología cuantitativa y preexperimental, tomando una muestra 15 lotes de producción, se obtuvo una productividad de 0.52 kg/h-h, una eficacia del 70.98% y una eficiencia del 62.46%. Posteriormente, aplicaron los métodos Kanban, VSM y 5'S, aumentando la productividad en 0.65 kg/h-h, una eficacia del 88.67% y una eficiencia del 78%, lo que representó una mejora del 25% en los niveles de productividad. Además, el análisis económico mostró un VAN de S/ 52 756.05 y una relación B/C de 1.92. Concluyendo que la implementación del LM en el proceso de liofilizado del plátano no solo mejora la productividad, sino que también resulta rentable para la empresa.

Quispe y Vilcapaza (2021) en su trabajo evaluaron el crecimiento de la productividad en el área de producción de quinua orgánica mediante el uso del LM en una empresa agroindustrial. Utilizaron una metodología cuasi experimental y trabajaron con una muestra basada en 20 días de producción. Inicialmente, lograron una productividad del 67%, con una eficiencia del 79% y una eficacia del 85%. Tras implementar las técnicas 5S y Kaizen, observaron mejoras en el post test: la productividad alcanzó el 82%, la eficiencia el 90% y la eficacia el 91%. Además, el análisis económico

mostro una VAN de S/ 24 761.96, una TIR del 87% y una relación B/C de 1.14. Estos resultados concluyen que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran significativamente la productividad en el área de producción de la empresa agroindustrial.

A nivel local:

En su estudio, Flores (2022) investigo como el uso del LM podría mejorar la productividad en los almacenes de PT de palta fresca en una agroindustria. Aplico una metodología cuantitativa y no experimental, utilizando registros de productividad del periodo 2021 como muestra. Los resultados mostraron una productividad del 96%. Se utilizaron herramientas como 5'S, TPM, Kaizen, Poka Yoke y VSM, logrando una estimación de aumento en la productividad de hasta un 99.9%. El análisis inferencial arrojó un p-valor de 0.000, que es menor que el alfa de 0.05, lo que llevo a la conclusión de que las herramientas del LM contribuyen significativamente a mejora de la productividad y reducir el tiempo perdido en el almacén de la empresa agroindustrial.

Alvarado y Bautista (2022), propusieron incrementar la productividad en una empresa agroindustrial implementando la propuesta del Lean Manufacturing, en esta forma, consideraron un estudio cuantitativo, aplicado, sobre una muestra integrada por el proceso del packing, obteniendo que 6 causas generaron pérdidas de \$ 823196.23, lo que a su vez influyo en un bajo nivel de la productividad con un alcance del 80%, según estos resultados, decidieron diseñar la metodología SMED, Poka Yoke, 5'S y el método Andon, logrando incrementar la productividad con un índice del 88%, además, tras un análisis económico obtuvieron un VAN positivo de \$ 287769.46, un B/C de 2.4 y una TIR del 834.94%, llegando a la conclusión que aplicar el LM en el proceso del packing influye positivamente en la productividad además de ser rentable para una empresa agroindustrial.

Asimismo, como parte del estudio se tienen las siguientes definiciones, es así que para Singh (2020), el Lean Manufacturing (LM), que se refiere a la manufactura esbelta o limpia según su traducción del inglés, es un modelo de gestión organizacional cuyo enfoque es direccionado en la mejora de procesos minimizando las pérdidas, eliminando actividades y desperdicios que no sumen al proceso productivo, todo ello con el fin de aumentar el valor añadido del producto final.

No obstante, Para Aureliano et al (2019), esta metodología está arraigada a los métodos de la Producción sostenible, que tiene como fundamentos a la mejora del sistema de producción, es así como su fundamento base es en el control de las operaciones

depurando actividades que no aporten al proceso ni faciliten la comunicación con el usuario. Por otra parte, esta metodología trata de gestionar los despilfarros disminuyéndolos a corto y largo plazo para evitar una sobreproducción, extensos leads times y deficiencias en las operaciones.

La aplicación de este tipo de metodologías no solo implica gestionar las etapas productivas, además de ello, abarca la gestión a nivel organizacional considerando como punto clave el factor humano, es por ello que el método Lean aplica técnicas como la comunicación asertiva y la cooperación entre áreas de una organización, dado que los colaboradores son aquellos que están en contacto directo con las fases operativas y son los primeros en identificar las deficiencias y fallas de un proceso productivo así como los problemas en una empresa (Maware et al., 2022).

La metodología del LM, además de mejorar la gestión productiva, siempre está involucrada en incrementar los índices de efectividad, eficiencia e innovación que (Chen & Wang, 2022), pero para llegar a cumplir con sus estrategias, se tiene los siguientes objetivos:

Efectuar la eliminación de actividades que no aportan al sistema, implicando las actividades que generen desperdicios.

Obtener resultados positivos en una primera medición, esto genera cero defectos, para ello se deben de detectar las deficiencias de manera rápida para darle una solución óptima.

Poner atención en la mejora continua de los procesos para asegurar que los productos y servicios cumplan con los estándares de calidad, optimizando los costos y aumentando los índices de productividad.

Según Palange y Dhatrak (2021), para aplicar este tipo de método, existen diferentes herramientas que se orientan a mejorar cada proceso según su tipo y aplicación en la cadena productiva, según el desarrollo de la presente investigación, entre las herramientas más importantes se tienen las siguientes:

Mapa de flujo de valor (VSM), también conocido como Value Stream Mapping por sus siglas en inglés, viene a ser un gráfico que esquematiza el flujo y la información de la producción, desde que inicia hasta el término del proceso de entrega al cliente (Ramani & Lingan, 2021).

Método 5'S, comprende 5 etapas para optimizar el área de trabajo para de esta forma evitar desperdicios que prolonguen las tareas productivas (Polancich & Pilon,

2019), es así como se tiene: Seiri, etapa de clasificación de los elementos desde los menos importantes hasta los más importantes. Seiton, etapa de orden de los factores según su importancia. Seiso, programar una táctica de limpieza en el campo laboral. Seiketsu, aplicadas las 3 primeras “S” se procede a estandarizar su implementación, esto se puede hacer por medio de diagramas, formatos y políticas de aplicación. Shitsuke, consiste en disciplinar a los colaboradores para asegurar el cumplimiento de todos los parámetros establecidos en las 4 anteriores, esto se puede hacer por medio de auditorías y verificaciones de cumplimiento.

Metodología Kaizen, procedimiento enfocado en la mejora continua, que busca aplicar medidas de mejora según los principios de planificaciones, ejecuciones, verificaciones y controles de los procesos (Berhe, 2022).

Herramienta Kanban, tienen sus bases en la planificación de la producción a partir del diseño y aplicación de un sistema visual de tarjetas de control que sirven como señal para la ejecución de cada actividad según el tipo de color, normalmente los colares timan como base las luces de un semáforo y según ello el avance de las operaciones (Alaidaros et al., 2021).

Asimismo, se tiene a la Productividad que Según Chopra et al. (2022), la productividad es la cantidad producida con respecto a cada unidad empleada ya sea de materia prima, mano de obra, energía entre otros, del mismo modo, cuantifica el número de productos o servicios obtenidos con respecto a un tiempo establecido.

No obstante, para poder medir la productividad se emplean diversos indicadores entre los más importantes se tienen:

Eficiencia, es un indicador que mide los resultados obtenidos según el número de recursos utilizados, este tipo de índice también se le conoce como el rendimiento, mientras este indicador esté más cerca del valor esperado se podrá decir que es eficiente el proceso. (Ijaodola et al., 2019).

Eficacia, permite evaluar si los resultados obtenidos en la producción están acordes con proyección de la producción estimada, considerando el mejor resultado posible (Lalander et al., 2019). Además, con el resultado de este indicador siempre se tiene la expectativa de conseguir el objetivo proyectado (Sayed & Abul, 2021).

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque y tipo de investigación

La investigación es de carácter cuantitativo, dado que se recopilaban datos numéricos mediante documentos sobre el desarrollo de procesos y los índices de productividad. Esto permitió cuantificar la información y analizar las variables de estudio.

En cuanto, a su grado de abstracción y propósito, la investigación se clasificó como aplicada, ya que se centró en la implementación de los principios del Lean Manufacturing en una empresa agroindustrial para resolver el problema identificado (Hauser et al., 2022).

2.2. Diseño metodológico

En este estudio se aplicó el método deductivo, comenzando con conceptos generales (principios y leyes), para luego llegar a ideas y casos particulares (el contexto del problema en concreto). Este enfoque asegura certeza y precisión en la identificación de características de las circunstancias consideradas como problemas (Casulla et al., 2021).

De acuerdo con el diseño, la investigación fue preexperimental, ya que incluyó una evaluación de muestra en dos fases: antes y después de la manipulación de la variable de la variable independiente (Tabuena, 2021).

$$G: 0_1 \rightarrow X \rightarrow 0_2$$

En el que:

G: Grupo observado.

0₁: Productividad antes de la mejora.

X: Aplicación del LM.

0₂: Productividad después de la mejora.

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población estuvo conformada por todos los lotes de espárrago fresco blanco empacados durante el periodo 2023 – 2024.

Muestra

La muestra se compuso de los registros de lotes de espárrago fresco blanco empacados, tanto dos meses antes y después de la implementación de la herramienta de mejora.

Muestreo

El muestreo se realizó de manera no probabilística por conveniencia, utilizando en el juicio de expertos y el criterio de los investigadores como base para seleccionar la muestra.

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Se emplearon dos métodos principales para la recolección de datos: la observación y el análisis de documentos. A continuación, se muestra una tabla que resume estos instrumentos y técnicas.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos	Detalles	Fuentes
Observación	Guía de observación DAP	Guía de análisis de operaciones de los procesos que ayuda a visualizar el flujo de actividades y el tiempo empleado de cada fase.	Procesos operativos del área de estudio.
	Guía de verificación 5'S	Lista de cotejo que evalúa el cumplimiento de los parámetros de la metodología de las 5'S.	Procesos y colaboradores del área de operaciones.
Análisis Documental	Formato documental del desarrollo de procesos.	Documento que recolecta la información histórica de los procesos en el área de operaciones.	Registro de datos del procesamiento de lotes.
	Formato documental de los índices de la productividad.	Registra los datos de la productividad según la base de datos de los lotes procesados en el área de operaciones.	Registro y datos de los alcances de productividad del área de operaciones.

Nota. Esta tabla muestra la técnica, instrumentos, detalle y las fuentes obtenidas para la investigación.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

- Para el procesamiento de los datos obtenidos, se emplearon tablas dinámicas y graficas de control las cuales fueron estructuradas en el programa MS Excel.
- Los datos se analizaron utilizando método estadístico descriptivo, tomando en cuenta los valores de las medias, varianzas y desviaciones estándares. Además, para corroborar la hipótesis se aplicarán técnicas de inferencias estadística mediante pruebas de normalidad.

2.6. Aspectos éticos en investigación

En la realización de esta investigación, se consideraron los siguientes principios éticos:

- Respeto, en toda la ejecución de la investigación no se discriminó a ninguna persona, respetando las opiniones de todos los involucrados en el desarrollo del estudio. Asimismo, se protegió y valoro la integridad física, moral y psicológica de cada persona involucrada en la obtención de resultados.
- Beneficencia, en todo instante se trató amablemente a las partes interesadas en la investigación, ya que se buscó el beneficio por ambas partes, con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos.
- Se garantizo un trato equitativo en cuanto al apoyo ofrecido por las partes interesadas.
- En el informe de investigación se incluyen todas las fuentes teóricas consultadas, siguiendo los lineamientos de la norma internacional APA 7ma Edición. De igual manera, toda la información presentada en el estudio es autentica y precisa.

III. RESULTADOS

3.1. Influencia del LM en el índice de la eficiencia del área de operaciones de la empresa Agroindustrial

Para determinar la influencia del LM en el índice de la eficiencia del área de operaciones se efectuó un análisis del tiempo empleado antes y después de la implementación de las herramientas Lean. Se comenzó aplicando el VSM para mejorar el flujo del tiempo, luego se empleó el método 5'S, así mismo Kaizen y Kanban (Ver Anexo 14). En ese sentido se tienen los siguientes resultados:

Tabla 2

Eficiencia del tiempo empleado en el área de operaciones

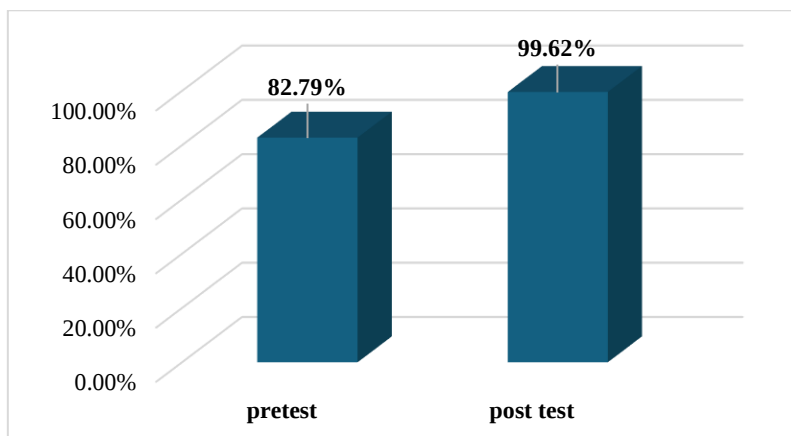
Datos	Pretest	Post test	Mejora (%)
1	83.13%	98.75%	18.80%
2	76.13%	99.38%	30.54%
3	75.38%	99.50%	32.01%
4	75.38%	100.00%	32.67%
5	89.38%	100.00%	11.89%
6	93.25%	99.38%	6.57%
7	93.75%	99.38%	6.00%
8	93.75%	99.38%	6.00%
9	93.75%	100.00%	6.67%
10	86.25%	100.00%	15.94%
11	85.63%	100.00%	16.79%
12	85.63%	98.75%	15.33%
13	87.50%	98.75%	12.86%
14	87.50%	98.88%	13.00%
15	87.50%	98.88%	13.00%
16	88.75%	98.75%	11.27%
17	88.75%	100.00%	12.68%
18	75.38%	100.00%	32.67%
19	77.50%	100.00%	29.03%
20	77.50%	100.00%	29.03%
21	78.13%	100.00%	28.00%
22	78.13%	98.88%	26.56%
23	78.75%	98.88%	25.56%
24	78.75%	99.13%	25.87%
25	79.63%	100.00%	25.59%
26	79.75%	100.00%	25.39%
27	80.00%	100.00%	25.00%
28	79.38%	100.00%	25.98%
29	79.38%	99.38%	25.20%
30	85.00%	99.88%	17.50%
31	85.00%	99.88%	17.50%
32	85.00%	99.75%	17.35%
33	85.63%	100.00%	16.79%
34	85.63%	100.00%	16.79%
35	86.25%	100.00%	15.94%
36	86.25%	99.75%	15.65%
37	86.25%	99.88%	15.80%
38	81.25%	100.00%	23.08%

39	81.25%	100.00%	23.08%
40	80.63%	99.88%	23.88%
41	80.00%	99.38%	24.22%
42	80.00%	100.00%	25.00%
43	79.38%	100.00%	25.98%
44	79.38%	99.88%	25.83%
45	78.75%	100.00%	26.98%
46	78.75%	99.38%	26.19%
47	81.25%	99.63%	22.62%
48	81.25%	98.88%	21.69%
49	79.38%	98.75%	24.41%
50	79.38%	100.00%	25.98%
Promedio	82.79%	99.62%	20.33%

Nota. En esta tabla se puede apreciar la variación que existe de la eficiencia entre el pretest y el post-test de la implementación.

Figura 1

Análisis estadístico de la Eficiencia



Con estos datos del pretest y post test de la eficiencia se efectuó el análisis descriptivo, es así como se tiene la siguiente tabla:

Tabla 3

Análisis descriptivo de la eficiencia

Estadístico	Pretest	Post test
Media	0.82785	0.996175
Error típico	0.00713267	0.00066759
Mediana	0.8125	0.99875
Moda	0.79375	1
Desviación estándar	0.05043563	0.00472057
Varianza de la muestra	0.00254375	2.2284E-05

Según el análisis de la tabla 2, tras evaluar los 50 datos de la eficiencia, tanto en el pretest como en el post test, se puede apreciar una mejora promedio de este indicador del 20.33%, indicador de una influencia positiva de la aplicación de las herramientas del LM en la eficiencias del tiempo empleado, así mismo, esto se confirma por medio de la estadística descriptiva de la tabla 3, ya que se puede apreciar que el valor de la media es mayor en el post test con respecto al pre test, señal de que los datos tienen un mejor índice de cumplimiento.

3.2. Influencia del LM en el índice de la eficacia del área de operaciones de la empresa Agroindustrial

En relación con la eficacia se evaluaron los resultados de la producción del procesado del espárrago fresco blanco con respecto a la producción proyectada o estimada en un periodo de 50 días, tanto en un pretest (Ver Anexo 12) realizado antes de la implementación de las herramientas Lean, como en el post test (Ver Anexo 16) después de aplicar las herramientas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 4

Eficacia de la producción obtenida en el área de operaciones

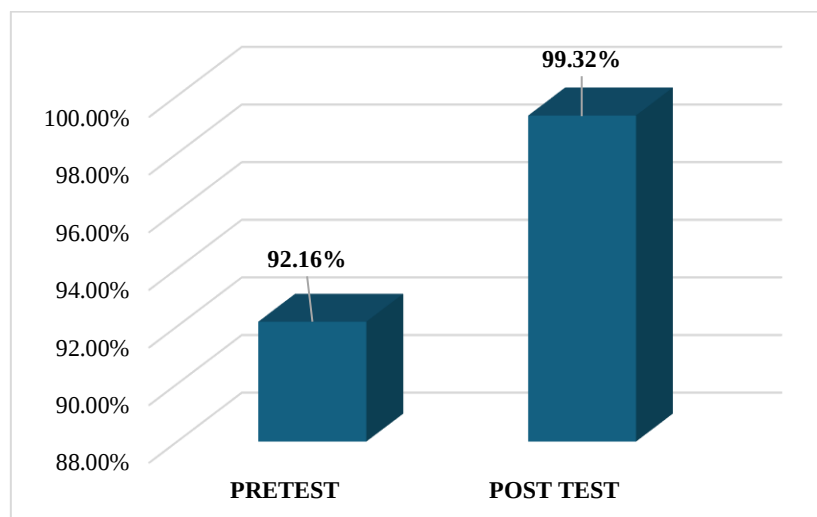
Datos	Pretest	Post test	Mejora (%)
1	90.35%	99.66%	10.31%
2	86.75%	100.00%	15.27%
3	96.43%	99.34%	3.02%
4	90.20%	98.80%	9.53%
5	92.80%	100.00%	7.76%
6	92.55%	99.34%	7.35%
7	92.93%	99.45%	7.02%
8	94.11%	99.65%	5.89%
9	91.54%	98.82%	7.96%
10	88.58%	98.94%	11.69%
11	89.39%	99.80%	11.64%
12	90.20%	99.70%	10.53%
13	91.80%	99.66%	8.57%
14	90.00%	99.44%	10.49%
15	93.54%	99.34%	6.21%
16	91.38%	88.10%	-3.59%
17	90.35%	99.64%	10.28%
18	94.53%	98.81%	4.53%
19	89.08%	98.69%	10.79%
20	90.71%	100.00%	10.24%
21	94.50%	100.00%	5.82%
22	89.04%	99.89%	12.19%
23	90.00%	99.78%	10.87%
24	90.82%	99.89%	9.99%
25	88.75%	100.00%	12.68%
26	93.64%	99.80%	6.58%
27	93.94%	99.90%	6.35%
28	94.22%	99.61%	5.72%

29	95.13%	100.00%	5.12%
30	95.11%	99.79%	4.92%
31	94.82%	100.00%	5.47%
32	93.72%	99.69%	6.36%
33	96.15%	99.17%	3.14%
34	96.27%	100.00%	3.88%
35	93.17%	99.34%	6.63%
36	87.73%	99.34%	13.24%
37	89.18%	99.60%	11.68%
38	94.59%	100.00%	5.72%
39	92.43%	99.27%	7.39%
40	95.50%	99.40%	4.08%
41	90.73%	98.89%	8.99%
42	93.75%	100.00%	6.67%
43	93.95%	100.00%	6.44%
44	86.40%	99.34%	14.98%
45	88.80%	98.80%	11.26%
46	94.64%	100.00%	5.66%
47	93.92%	99.10%	5.51%
48	94.15%	99.20%	5.37%
49	91.09%	98.92%	8.59%
50	94.64%	99.88%	5.53%
Promedio	92.16%	99.32%	7.76%

Nota. En esta tabla se puede apreciar la variación que existe de la eficacia entre el pretest y el post-test de la implementación.

Figura 2

Análisis estadístico de la Eficacia



Con estos datos del pretest y post test de la eficacia se efectuó el análisis descriptivo, es así como se tiene la siguiente tabla:

Tabla 5*Análisis descriptivo de la eficacia*

Estadístico	Pretest	Post test
Media	0.92160367	0.99316326
Error típico	0.0036929	0.00236106
Mediana	0.92672727	0.99644958
Moda	0.902	1
Desviación estándar	0.02611277	0.01669524
Varianza de la muestra	0.00068188	0.00027873

En la tabla 4 se aprecia que después de evaluar la eficacia, tanto en el pretest como en el post test, existe una mejora del 7.76%, es así como se puede decir que existe una influencia positiva del LM en la eficacia. Lo mencionado se confirma con el análisis descriptivo de la tabla 5, ya que, en los 50 datos evaluados, se puede ver que el valor de la media es mayor en el post test indicador de una mejora en el comportamiento de los datos después de la mejora.

3.3. Influencia del LM en la productividad del área de operaciones de la empresa Agroindustrial

Con los datos obtenidos en los indicadores de la eficiencia y la eficacia de la producción, se procedió a determinar el comportamiento del índice de productividad del área de operaciones después de aplicar las herramientas Lean, de esta forma se evaluó la productividad global por medio de 50 datos tanto en un pretest (Anexo 12) y en un post test (Anexo 16).

Tabla 6*Productividad del área de operaciones*

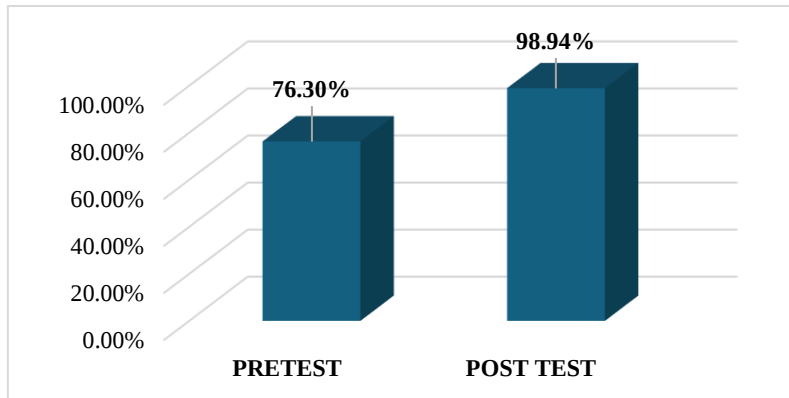
Datos	Pretest	Post test	Mejora (%)
1	75.11%	98.42%	31.03%
2	66.04%	99.38%	50.47%
3	72.69%	98.85%	35.99%
4	67.99%	98.80%	45.31%
5	82.94%	100.00%	20.56%
6	86.30%	98.72%	14.39%
7	87.12%	98.83%	13.44%
8	88.23%	99.02%	12.24%
9	85.82%	98.82%	15.15%
10	76.40%	98.94%	29.50%
11	76.54%	99.80%	30.38%
12	77.24%	98.45%	27.47%
13	80.33%	98.42%	22.52%
14	78.75%	98.32%	24.85%
15	81.85%	98.23%	20.01%

16	81.10%	87.00%	7.27%
17	80.19%	99.64%	24.27%
18	71.26%	98.81%	38.67%
19	69.04%	98.69%	42.95%
20	70.30%	100.00%	42.25%
21	73.83%	100.00%	35.44%
22	69.57%	98.77%	41.98%
23	70.88%	98.66%	39.20%
24	71.52%	99.02%	38.44%
25	70.67%	100.00%	41.50%
26	74.68%	99.80%	33.64%
27	75.15%	99.90%	32.94%
28	74.79%	99.61%	33.18%
29	75.51%	99.38%	31.60%
30	80.84%	99.66%	23.28%
31	80.60%	99.88%	23.92%
32	79.66%	99.44%	24.83%
33	82.33%	99.17%	20.45%
34	82.44%	100.00%	21.31%
35	80.36%	99.34%	23.63%
36	75.67%	99.10%	30.96%
37	76.92%	99.48%	29.33%
38	76.85%	100.00%	30.12%
39	75.10%	99.27%	32.18%
40	77.00%	99.28%	28.93%
41	72.58%	98.28%	35.40%
42	75.00%	100.00%	33.33%
43	74.58%	100.00%	34.09%
44	68.58%	99.22%	44.67%
45	69.93%	98.80%	41.28%
46	74.53%	99.38%	33.34%
47	76.31%	98.73%	29.38%
48	76.50%	98.08%	28.22%
49	72.31%	97.68%	35.09%
50	75.13%	99.88%	32.94%
Promedio	76.30%	98.94%	29.67%

Nota. En esta tabla se evidencia la variación en la productividad entre el pretest y el post-test de la implementación.

Figura 3

Análisis estadístico de la Productividad



A partir de los datos obtenidos en el pretest y post test de la productividad se efectuó el análisis descriptivo, presentando los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 7

Análisis descriptivo de la Productividad del área de operaciones

Estadístico	Pretest	Post test
Media	0.76301043	0.98938421
Error típico	0.0073245	0.00258438
Mediana	0.7559066	0.99193732
Moda	0.87500	1
Desviación estándar	0.05179201	0.01827429
Varianza de la muestra	0.00268241	0.00033395

En la tabla 8 se evidencia que el promedio de mejora de la productividad global del área de operaciones de la empresa Agroindustrial, entre el pretest y el post test, es del 29.67%. Este resultado refleja una influencia positiva y significativa de los mecanismos del LM en el desempeño productivo del área. Esto a su vez se confirma por medio de la tabla 7, que muestra que el valor de la media es mayor en el post test con respecto al pretest, así mismo, el valor del error típico bajó en el post test significando que los datos tienen una menor tendencia al error y son más estables, lo mismo se puede decir del valor de la mediana. Por otra parte, tanto la desviación estándar como la varianza son menores en el post test indicador de que los datos están más agrupados y son más constantes después de aplicar las herramientas Lean.

3.4. Análisis de normalidad

Efectuado el análisis descriptivo, se procedió a evaluar el tipo de distribución de los datos de la productividad y verificar si existe un comportamiento normal, esto con el fin de ver que método estadístico se puede aplicar para el constaste de las hipótesis del estudio. En ese sentido, dado que el tamaño de la muestra supera los 30 elementos, se utilizó la prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov.

Luego, para determinar si se aceptan las hipótesis planteadas, tanto en el análisis de normalidad como en la regla de decisión de hipótesis, se consideró la siguientes condicionales:

Si la SIG (Significancia) $p\text{-valor} > 0.05$ (5%), se considera válida la H_0

Si la SIG (Significancia) $p\text{-valor} < 0.05$ (5%), se considera válida la H_a

En esta forma, para determinar el tipo de distribución se tienen las siguientes hipótesis:

H_0 : Los datos de la Productividad en el pretest y en el post test tienen una distribución normal.

H_a : Los datos de la Productividad en el pretest y en el post test no tienen una distribución normal.

Tabla 8

Prueba de normalidad de la Productividad

Datos de la Productividad	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	SIG.
Pretest	0.895	49	0.1082
Post test	0.819	49	0.2885

La tabla 8 muestra que el valor de SIG fue de $p\text{-valor} = 0.1082$ en el pretest y de $p\text{-valor} = 0.2885$ en el post test, dado que ambos valores de significancia son superiores al nivel alfa de 0.05, se acepta la hipótesis H_0 : Los datos de la Productividad en el pretest y en el post test siguen una distribución normal. Por lo tanto, la prueba estadística a emplear para el contraste de las hipótesis será la T-Student.

3.5. Contraste de hipótesis

Contraste de la Hipótesis General

Para evaluar la veracidad de la hipótesis general se empleó la prueba T-Student, es así como se tienen las siguientes hipótesis a evaluar:

Ho: La aplicación del Lean Manufacturing no incrementa la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Ha: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Tabla 9

Prueba T-Student para muestras emparejadas de la Productividad

Términos	Variable 1	Variable 2
Medias	0.763010425	0.98938421
Varianzas	0.002628764	0.000327271
Datos observados	51	51
Correlación	-0.118609687	
Diferencia de medias	0	
Índice de libertad	50	
T	-28.68577794	
P-valor, una cola	5.15252E-33	
Criticidad T (para 1 cola)	1.675905025	
P-valor, dos colas	1.0305E-32	
Criticidad T (para 2 colas)	2.008559112	

La tabla 9 muestra que, al aplicar la prueba T-Student para muestras emparejadas, se obtuvo una p-valor = 1.305×10^{-32} , valor por debajo del alfa permitido de 0.05. Por lo tanto, se confirma la hipótesis Ha: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Según este resultado se confirma, por medio de la estadística inferencial, que aplicar las herramientas Lean tiene una influencia en la productividad del área de operaciones de la empresa.

Contraste de la Hipótesis específica 1

Para evaluar la veracidad de la hipótesis específica 1 se empleó la prueba T-Student, es así como se tienen las siguientes hipótesis a evaluar:

H1o: La aplicación del Lean Manufacturing no incrementa el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

H1a: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Tabla 10

Prueba T-Student para muestras emparejadas de la Eficiencia

Términos	Variable 1	Variable 2
Términos	0.82785	0.996175
Medias	0.002543753	2.22838E-05
Varianzas	50	50
Datos observados	-0.135027225	
Correlación	0	
Diferencia de medias	49	
Índice de libertad	-23.20749784	
T	2.18399E-28	
P-valor, una cola	1.676550893	
Criticidad T (para 1 cola)	4.36799E-28	
P-valor, dos colas	2.009575237	

La tabla 10 muestra que, tras aplicar la prueba T-Student para muestras emparejadas, se obtuvo un p-valor de 4.367×10^{-28} , es decir un valor por debajo del alfa permitido de 0.05, en consecuencia, se acepta la hipótesis H1a: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Según este resultado se confirma, por medio de la estadística inferencial, que aplicar las herramientas Lean tiene una influencia en la eficiencia del área de operaciones de la empresa.

Contraste de la Hipótesis específica 2

Para evaluar la veracidad de la hipótesis específica 2 se empleó la prueba T-Student, es así como se tienen las siguientes hipótesis a evaluar:

H2o: La aplicación del Lean Manufacturing no incrementa el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

H2a: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Tabla 11*Prueba T-Student para muestras emparejadas de la Eficacia*

Términos	Variable 1	Variable 2
Términos	0.921603666	0.993163256
Medias	0.000681877	0.000278731
Varianzas	50	50
Datos observados	0.091391552	
Correlación	0	
Diferencia de medias	49	
Índice de libertad	-17.04841856	
T	1.53312E-22	
P-valor, una cola	1.676550893	
Criticidad T (para 1 cola)	3.06624E-22	
P-valor, dos colas	2.009575237	

La tabla 11 muestra que, luego de aplicar la prueba T-Student para muestras emparejadas, se obtuvo un el p-valor de 3.006×10^{-22} , un valor significativamente inferior al nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis H2a: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.

Según este resultado se confirma, por medio de la estadística inferencial, que aplicar las herramientas Lean tiene una influencia en la eficacia del área de operaciones de la empresa.

IV. DISCUSIÓN

Al concluir con la investigación, los resultados obtenidos cumplieron con las expectativas esperadas, sin embargo, hubo limitaciones durante la ejecución del estudio, ya que debido al tipo, rubro y tamaño de la empresa, los datos facilitados fueron muy generales por lo que de ampliarse la muestra no se podría asegurar los mismos resultados, no obstante, ya que la problemática de la empresa Agroindustrial se ha estado manifestando en periodos prolongados, no habría mucha diferencia de ampliar la muestra.

Además, debido a que no se pudo acceder a otras área o actividad de la empresa, la metodología de mejora fue solo en base a la estructura del área de operaciones de la empresa Agroindustrial. Por lo tanto, no se puede asegurar que esta metodología fuese dable en otra área o sector industrial, sin embargo, dado que las herramientas del LM están estandarizadas, su implementación en diferentes tipos de empresas no debería presentar dificultades. A continuación, se discute lo mencionado:

Para evaluar el impacto de la puesta en marcha de herramientas Lean en la productividad del área de operaciones de la empresa, primero se realizó un diagnóstico que identificó 7 CR responsables de la baja productividad. El análisis reveló un tiempo operativo del 75.38%, representado por la existencia de demoras en la ejecución de los procesos, se verificó un cumplimiento de orden y limpieza del 65%, un índice de reprocesos del 27.78% y un índice de conformidades del 93.51%, en suma, esto demostraba que la gestión de las operaciones tenía deficiencias lo que repercutía en la productividad, ya que en el periodo noviembre – diciembre 2023 se registró un cumplimiento del 76.48%, un valor muy bajo. En respuesta, se implementaron las herramientas Lean como el VSM, 5'S, Kaizen y Kanban. Posteriormente, en la etapa del post test, durante el periodo febrero – marzo 2024, la productividad del área de operaciones se incrementó al 98.94%, lo que representa una mejora del 22.96%. Además, el análisis inferencial mediante la prueba T-Student, se mostró una significancia menor al 0.05 ($p\text{-valor} < 0.05$). Esto permite concluir que la aplicación del LM tiene un impacto positivo en la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial.

Estos resultados concuerdan con los de Nieto (2022) quien aplicó la metodología Lean Manufacturing en una empresa dedicada al procesamiento de uvas y la producción de vinos. Nieto identificó deficiencias en los tiempos de procesamiento e incumplimientos

en las ordenes de producción, con una productividad inicial del 80.75%. Tras implementar herramientas Lean como el VSM, 5'S y Kanban en el área de operaciones, la productividad mejoro significativamente hasta un 23.83% en el post test. Estos resultados refuerzan la conclusión de que la aplicación de las herramientas de control de producción estandarizadas repercute positivamente en la productividad organizacional.

Con respecto a determinar la influencia del LM en el índice de la eficiencia del área de operaciones, se emplearon los instrumentos de recolección de datos para recopilar la información de la eficiencia del tiempo empleado para producir, en esa forma en el pretest, periodo noviembre – diciembre 2023, se obtuvo una eficiencia del 82.79%, un valor muy por debajo del mínimo esperado, indicador de que en el área de operaciones se desarrollan las actividades de producción con exceso de tiempos, en base a ello se efectuó el diseño y aplicación del VSM y del Takt Time para poder ajustar el tiempo correcto de operaciones, en esta forma, en el post test, periodo febrero – marzo 2024, se evaluó nuevamente la eficiencia después de la aplicación de la mejora, obteniendo un valor del 99.62%, representando una mejora del 20.33%, de esta forma se observó un notable incremento de este indicador, evidenciando un mejor aprovechando del tiempo operativo y por ende una disminución de los Lead Times, además en un análisis inferencial se obtuvo una significancia menor al 0.05 ($p\text{-valor} < 0.05$), con ello se llegó a inferir: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial.

Esto resultados coinciden con la investigación de Álvarez y Calderón (2022) quienes aplicaron la metodología LM en el área de producción de plátano liofilizado de una empresa Agroindustrial, ya que tras evidenciar que el índice de la eficiencia llegó al 62.46% perjudicando el cumplimiento en los tiempos de procesamiento de la materia prima, implementaron las herramientas Lean como el VSM, 5'S y Kanban, de esta forma se llevó un mejor control de los tiempos de procesamiento, obteniendo en el post test una eficiencia del 78%, demostrando una mejora del 19.92%. En esa forma, ambas investigaciones están en la misma línea ya que evidenciaron una repercusión positiva del LM en los índices del cumplimiento de la eficiencia de las operaciones.

Para evaluar la influencia del LM en el índice de la eficacia del área de operaciones, se utilizaron formatos de producción para recopilar la información tanto en el pretest como en el post test, es así como en el periodo noviembre – diciembre 2023, el índice de la eficacia de la producción fue 92.38%, un valor por debajo del mínimo

esperado que es del 95% establecido por la jefatura de operaciones. Con el fin de abordar esta deficiencia, se implementaron las herramientas Lean como Kaizen, Kanban y las 5'S. Tras la aplicación se volvió a medir la eficacia en el periodo febrero – marzo 2024, obteniendo un índice del 99.32%, reflejando una mejora del 7.76% y a su vez, un incremento en el cumplimiento de la producción proyectada. Además, el análisis estadístico mostro una significancia de 0.00 ($p\text{-valor} < 0.05$), lo que permite concluir que la aplicación del Lean Manufacturing contribuye al incremento del índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial.

Esto coincide con la investigación de Quispe y Vilcapaza (2021) quienes aplicaron la metodología LM en el área de producción de quinua de una empresa Agroindustrial. Tras identificar las deficiencias en el proceso de elaboración de la quinua, la eficacia de la producción en el pretest era del 85%, lo que resultaba en pérdidas económicas para la empresa, en esta forma implementaron las herramientas Lean como las 5'S y Kaizen, y en el post test, la eficacia de la producción aumento al 91%, reflejando una mejora del 6.59%. Es así, que ambos estudios demuestran que la implementación de las herramientas Lean favorece al cumplimiento de la producción proyectada ya que proporciona las pautas para un mejor control de los procesos productivos.

V. CONCLUSIONES

Se determinó la influencia del LM en el área de operaciones de la empresa Agroindustrial, evidenciando una mejora del 29.67% en la productividad, llegando a concluir que la aplicación del LM tiene un efecto positivo en el índice de la productividad de la empresa.

Se identificó el impacto del LM en el índice de la eficiencia del área de operaciones de la empresa Agroindustrial, evidenciándose una mejora del 20.33%, con ello se pudo concluir en que la aplicación del LM tiene un efecto positivo en la eficiencia de la producción.

Se determinó la influencia del LM en el índice de la eficacia del área de operaciones de la empresa Agroindustrial, mostrando un aumento del 7.76%, con base a estos resultados se concluyen que la aplicación del LM tiene un efecto positivo en la eficacia de la producción proyectada en la empresa.

VI. RECOMENDACIONES

Según el desarrollo de la investigación se le recomienda a la empresa lo siguiente:

Se identificó que en las áreas de la empresa no se tienen bien definidas las señalizaciones referentes a los peligros riesgos, por lo que se recomienda efectuar un estudio del sistema actual de seguridad y salud en el trabajo, salvaguardando la integridad de los colaboradores.

Formalizar e incluir en el manual de funciones, los formatos, diagramas y metodologías desarrolladas y aplicadas en el presente informe de investigación para su correcta implementación, asegurando mejora continua en cada etapa de los procesos.

Emplear las herramientas Lean desarrolladas en la presente investigación en las diferentes áreas de la empresa, con ello orientar las operaciones a un sistema integrado de gestión que permita cumplir con los objetivos organizacionales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroExportaciones. (2022). *Impulso agroexportador peruano en 2022 requiere una sólida infraestructura agroindustrial*. Lima: Revista AgroExportaciones y Medio Ambiente.
- AgroPerú. (2022). Producción mundial de trigo y maíz aumentará en 2022. *Revista Industria Alimentaria*, <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/produccion-mundial-de-trigo-y-maiz-aumentara-en-2022#:~:text=Actualmente%2C%20se%20prev%C3%A9%20que%20la,toneladas%20a%20finales%20de%202022>.
- Alaidaros, H., Omar, M., & Romli, R. (2021). The state of the art of agile kanban method: challenges and opportunities. *Independent Journal of Management & Production*, 2535-2550 - <http://orcid.org/0000-0001-7464-6419>.
- Alvarado, N., & Bautista, P. (2022). *Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción para incrementar la productividad en el proceso de Packing de arándano de una empresa agroindustrial*. Trujillo - <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32237>: Universidad Privada del Norte.
- Álvarez, K., & Calderon, C. (2022). *Aplicación de herramientas de lean manufacturing para incrementar la productividad del liofilizado del plátano en la empresa procesadora agroindustrial, Arequipa 2021*. Lima - <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97082>: Universidad César Vallejo.
- Amrani, A., & Ducq, Y. (2020). Lean practices implementation in aerospace based on sector characteristics: methodology and case study. *Journal Production Planning & Control*, 1313-1335 - <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1706197>.
- Aureliano, F., Ariellen, C., Júnior, I., & Rodrigues, R. (2019). Application of lean manufacturing in construction management. *Journal Procedia Manufacturing*, 241-247 - Doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920300330>.

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Estudio BID aboga por transformación de agroindustria de América Latina y Caribe*.
<https://www.iadb.org/es/noticias/estudio-bid-aboga-por-transformacion-de-agroindustria-de-america-latina-y-caribe>: Comunicados de Prensa.
- Berhe, H. (2022). Application of Kaizen philosophy for enhancing manufacturing industries' performance: exploratory study of Ethiopian chemical industries. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 204-235 - Doi: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2020-0328>.
- Casula, M., Rangarajan, N., & Shields, P. (2021). The potential of working hypotheses for deductive exploratory research. *Journal Quality & Quantity*, 1703-1725 - Doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11135-020-01072-9>.
- Chen, T., & Wang, Y. (2022). AI applications to shop floor management in lean manufacturing. *Journal In Artificial Intelligence and Lean Manufacturing*, 75-90 - Doi: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-04583-7_5.
- Chopra, R., Sawant, L., Kodi, D., & Terkar, R. (04 de noviembre de 2022). Utilization of ERP systems in manufacturing industry for productivity improvement. *Journal Materials today: proceedings*, 1238-1245 - <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.529>. Obtenido de <http://www.econosublime.com/2019/04/que-es-productividad-importancia.html>
- Flores, S. (2022). *Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en los almacenes de producto terminado de palta fresca de una empresa agroindustrial, distrito de Chao 2022*. Trujillo - <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99697>: Universidad César Vallejo.
- González, A., & Idrovo, D. (2022). *Implementación de la metodología SMED y detección de cuellos de botella del proceso de reenvasado para la mejora de la productividad de una empresa comercializadora de productos agroindustriales*. Guayaquil - <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22789/1/UPS-GT003810.pdf>: Universidad Politécnica Salesiana.
- Hauser, F., Häberle, M., Merling, D., Lindner, S., Gurevich, V., Zeiger, F., & Menth, M. (2022). A survey on data plane programming with p4: Fundamentals, advances,

- and applied research. *Journal of Network and Computer Applications*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1084804522002028>.
- Huamán, M., Eugenio, W., & Armas, J. (2020). Gestión logística para mejorar la productividad en la empresa agroindustria caraz sac. *Revista NGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7 - Doi: <https://doi.org/10.26495/icti.v7i2.1453>.
- Ijaodola, O., El Hassan, Z., Ogungbemi, E., Khatib, F., Wilberforce, T., Thompson, J., & Olabi, A. (2019). Energy efficiency improvements by investigating the water flooding management on proton exchange membrane fuel cell (PEMFC). *Journal Energy*, 246-267 - <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.074>.
- Kazekami, S. (2020). Mechanisms to improve labor productivity by performing telework. *Journal Telecommunications Policy*, 101868 - <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2019.101868>.
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C., & Vinneras, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of cleaner production*, 211-219 - <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.017>.
- Maware, C., Okwu, M., & Adetunji, O. (2022). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 521-556 - <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2020-0223>.
- Nieto, M. (2022). *Implementación de un sistema de gestión de la producción lean manufacturing, para mejorar la productividad en la empresa Nieto Rosales productora de licores*. Ibarra - <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13257>: Universidad Técnica del Norte.
- Palacios, E. (2020). *Propuesta de un sistema de trazabilidad para mejorar la calidad del mango fresco en la empresa H.C.Q Perú S.A.C, Tambogrande 2019*. Piura - <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51801>: Repositorio UCV.

- Palange, A., & Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Journal Materials Today: Proceedings*, 729-736 - <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>.
- Polancich, S., & Pilon, B. (2019). The application of the Toyota Production System LEAN 5S methodology in the operating room setting. *Journal Nursing Clinics*, 53-79 - <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.10.008>.
- Quispe, S., & Vilcapaza, C. (2021). *Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción de la Cooperativa Agro Industrial Ltda.- Puno*. Lima - <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73302>: Universidad César Vallejo.
- Ramani, P., & Ligan, L. (2021). Application of lean in construction using value stream mapping. *Journal Engineering, Construction and Architectural Management*, 216-228 - Doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2018-0572>.
- Salas, M. (2023). *Los precios de los productos agrícolas aumentaron un 24 % en la Unión Europea en 2022*. Madrid - <https://efeagro.com/precios-productos-agricolas/>: Efeagro.
- Sayed, A., & Abul, M. (2021). Teaching and learning process to enhance teaching effectiveness: a literature review. *International Journal of Humanities and Innovation (IJHI)*, 1-4 - <https://doi.org/10.33750/ijhi.v4i1.102>.
- Singh, J., & Singh, H. (2020). Application of lean manufacturing in automotive manufacturing unit. *International Journal of Lean Six Sigma*, 171-210 - Doi: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2018-0060>.
- Sposito, L., & Santos, A. (2020). Lean 4.0: A new holistic approach for the integration of lean manufacturing tools and digital technologies. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 851 - <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2020.5.5.066>.
- Tabuena, A. (2021). A pre-experimental research on the implementation of selected classroom assessment techniques for music, arts, physical education, and health. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research* (99-107), 99-107 - https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3784104.

- Taifa, I., & Vhora, T. (2019). Cycle time reduction for productivity improvement in the manufacturing industry. *Journal of Industrial Engineering and Management Studies*, 147-164 - <https://doi.org/10.22116/jiems.2019.93495>.
- Wang, Y., Sun, X., & Guo, X. (2019). Environmental regulation and green productivity growth: Empirical evidence on the Porter Hypothesis from OECD industrial sectors. *Journal Energy Policy*, 611-619 - <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.016>.
- Zambrano, D., Soto, L., & Ugalde, J. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Revista Polo del conocimiento*, 398-411 - Doi: <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3277>.
- Zarta, J. (2019). Impacto de la innovación en la competitividad de las empresas del sector agroindustrial, en el Espinal-Tolima. *Revista Innova ITFIP*, 7-20 - <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ImpactoDeLaInnovacionEnLaCompetitividadDeLasEmpres-7964685.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de recolección de datos

A. Guía de observación DAP

Empresa	Empresa Agroindustrial								
Instrumento	Guía de Observación de Procesos DAP								
Producto									
Observador	Investigadores								
Área	Producción								
Fecha									
N°	Procesos	○	⊗	⇒	D	▽	□	Tiempo (min)	Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
Tiempo de ciclo (min)									

B. Guía de verificación 5'S

Empresa: Empresa Agroindustrial

Área: Planta de producción – operaciones

Observador: Investigadores

Fecha:

Ponderaciones del Check List

Ítem	Calificación	%
Nunca	0	0%
Pocas veces	1	25%
Algunas veces	2	50%
Casi siempre	3	75%
Siempre	4	100%

Guía de verificación

N°	Ítem	Puntaje	%
Clasificar			
1	No existen objetos innecesarios ni residuos en el proceso de producción.		
2	No hay materiales ni artículos superfluos en cada proceso.		
3	Las herramientas y materiales están correctamente organizados.		
4	No se encuentran insumos, residuos u objetos fuera del lugar en las áreas de trabajo y tránsito.		
Promedio			
Ordenar			
5	Los materiales están correctamente ubicados en el área de producción.		
6	Los andamios, estantes, materiales y equipos están identificados.		
7	Los materiales y herramientas tienen lugares designados.		
8	No se han encontrado objetos colocados incorrectamente sobre o debajo de estantes, andamios y equipos.		
Promedio			
Limpiar			
9	Las estaciones de trabajo se encuentran limpias y no presentan contaminación cerca a los productos.		
10	Las superficies y estructuras (paredes, techos y ventanas) se encuentran limpias.		
11	Las estructuras pertenecientes a la construcción y los objetos utilizados (andamios, estantes, herramientas y sillas) están limpias.		
12	Los dispositivos e instrumentos (máquinas y equipos) están limpios.		
Promedio			
Estandarizar			
13	Las tres primeras "S" se ejecutan correctamente.		
14	Se han establecido estándares claros para las 3 primeras "S".		
15	Los colaboradores cuentan con todos los equipos de trabajo necesarios.		
16	Se están implementando mejoras en los ambientes y en los procedimientos.		
Promedio			
Disciplinar			
17	Las cuatro primeras "S" se están utilizando en las operaciones diarias.		
18	Se están cumpliendo las normas establecidas por la empresa.		
19	Las reglas sobre el uso de los equipos se están respetando adecuadamente.		
20	Se está llevando a cabo la planificación de las 5 "S" según lo previsto.		
Promedio			
Promedio total			

C. Formato documental de desarrollo de procesos en la Agroindustria

Reprocesos

Empresa	Empresa Agroindustrial			
Instrumento	Formato documental de Reprocesos			
Código de Registro	F-001			
Área	Planta de Producción			
Fecha				
Producto				
Mes	Día	N° de procesos establecidos	N° de reprocesos	% Reprocesos
Mes 1	1			
	2			
	3			
	...			
	30			
Mes 2	1			
	2			
	3			
	...			
	30			

Conformidades

Empresa	Empresa Agroindustrial			
Instrumento	Formato documental de Conformidades			
Código de Registro	F-002			
Área	Planta de Producción			
Fecha				
Producto				
Mes	Día	Producción entregada	Producción conforme	% Conformidades
Mes 1	1			
	2			
	3			
	...			
	30			
Mes 2	1			
	2			
	3			
	...			
	30			

D. Formato documental de los índices de productividad en la Agroindustria

Eficiencia

Empresa	Empresa Agroindustrial			
Instrumento	Formato documental de la Eficiencia del tiempo empleado			
Código de Registro	F-003			
Área	Planta de Producción			
Fecha				
Producto				
Mes	Día	Tiempo disponible para la producción (Horas)	Tiempo empleado para la producción (Horas)	% Eficiencia del tiempo empleado
Mes 1	1			
	2			
	3			
	...			
	30			
Mes 2	1			
	2			
	3			
	...			
	30			

Eficacia

Empresa	Empresa Agroindustrial			
Instrumento	Formato documental de Eficacia de la producción			
Código de Registro	F-004			
Área	Planta de Producción			
Fecha				
Producto				
Mes	Día	Producción proyectada	Producción Obtenida	% Eficacia de la producción
Mes 1	1			
	2			
	3			
	...			
	30			
Mes 2	1			
	2			
	3			
	...			
	30			

Anexo 2: Ficha técnica.

Nombre original del instrumento:	
Autor y año:	Original:
	Adaptación:
Objetivo del instrumento:	
Usuarios:	
Forma de Administración o Modo de aplicación:	
Validez:	
Confiabilidad:	

Anexo 3: Operacionalización de variables

Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de Medición
Lean Manufacturing	Es un modelo de gestión organizacional cuyo enfoque es direccionado en la mejora de procesos minimizando las pérdidas, eliminando actividades y desperdicios que no sumen al proceso productivo, todo ello con el fin de aumentar el valor añadido del producto final (Sposito & Santos, 2020).	Método que emplea herramientas de medición del tiempo del flujo productivo por medio del VSM, medición del cumplimiento del orden y limpieza con las 5'S, el índice de reprocesos con Kaizen y el tipo de clasificación con el Kanban.	VSM	Tiempo operativo	$\frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	Guía de observación DAP	Razón
			5'S	Cumplimiento 5'S	$\frac{\text{Parámetros cumplidos}}{\text{Parámetros establecidos}} \times 100$	Guía de verificación 5'S	
			Kaizen	Reprocesos	$\frac{\text{Reprocesos}}{\text{Procesos establecidos}} \times 100$	Formatos documentales	
			Kanban	Producción entregada	$\frac{\text{Producción entregada conforme}}{\text{Producción entrega}} \times 100$	Formatos documentales	
Productividad	Es la cantidad producida con respecto a cada unidad empleada ya sea de materia prima, mano de obra, energía entre otros, del mismo modo, cuantifica el número de productos o servicios obtenidos con respecto a un tiempo establecido (Kazekami, 2020).	Es medida según los índices de eficiencia del tiempo empleado para la ejecución de las actividades de producción, la eficacia de la producción obtenida y la efectividad con respecto a la eficiencia y eficacia.	Eficiencia	Eficiencia del tiempo empleado para producir	$1 - \left(\frac{\text{Tiempo empleado del proceso}}{\text{Tiempo disponible}} - 1 \right) \times 100$	Formatos documentales	Razón
			Eficacia	Eficacia de la producción obtenida	$\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción programada}} \times 100$	Formatos documentales	

Anexo 4: Carta de presentación



“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

Trujillo, 20 de junio del 2024

CARTA N° 065-2024/UCT-FIA

SRA. TERESA DELGADO MARQUINA

JEFE DE PLANTA

TAL S A

Presente. -

De mi especial consideración:

Mediante la presente es para hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez presentarle a la Srta. **DAVILA LEVANO ALISON FIORELLA** identificada con DNI N° 71917448 y al Sr. **RAMOS CORDOVA OSMAR DIOMAR**, identificado con DNI N° 75409617, en su condición de bachilleres del programa de estudios de **INGENIERIA INDUSTRIAL** de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, quienes desarrollarán la investigación titulada: **“LEAN MANUFACTURING Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE OPERACIONES DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, TRUJILLO 2024”**. Para ello se requiere la autorización y acceso para aplicar los instrumentos correspondientes en la empresa que usted dirige.

Conocedores de su alto espíritu de colaboración con la investigación que redundara no solo en la identificación y planeamiento de solución a una problemática concreta, sino que al mismo tiempo permitirá el desarrollo de la tesis que conlleve a la obtención del Título profesional de Ingeniero Industrial, para los bachilleres presentados líneas arriba.

Agradeciendo su atención a la presente.

Atentamente,



MG. ING. BRETTNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Anexo 5: Carta de autorización emitida por la entidad que faculta el recojo de datos

Autorización de uso de información de la empresa

Yo **Teresa Delgado Marquina** identificado con el DNI N° **18132004** en mi calidad de Jefa de Planta de la empresa TAL S.A. con RUC N° 20131565659 ubicada Car. Autopista a Salaverry km. 2.5 / La Libertad - Trujillo - Salaverry.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN

A **Dávila Lévano Alison Fiorella**, identificada con DNI N° **71917448** y **Ramos Córdova Osmar**, identificado con DNI N° **75409617**, bachilleres de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, para que recaben y utilicen la siguiente información de la empresa:

Sobre el proceso de Operaciones con fines exclusivamente académicos con la finalidad que pueda realizar su:

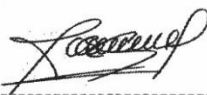
() Trabajo de Investigación, (**X**) Tesis o () Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de () Bachiller, () Maestro, () Doctor o (**X**) Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción

seleccionada.

() Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(**X**) Mencionar el nombre de la empresa


Teresa Delgado Marquina
JEFE DE PLANTA

Firma y sello del Representante Legal
o Representante del área

DNI N°:18132004

Anexo 6: Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Lean Manufacturing y su influencia en la Productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024	Problema general: ¿Cuál es la influencia del Lean Manufacturing en la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024?	Hipótesis general: La aplicación del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.	Objetivo general: Determinar la influencia del Lean Manufacturing en la productividad del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.	Variable independiente		Tipo: Aplicada
					VSM	Enfoque: Cuantitativo Métodos: Deductivo
	Problemas específicos: 1. ¿Cuál es la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024?	Hipótesis específicas: 1. La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.	Objetivos específicos: 1. Determinar la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficiencia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.	Lean Manufacturing	5'S	Diseño: Preexperimental
	2. ¿Cuál es la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024?	2. La aplicación del Lean Manufacturing incrementa el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.	2. Determinar la influencia del Lean Manufacturing en el índice de la eficacia del área de operaciones de una empresa Agroindustrial, Trujillo 2024.		Kaizen	Población: La población estuvo conformada por todos los registros de los lotes empacados de frutas en el periodo 2023 - 2024.
					Kanban	Muestra: La muestra fue conformada por los registros de los lotes empacados de frutas dos meses antes y después de la aplicación de la herramienta de mejora.
				Variable dependiente		Técnicas: Observación, Análisis documental.
				Productividad	Eficiencia	Instrumentos: Guía DAP, Guía 5'S, Formatos documentales.
					Eficacia	Métodos de análisis: Estadística descriptiva e inferencial.

Anexo 7. Validación de instrumentos

Nombre original del instrumento:	Guía de Observación DAP
Autor y año:	Original: Niebel y Freivalds (2009) Diagrama de Análisis de Procesos
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Registrar los procesos y tiempos de ejecución
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, toma de tiempos de proceso y diagramación
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024

Nombre del experto evaluador : Enrique Martín Avendaño Delgado

Título : Ing. Industrial

Grado : Magister

DNI : 18087740 **CIP** : 077891


Ing. Enrique Avendaño Delgado
CIP: 77891

Nombre original del instrumento:	Guía de verificación 5'S
Autor y año:	Original: Hiroyuki Hirano (1995)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el cumplimiento de los parámetros 5S
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje de cumplimiento
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024

Nombre del experto evaluador : Enrique Martín Avendaño Delgado

Título : Ing. Industrial

Grado : Magister

DNI : 18087740 **CIP** : 077891



Ing. Enrique Avendaño Delgado
CIP: 77891

Nombre original del instrumento:	Formato documental Desarrollo de procesos en la agroindustria
Autor y año:	Original: Pérez Navarro (2020)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el porcentaje de reprocesos y conformidades de la producción.
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje de reprocesos y conformidades.
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024

Nombre del experto evaluador : Enrique Martín Avendaño Delgado

Título : Ing. Industrial

Grado : Magister

DNI : 18087740 CIP : 077891



Ing. Enrique Avendaño Delgado
CIP: 77891

Nombre original del instrumento:	Formato documental de los índices de productividad en la agroindustria
Autor y año:	Original: Pérez Navarro (2020)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el porcentaje de productividad.
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024

Nombre del experto evaluador : Enrique Martín Avendaño Delgado

Título : Ing. Industrial

Grado : Magister

DNI : 18087740 **CIP** : 077891



Ing. Enrique Avendaño Delgado
CIP: 77891

Nombre original del instrumento:	Guía de Observación DAP
Autor y año:	Original: Niebel y Freivalds (2009) Diagrama de Análisis de Procesos
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Registrar los procesos y tiempos de ejecución
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, toma de tiempos de proceso y diagramación.
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024
Nombre del experto evaluador : Juan Ricardo Zegarra Niño
Título : Ingeniero Industrial
Grado : Ms. en Ciencias Gestión de Riesgos ambientales y de seguridad en las empresas.
DNI : 18092624 **CIP :** 54451


 JUAN RICARDO ZEGARRA NIÑO
 CIP: 54451
 CEPRIIT - OCPVAP - RALL


Firma y sello CIP

Nombre original del instrumento:	Guía de verificación 5'S
Autor y año:	Original: Hiroyuki Hirano (1995)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el cumplimiento de los parámetros 5S
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje de cumplimiento.
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha :

Nombre del experto evaluador : Juan Ricardo Zegarra Niño

Título : Ingeniero Industrial

Grado : Ms. en Ciencias Gestión de Riesgos ambientales y de seguridad en las empresas.

DNI : 18092624 CIP : 54451


 JUAN RICARDO ZEGARRA NIÑO
 CIP: 54451
 CEPRIIT - OCPVAP - RALL


Firma y sello CIP

Nombre original del instrumento:	Formato documental Desarrollo de procesos en la agroindustria
Autor y año:	Original: Pérez Navarro (2020)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el porcentaje de reprocesos y conformidades de la producción.
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje de reprocesos y conformidades.
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha :

Nombre del experto evaluador : Juan Ricardo Zegarra Niño

Título : Ingeniero Industrial

Grado : Ms. en Ciencias Gestión de Riesgos ambientales y de seguridad en las empresas.

DNI : 18092624 CIP : 54451



JUAN RICARDO ZEGARRA NIÑO
CIP: 54451
CEPRIT - OCPyAP - RALL
 EsSalud
Pasa y nace para ti

Firma y sello CIP

Nombre original del instrumento:	Formato documental de los índices de productividad en la agroindustria
Autor y año:	Original: Pérez Navarro (2020)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el porcentaje de productividad.
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha :

Nombre del experto evaluador : Juan Ricardo Zegarra Niño

Título : Ingeniero Industrial

Grado : Ms. en Ciencias Gestión de Riesgos ambientales y de seguridad en las empresas.

DNI : 18092624 CIP : 54451


 JUAN RICARDO ZEGARRA NIÑO
 CIP: 54451
 CEPRIIT - OCPyAP - RALL


Firma y sello CIP

Nombre original del instrumento:	Guía de Observación DAP
Autor y año:	Original: Niebel y Freivalds (2009) Diagrama de Análisis de Procesos
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Registrar los procesos y tiempos de ejecución
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, toma de tiempos de proceso y diagramación
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

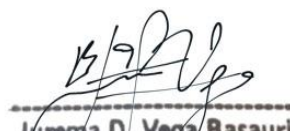
Fecha : 24/06/2024
Nombre del experto evaluador : Jurema Denisse Vega Basauri
Título : Ing. Agroindustrial
Grado : Magister
DNI : 44456929 **CIP** : 135908


 Jurema D. Vega Basauri
 ING. AGROINDUSTRIAL
 R. CIP. 135908

Nombre original del instrumento:	Guía de verificación 5'S
Autor y año:	Original: Hiroyuki Hirano (1995)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el cumplimiento de los parámetros 5S
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje de cumplimiento
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024
Nombre del experto evaluador : Jurema Denisse Vega Basauri
Título : Ing. Agroindustrial
Grado : Magister
DNI : 44456929
CIP : 135908


 Jurema D. Vega Basauri
 ING. AGROINDUSTRIAL
 R. CIP. 135908

Nombre original del instrumento:	Formato documental Desarrollo de procesos en la agroindustria
Autor y año:	Original: Pérez Navarro (2020)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el porcentaje de reprocesos y conformidades de la producción.
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje de reprocesos y conformidades.
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024
Nombre del experto evaluador : Jurema Denisse Vega Basauri
Título : Ing. Agroindustrial
Grado : Magister
DNI : 44456929
CIP : 135908


 Jurema D. Vega Basauri
 ING. AGROINDUSTRIAL
 R. CIP. 135908

Nombre original del instrumento:	Formato documental de los índices de productividad en la agroindustria
Autor y año:	Original: Pérez Navarro (2020)
	Adaptación: Los autores
Objetivo del instrumento:	Evaluar y medir el porcentaje de productividad
Usuarios:	Autores
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Observación directa, cálculos del porcentaje
Validación:	Adecuado
Confiabilidad:	---

***Criterio de Validación:** Adecuado / Medianamente Adecuado/ No Adecuado

Fecha : 24/06/2024
Nombre del experto evaluador : Jurema Denisse Vega Basauri
Título : Ing. Agroindustrial
Grado : Magister
DNI : 44456929
CIP : 135908

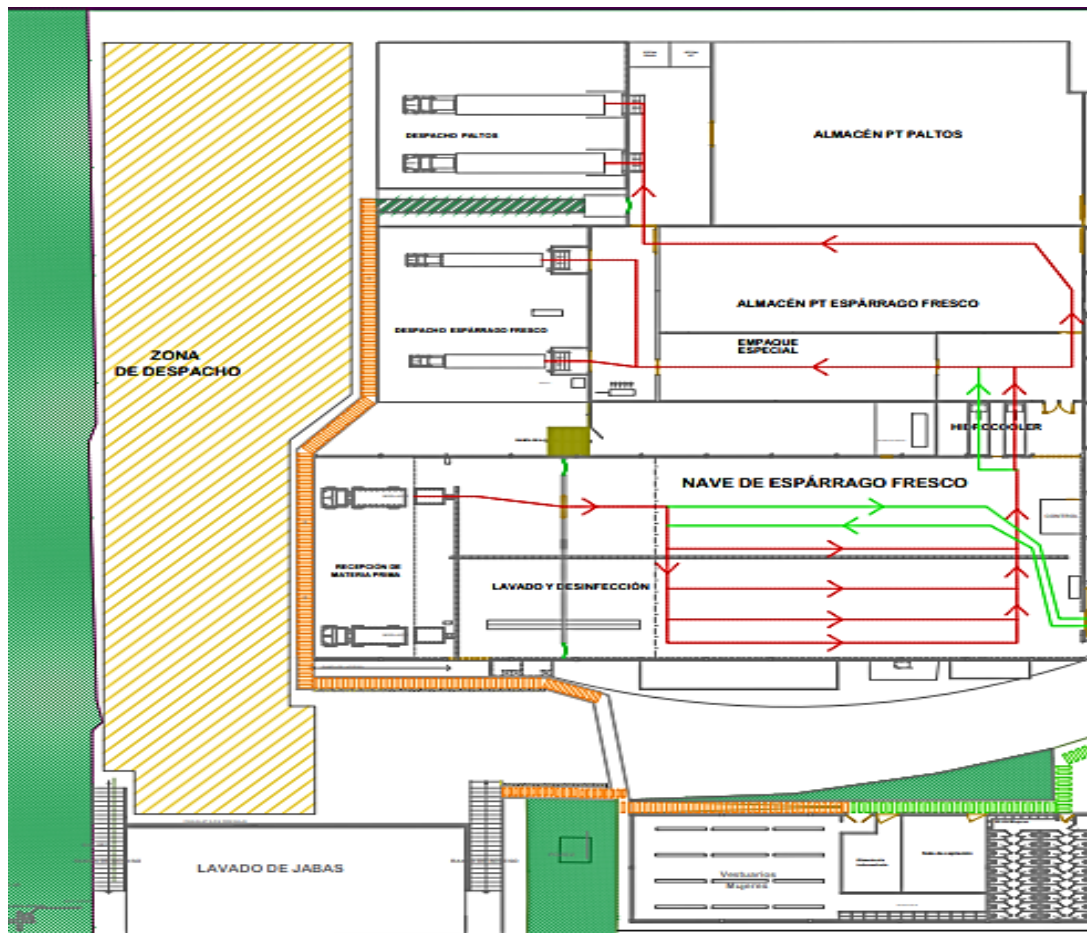


 Jurema D. Vega Basauri
 ING. AGROINDUSTRIAL
 R. CIP. 135908

Anexo 8. Diagnóstico del área de estudio

Para efectuar el diagnóstico se identificó el área de estudio, que para los fines de la investigación ésta fue el área de la planta de producción, para un mejor reconocimiento a continuación se presenta el Layout de la planta de producción del espárrago fresco blanco.

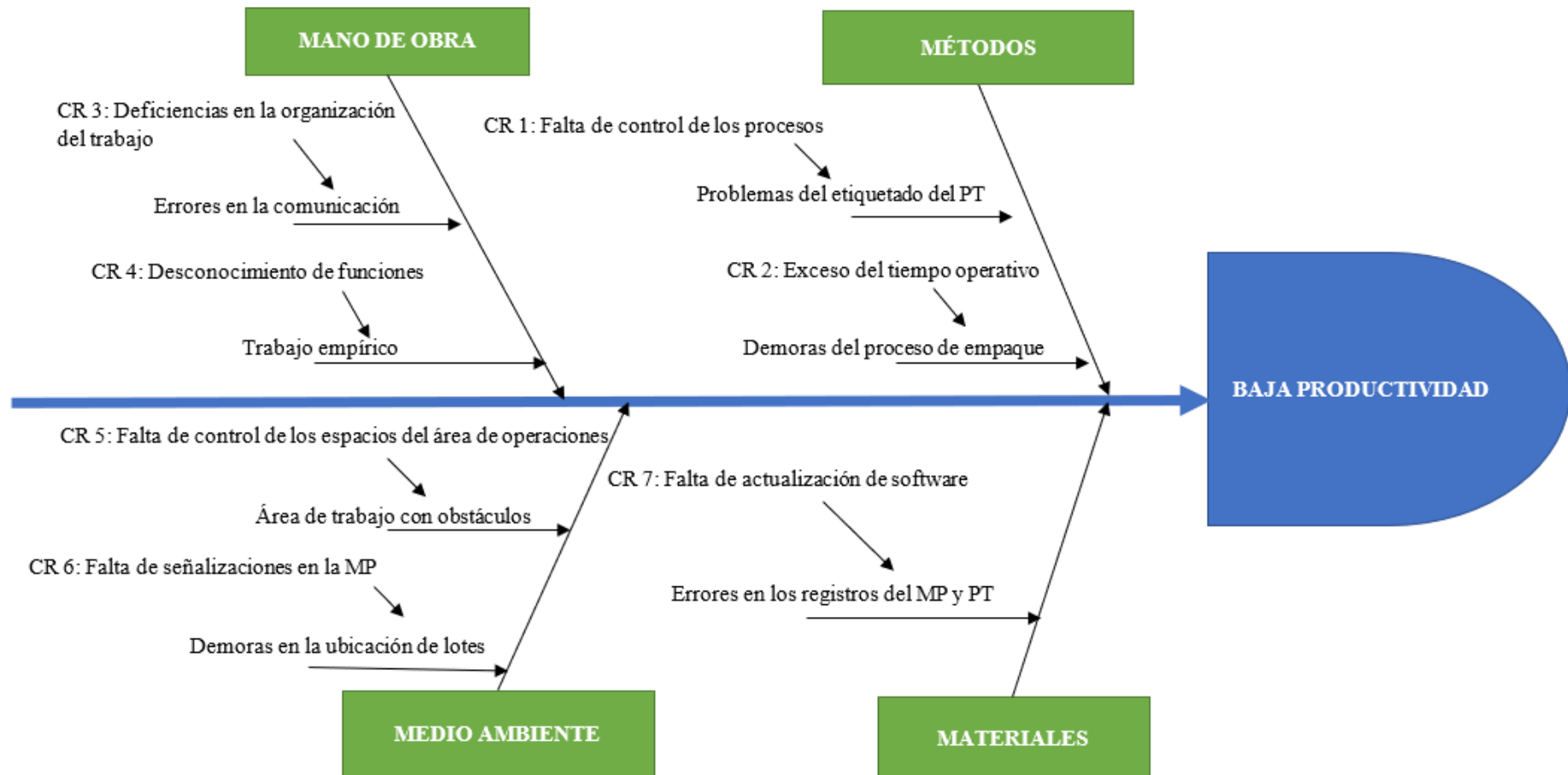
Plata de producción del espárrago fresco



Nota: Diseño de la planta de producción del espárrago blanco realizado por la empresa Agroindustrial.

Dado que el problema principal identificado en el área de operaciones fue la baja de la productividad para la empresa Agroindustrial, se empleó un diagrama Causa – Efecto para identificar los factores que están generando esta problemática.

Diagrama Causa – Efecto



Según el siguiente análisis, las causas principales (CR) que afectan la baja productividad en el área de operaciones de la producción en la empresa Agroindustrial son:

- CR 1: Falta de control de los procesos.
- CR 2: Exceso del tiempo operativo.
- CR 3: Deficiencias en la organización del trabajo.
- CR 4: Desconocimiento de funciones.
- CR 5: Falta de control de los espacios del área de operaciones.
- CR 6: Falta de señalizaciones en los empaques.
- CR 7: Falta de actualización de software.

Luego, para determinar que CR es la que más incide en la generación del problema se hizo un análisis de Pareto tomando en cuenta la frecuencia de las pérdidas económicas que genera cada CR, para ello el área de Operaciones facilitó la siguiente información:

Pérdidas económicas de las CR

N°	CR	Pérdidas (S/)
CR 1	Falta de control de los procesos	15420.00
CR 2	Exceso del tiempo negativo	16325.00
CR 3	Deficiencias en la organización del trabajo	4356.00
CR 4	Desconocimientos de funciones	5923.00
CR 5	Falta de control del área de operaciones	13221.00
CR 6	Falta de señalización en los empaques	8843.00
CR 7	Falta de actualización de software	374.00
Total		64462.00

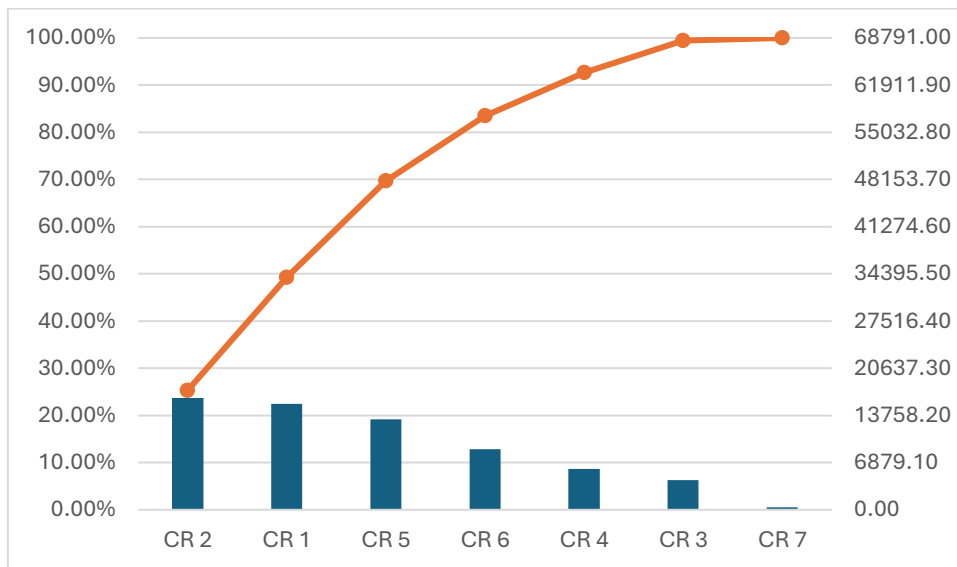
Nota. Datos de la empresa Agroindustrial periodo octubre – diciembre 2023.

Tal como se observa en la tabla anterior, las pérdidas registradas en la empresa durante el último trimestre del 2023 ascendieron a un total de S/ 64 462.00, con estos datos se llevó a cabo el análisis de Pareto.

Análisis de Pareto

N°	CR	Frecuencia	%	Acumulado
CR 2	Exceso del tiempo operativo	16325.00	25.32%	25.32%
CR 1	Falta de control de los procesos	15420.00	23.92%	49.25%
CR 5	Falta de control de los espacios del área de operaciones	13221.00	20.51%	69.75%
CR 6	Falta de señalizaciones en los empaques	8843.00	13.72%	83.47%
CR 4	Desconocimiento de funciones	5923.00	9.19%	92.66%
CR 3	Deficiencias en la organización del trabajo	4356.00	6.76%	99.42%
CR 7	Falta de actualización de software	374.00	0.58%	100.00%
Total		64462.00	100%	

Diagrama de Pareto



Según el análisis de Pareto, se tiene las CR con mayor impacto en la generación del problema son:

- CR 2: Exceso del tiempo operativo.
- CR 1: Falta de control de los procesos.
- CR 5: Falta de control de los espacios del área de operaciones.
- CR 6: Falta de señalizaciones en los empaques.

Según este análisis, se procedió a estructurar una matriz de solución para las CR priorizadas.

Matriz de solución de las CR priorizadas

N°	CR	Indicador	Herramienta de solución
CR 2	Exceso del tiempo operativo	% Tiempo operativo	VSM - Takt Time
CR 1	Falta de control de los procesos	% Reprocesos	Kaizen
CR 5	Falta de control de los espacios del área de operaciones	% Cumplimiento 5'S	5'S
CR 6	Falta de señalizaciones en los empaques	% Conformidades	Kanban

Anexo 9. Análisis de los procesos del área de producción

Análisis del tiempo operativo

Con respecto al análisis del tiempo operativo antes de la mejora se procedió a observar el tipo de procesos y los tiempos de demora (Lead Times), para tal fin se usó la guía de observación DAP (Anexo 1), obteniéndose el siguiente resultado.

Elaboración de la guía de observación de análisis de procesos DAP

Empresa	Empresa Agroindustrial							
Instrumento	Guía de Observación de Procesos DAP							
Producto	Espárrago Fresco Blanco							
Observador	Investigadores							
Área	Producción - Turno 1 - 8 horas							
Fecha	2/11/2023							
Nº	Procesos	○	⊗	⇒	D	▽	□	Tiempo (min)
1	Recepción	•						95.00
2	1er pesado				•			41.00
3	Lavado	•						39.00
4	Enfriado	•						39.00
5	Calibrado	•						27.00
6	Descarte		•					19.00
7	2do pesado	•						33.00
8	Encajado de MP	•						122.00
9	Etiquetado	•						98.00
10	Conformidad						•	20.00
11	Re etiquetado	•						35.00
12	Almacenamiento PT					•		30.00
Tiempo de ciclo (min)								598.00

Resumen del DAP

Nº	Símbolo	Cantidad	Tiempo (minutos)
1	○	8	480.00
2	⊗	1	27.00
3	⇒	0	0.00
4	D	1	41.00
5	▽	1	30.00
6	□	1	20.00
Total		12.00	598.00

Se puede apreciar que el tiempo operativo del procesamiento del espárrago fresco blanco, antes de la mejora, es de 598 minutos, es decir un equivalente a 9.97 horas aproximadamente, en consecuencia, el índice de cumplimiento del tiempo operativo se obtiene de la siguiente forma:

$$\% \text{ Tiempo operativo} = 1 - \frac{(\text{Tiempo en horas empleado al día} - 1)}{\text{Tiempo en horas disponibles al día}}$$

Donde:

Tiempo diario utilizado: 9.97 horas

Horas disponibles al día: 8 horas (Jornada por turno de trabajo)

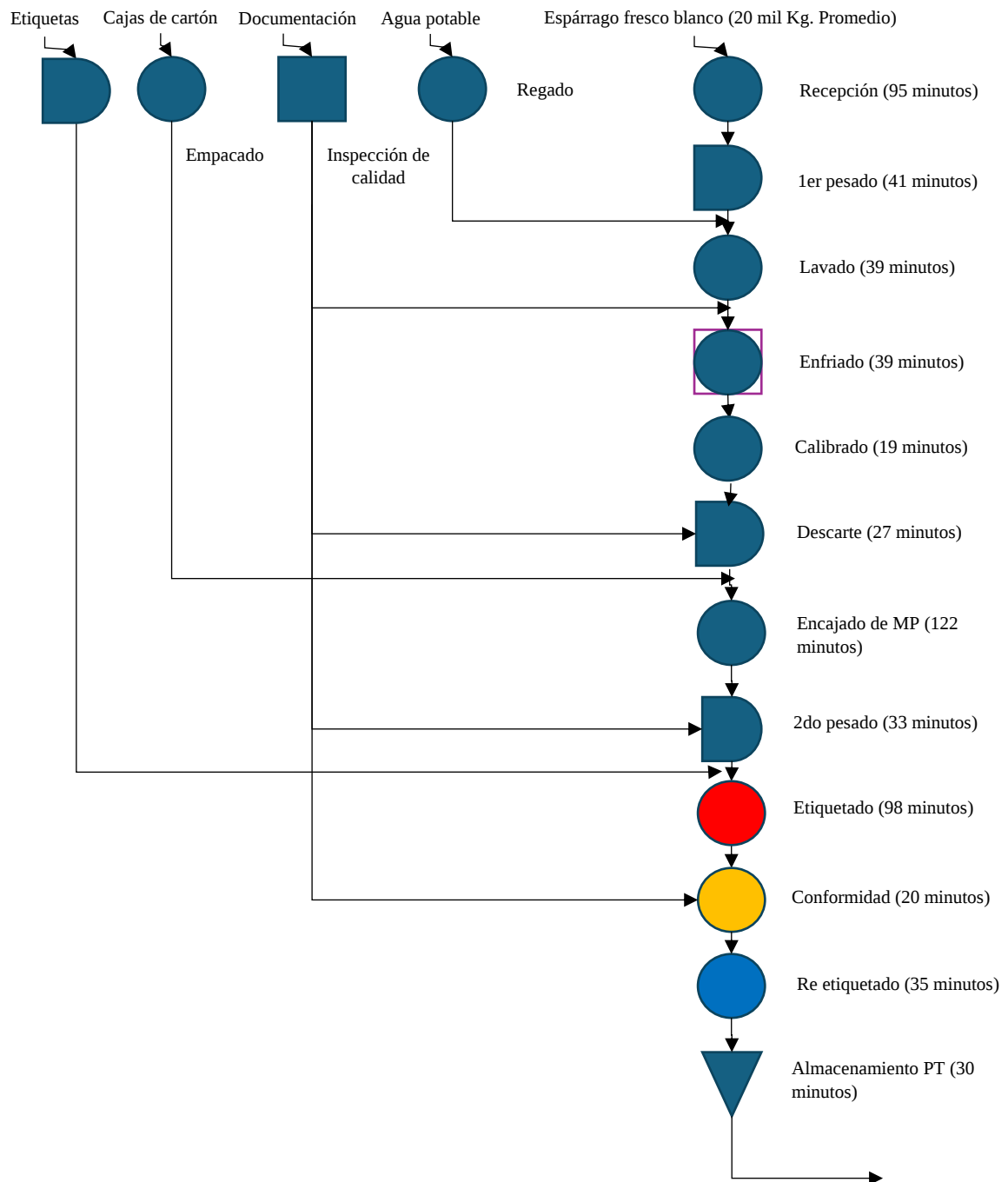
Reemplazado los datos mostrados:

$$\% \text{ Tiempo operativo} = 1 - \frac{(9.97 \text{ horas} - 1)}{8.00 \text{ horas}}$$

$$\% \text{ Tiempo operativo} = 75.38\%$$

Por ende, el índice del tiempo operativo actual fue del 75.38%, indicador de que se está utilizando más tiempo del que se dispone, es decir las operaciones del procesamiento del espárrago fresco blanco tiene demoras y cuellos de botella. Para poder identificar estos puntos críticos se muestra el siguiente diagrama de operaciones DOP.

DOP del proceso de producción del espárrago fresco blanco



Como se aprecia en la figura adjunta el proceso crítico que está generando las demoras, cuellos de botella y reprocesos es el Etiquetado, punto a tomar en cuenta en la etapa de mejoras.

Evaluación del cumplimiento 5'S

Para este tipo de evaluación se consideró el cumplimiento del orden y limpieza en el área de operaciones de la producción del espárrago fresco blanco, para ello se empleó la guía de verificación de las 5'S (Anexo 1), el resumen de los resultados se muestra a continuación:

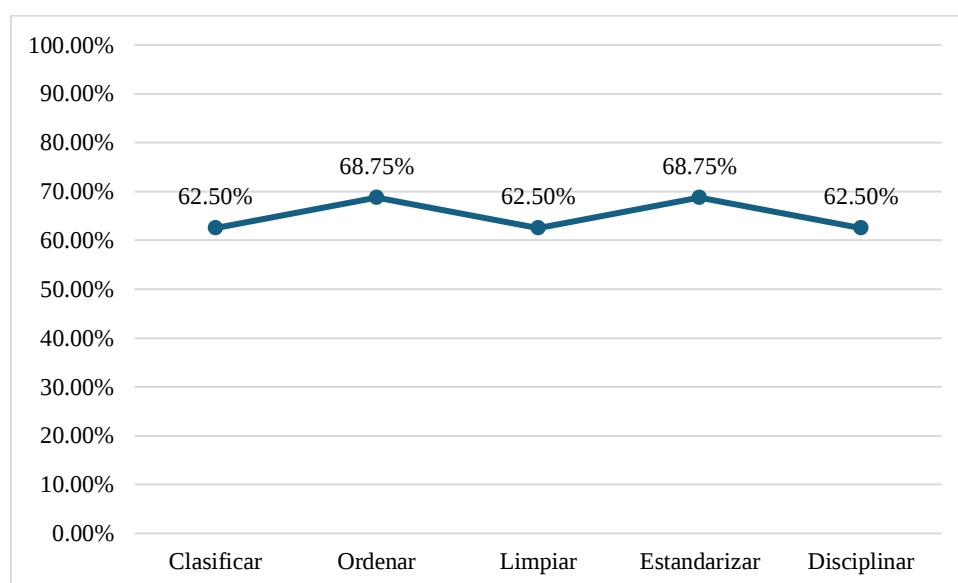
Desarrollo de la guía de verificación 5'S

Nº	Ítem	Puntaje	%
Clasificar			
1	No existen objetos innecesarios ni residuos en el proceso de producción.	2	50%
2	No hay materiales ni artículos superfluos en cada proceso.	3	75%
3	Las herramientas y materiales están correctamente organizados.	3	75%
4	No se encuentran insumos, residuos u objetos fuera del lugar en las áreas de trabajo y tránsito.	2	50%
Promedio		2.50	62.50%
Ordenar			
5	Los materiales están correctamente ubicados en el área de producción.	3	75%
6	Los estantes, andamios, equipos y materiales están identificados.	2	50%
7	Los materiales y herramientas tienen lugares designados.	3	75%
8	No se han encontrado objetos colocados incorrectamente sobre o debajo de estantes, andamios y equipos.	3	75%
Promedio		2.75	68.75%
Limpiar			
9	Las estaciones de trabajo se encuentran limpias y no presentan contaminación cerca a los productos.	3	75%
10	Las superficies y estructuras (paredes, techos y ventanas) se encuentran limpias.	2	50%
11	Las estructuras pertenecientes a la construcción y los objetos utilizados (andamios, estantes, herramientas y sillas) están limpias.	2	50%
12	Los dispositivos e instrumentos (máquinas y equipos) están limpios.	3	75%
Promedio		2.50	62.50%
Estandarizar			
13	Las tres primeras "S" se ejecutan correctamente.	2	50%
14	Se han establecido estándares claros para las 3 primeras "S".	2	50%
15	Los colaboradores cuentan con todos los equipos de trabajo necesarios.	4	100%
16	Se están implementando mejoras en los ambientes y en los procedimientos.	3	75%
Promedio		2.75	68.75%
Disciplinar			
17	Las cuatro primeras "S" se están utilizando en las operaciones diarias.	2	50%
18	Se están cumpliendo las normas establecidas por la empresa.	3	75%
19	Las reglas sobre el uso de los equipos se están respetando adecuadamente.	3	75%
20	Se está llevando a cabo la planificación de las 5 'S según lo previsto.	2	50%
Promedio		2.50	62.50%
Promedio total		2.60	65.00%

Resumen del cumplimiento 5'S

Nº	Etapas	Puntaje	%
1	Clasificar	2.50	62.50%
2	Ordenar	2.75	68.75%
3	Limpiar	2.50	62.50%
4	Estandarizar	2.75	68.75%
5	Disciplinar	2.50	62.50%
Promedio		2.60	65.00%

Tendencia del cumplimiento 5'S



Tal como se aprecia, el cumplimiento promedio de los parámetros de a 5'S en el área de operaciones de la empresa llegó a un promedio del 65.00%, un valor muy bajo considerando que al ser una empresa Agroindustrial el orden y limpieza debe de primar para salvaguardar la inocuidad de los productos alimenticios procesados.

Control de los procesos

Con respecto al control de los procesos, se consideró el índice de reprocesos registrados en la producción del espárrago blanco, para ello se tomó en cuenta los procesos operativos identificados en el DOP que son 9 procesos considerando el almacenamiento del PT.

Tabla 12*Índice de reprocesos*

Empresa	Empresa Agroindustrial			
Instrumento	Formato documental de Reprocesos			
Código de Registro	F-001			
Área	Planta de Producción			
Fecha	2/01/2024			
Producto	Espárrago Fresco blanco			
Mes	Día	N° de procesos establecidos	N° de reprocesos	% Reprocesos
Noviembre	1	9	3	33.33%
	2	9	2	22.22%
	3	9	3	33.33%
	4	9	3	33.33%
	5	9	3	33.33%
	6	9	2	22.22%
	7	9	2	22.22%
	8	9	2	22.22%
	9	9	3	33.33%
	10	9	2	22.22%
	11	9	2	22.22%
	12	9	3	33.33%
	13	9	2	22.22%
	14	9	3	33.33%
	15	9	2	22.22%
	16	9	3	33.33%
	17	9	2	22.22%
	18	9	2	22.22%
	19	9	2	22.22%
	20	9	3	33.33%
	21	9	3	33.33%
	22	9	3	33.33%
	23	9	3	33.33%
	24	9	2	22.22%
	25	9	3	33.33%
Diciembre	26	9	3	33.33%
	27	9	1	11.11%
	28	9	4	44.44%
	29	9	3	33.33%
	30	9	2	22.22%
	31	9	4	44.44%
	32	9	1	11.11%
	33	9	1	11.11%
	34	9	2	22.22%
	35	9	3	33.33%
	36	9	2	22.22%
	37	9	3	33.33%
	38	9	3	33.33%
	39	9	2	22.22%
	40	9	2	22.22%
	41	9	2	22.22%
	42	9	3	33.33%
	43	9	3	33.33%
	44	9	3	33.33%
	45	9	3	33.33%
	46	9	2	22.22%
	47	9	3	33.33%
	48	9	2	22.22%
	49	9	1	11.11%
	50	9	4	44.44%
Total		450	125	27.78%

Nota. Resultado de análisis de los reprocesos en base a la cantidad de los procesos establecidos y los reprocesos proporcionado por la empresa Agroindustrial, 2023.

La tabla anterior muestra que en el periodo noviembre – diciembre del 2023, el índice de reprocesos registrados en la producción del espárrago fresco, fue del 27.78%, un valor muy alto ya que según el área de operaciones este valor no puede exceder el 10%.

Conformidades del producto entregado

Para evaluar las conformidades se tomó en cuenta la producción entregada y el índice del PT conforme.

Tabla 13

Índice de productos conformes

Empresa		Empresa Agroindustrial		
Instrumento	Formato documental de Conformidades			
Código de Registro	F-002			
Área	Planta de Producción			
Fecha	2/01/2024			
Producto	Espárrago Fresco blanco			
Mes	Día	Producción entregada (Cajas)	Producción conforme (Cajas)	% Conformidades
Noviembre	1	1039	951	91.53%
	2	347	315	90.78%
	3	675	627	92.89%
	4	451	422	93.57%
	5	464	418	90.09%
	6	509	472	92.73%
	7	697	651	93.40%
	8	894	834	93.29%
	9	1190	1104	92.77%
	10	1063	992	93.32%
	11	1028	947	92.12%
	12	902	835	92.57%
	13	918	841	91.61%
	14	900	840	93.33%
	15	608	569	93.59%
	16	594	543	91.41%
	17	768	710	92.45%
	18	898	839	93.43%
	19	1158	1095	94.56%
	20	1270	1192	93.86%
	21	945	892	94.39%
	22	1024	962	93.95%
	23	810	767	94.69%
	24	999	932	93.29%
	25	710	658	92.68%
Diciembre	26	1545	1453	94.05%
	27	1550	1448	93.42%
	28	1696	1510	89.03%
	29	1427	1342	94.04%

30	1712	1602	93.57%
31	2086	1946	93.29%
32	1687	1522	90.22%
33	1923	1862	96.83%
34	2166	2002	92.43%
35	2795	2647	94.70%
36	2632	2523	95.86%
37	2943	2729	92.73%
38	3027	2829	93.46%
39	2773	2601	93.80%
40	3056	2850	93.26%
41	2722	2585	94.97%
42	1875	1759	93.81%
43	1879	1764	93.88%
44	1728	1621	93.81%
45	1332	1271	95.42%
46	1325	1245	93.96%
47	1221	1154	94.51%
48	1271	1189	93.55%
49	1002	942	94.01%
50	1325	1241	93.66%
Total	69559	65045	93.51%

Nota. Resultados de análisis de la conformidad en base a la producción entregada y conforme de los datos proporcionados por la empresa Agroindustrial, 2023.

Como se aprecia, el índice de los productos conformes en cajas, en el periodo noviembre – diciembre 2023, fue del 93.51%, es decir que un 6.49% está presentado deficiencias en el empaque, específicamente en el etiquetado, por lo que genera los leads times y reprocesos, además, según el área encargada este índice debe de ser por lo menos un 96%, para que no perjudique a la empresa.

Anexo 10. Evaluación de los índices de productividad previo a la implementación de mejoras

Para evaluar los índices de productividad en el área de operaciones de la empresa agroindustrial, se analizaron los datos de la eficiencia y eficacia en base a la producción de los lotes empacados de espárrago blanco fresco en el periodo noviembre – diciembre 2023.

Tabla 14*Eficiencia del tiempo empleado*

Empresa		Empresa Agroindustrial		
Instrumento	Formato documental de Conformidades			
Código de Registro	F-003			
Área	Planta de Producción			
Fecha	3/01/2024			
Producto	Espárrago Fresco blanco			
Mes	Día	Tiempo disponible para la producción (Horas)	Tiempo empleado para la producción (Horas)	% Eficiencia del tiempo empleado
Noviembre	1	8.00	9.35	83.13%
	2	8.00	9.91	76.13%
	3	8.00	9.97	75.38%
	4	8.00	9.97	75.38%
	5	8.00	8.85	89.38%
	6	8.00	8.54	93.25%
	7	8.00	8.50	93.75%
	8	8.00	8.50	93.75%
	9	8.00	8.50	93.75%
	10	8.00	9.10	86.25%
	11	8.00	9.15	85.63%
	12	8.00	9.15	85.63%
	13	8.00	9.00	87.50%
	14	8.00	9.00	87.50%
	15	8.00	9.00	87.50%
	16	8.00	8.90	88.75%
	17	8.00	8.90	88.75%
	18	8.00	9.97	75.38%
	19	8.00	9.80	77.50%
	20	8.00	9.80	77.50%
	21	8.00	9.75	78.13%
	22	8.00	9.75	78.13%
	23	8.00	9.70	78.75%
	24	8.00	9.70	78.75%
	25	8.00	9.63	79.63%
Diciembre	26	8.00	9.62	79.75%
	27	8.00	9.60	80.00%
	28	8.00	9.65	79.38%
	29	8.00	9.65	79.38%
	30	8.00	9.20	85.00%
	31	8.00	9.20	85.00%
	32	8.00	9.20	85.00%
	33	8.00	9.15	85.63%
	34	8.00	9.15	85.63%
	35	8.00	9.10	86.25%
	36	8.00	9.10	86.25%
	37	8.00	9.10	86.25%
	38	8.00	9.50	81.25%
	39	8.00	9.50	81.25%
	40	8.00	9.55	80.63%

41	8.00	9.60	80.00%
42	8.00	9.60	80.00%
43	8.00	9.65	79.38%
44	8.00	9.65	79.38%
45	8.00	9.70	78.75%
46	8.00	9.70	78.75%
47	8.00	9.50	81.25%
48	8.00	9.50	81.25%
49	8.00	9.65	79.38%
50	8.00	9.65	79.38%
Total	400.00	468.86	82.79%

Nota. Resultado de análisis de la eficiencia en base a al tiempo disponible y empleado proporcionado por la empresa Agroindustrial, 2023.

En la tabla anterior se puede apreciar la eficiencia de una 82.79% del tiempo empleado para la producción de las cajas en el empackado del PT para el periodo noviembre – diciembre 2023, indicador que está usando más tiempo de lo establecido, generado por los sobretiempos y esperas en la producción.

Tabla 15

Eficacia de la producción

Empresa		Empresa Agroindustrial		
Instrumento	Formato documental de Conformidades			
Código de Registro	F-004			
Área	Planta de Producción			
Fecha	3/01/2024			
Producto	Espárrago Fresco blanco			
Mes	Día	Producción proyectada (Cajas)	Producción Obtenida (Cajas)	% Eficacia de la producción
Noviembre	1	1150.00	1039.00	90.35%
	2	400.00	347.00	86.75%
	3	700.00	675.00	96.43%
	4	500.00	451.00	90.20%
	5	500.00	464.00	92.80%
	6	550.00	509.00	92.55%
	7	750.00	697.00	92.93%
	8	950.00	894.00	94.11%
	9	1300.00	1190.00	91.54%
	10	1200.00	1063.00	88.58%
	11	1150.00	1028.00	89.39%
	12	1000.00	902.00	90.20%
	13	1000.00	918.00	91.80%
	14	1000.00	900.00	90.00%
	15	650.00	608.00	93.54%

	16	650.00	594.00	91.38%
	17	850.00	768.00	90.35%
	18	950.00	898.00	94.53%
	19	1300.00	1158.00	89.08%
	20	1400.00	1270.00	90.71%
	21	1000.00	945.00	94.50%
	22	1150.00	1024.00	89.04%
	23	900.00	810.00	90.00%
	24	1100.00	999.00	90.82%
	25	800.00	710.00	88.75%
Diciembre	26	1650.00	1545.00	93.64%
	27	1650.00	1550.00	93.94%
	28	1800.00	1696.00	94.22%
	29	1500.00	1427.00	95.13%
	30	1800.00	1712.00	95.11%
	31	2200.00	2086.00	94.82%
	32	1800.00	1687.00	93.72%
	33	2000.00	1923.00	96.15%
	34	2250.00	2166.00	96.27%
	35	3000.00	2795.00	93.17%
	36	3000.00	2632.00	87.73%
	37	3300.00	2943.00	89.18%
	38	3200.00	3027.00	94.59%
	39	3000.00	2773.00	92.43%
	40	3200.00	3056.00	95.50%
	41	3000.00	2722.00	90.73%
	42	2000.00	1875.00	93.75%
	43	2000.00	1879.00	93.95%
	44	2000.00	1728.00	86.40%
	45	1500.00	1332.00	88.80%
	46	1400.00	1325.00	94.64%
	47	1300.00	1221.00	93.92%
	48	1350.00	1271.00	94.15%
	49	1100.00	1002.00	91.09%
	50	1400.00	1325.00	94.64%
Total		75300.00	69559.00	92.38%

Nota. Resultado de análisis de la eficacia en base a al produccion real y proyectada proporcionada por la empresa Agroindustrial, 2023.

Con relación a la eficacia de la producción obtenida de la tabla adjunta, muestra que el cumplimiento llegó al 92.38%, lo cual está por debajo del 95% esperado por la empresa. Con estos valores se procedió al cálculo de la productividad en el periodo noviembre – diciembre 2023.

Tabla 16

Productividad del área de operaciones

Empresa	Empresa Agroindustrial			
Instrumento	Formato documental de Conformidades			
Código de Registro	F-005			
Área	Planta de Producción			
Fecha	3/01/2024			
Producto	Espárrago Fresco blanco			
Mes	Día	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Noviembre	1	0.8313	0.9035	0.7511
	2	0.7613	0.8675	0.6604
	3	0.7538	0.9643	0.7269
	4	0.7538	0.9020	0.6799
	5	0.8938	0.9280	0.8294
	6	0.9325	0.9255	0.8630
	7	0.9375	0.9293	0.8712
	8	0.9375	0.9411	0.8823
	9	0.9375	0.9154	0.8582
	10	0.8625	0.8858	0.7640
	11	0.8563	0.8939	0.7654
	12	0.8563	0.9020	0.7724
	13	0.8750	0.9180	0.8033
	14	0.8750	0.9000	0.7875
	15	0.8750	0.9354	0.8185
	16	0.8875	0.9138	0.8110
	17	0.8875	0.9035	0.8019
	18	0.7538	0.9453	0.7126
	19	0.7750	0.8908	0.6904
	20	0.7750	0.9071	0.7030
	21	0.7813	0.9450	0.7383
	22	0.7813	0.8904	0.6957
	23	0.7875	0.9000	0.7088
	24	0.7875	0.9082	0.7152
	25	0.7963	0.8875	0.7067
Diciembre	26	0.7975	0.9364	0.7468
	27	0.8000	0.9394	0.7515
	28	0.7938	0.9422	0.7479
	29	0.7938	0.9513	0.7551
	30	0.8500	0.9511	0.8084
	31	0.8500	0.9482	0.8060
	32	0.8500	0.9372	0.7966
	33	0.8563	0.9615	0.8233

34	0.8563	0.9627	0.8244
35	0.8625	0.9317	0.8036
36	0.8625	0.8773	0.7567
37	0.8625	0.8918	0.7692
38	0.8125	0.9459	0.7685
39	0.8125	0.9243	0.7510
40	0.8063	0.9550	0.7700
41	0.8000	0.9073	0.7258
42	0.8000	0.9375	0.7500
43	0.7938	0.9395	0.7458
44	0.7938	0.8640	0.6858
45	0.7875	0.8880	0.6993
46	0.7875	0.9464	0.7453
47	0.8125	0.9392	0.7631
48	0.8125	0.9415	0.7650
49	0.7938	0.9109	0.7231
50	0.7938	0.9464	0.7513
Global	0.8279	0.9238	0.7648

Nota. Resultados de análisis de la eficiencia, eficacia y productividad de la empresa Agroindustrial, 2023.

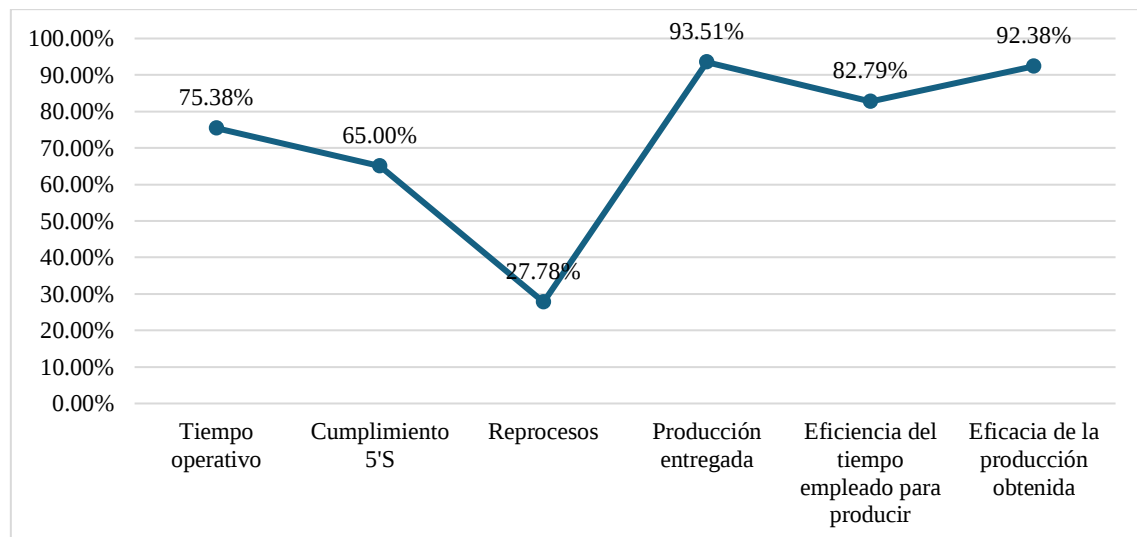
Según los resultados, la productividad global alcanzada por el área de operaciones en la producción del espárrago blanco, en el periodo noviembre – diciembre 2023, fue del 76.48%, un valor muy bajo tomando en cuenta la magnitud de las operaciones en la empresa.

Anexo 11. Resultados del diagnóstico inicial

Con los resultados obtenidos, se muestran a continuación los datos del pretest de las variables de estudio.

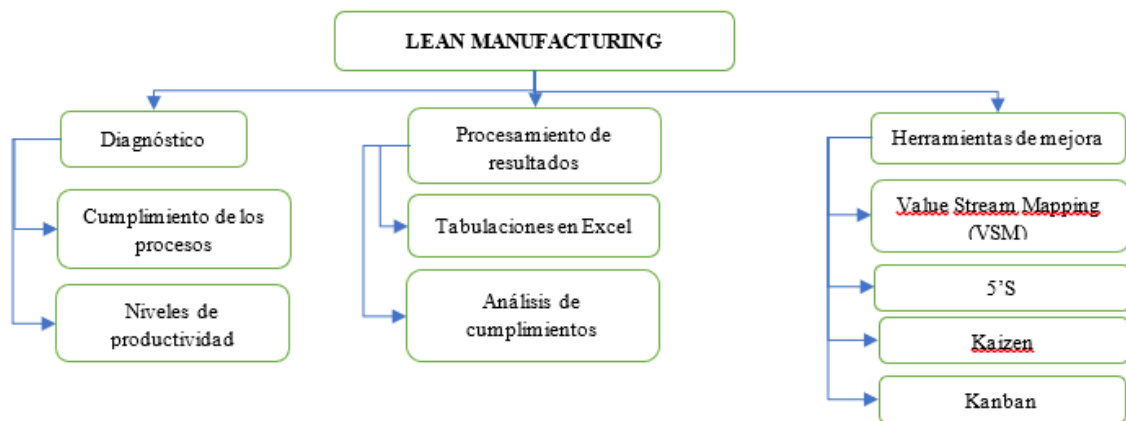
Tabla 17*Resumen de los resultados en el pretest*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Pretest
Lean Manufacturing	VSM	Tiempo operativo	$\frac{\text{Tiempo operativo} \times 100}{\text{Tiempo disponible}}$	75.38%
	5'S	Cumplimiento 5'S	$\frac{\text{Parámetros cumplidos} \times 100}{\text{Parámetros establecidos}}$	65.00%
	Kaizen	Reprocesos	$\frac{\text{Reprocesos} \times 100}{\text{Procesos establecidos}}$	27.78%
	Kanban	Producción entregada	$\frac{\text{Producción entregada conforme} \times 100}{\text{Producción entregada}}$	93.51%
Productividad	Eficiencia	Eficiencia del tiempo empleado para producir	$1 - \frac{(\text{Tiempo empleado del procesos} - 1) \times 100}{\text{Tiempo disponible}}$	82.79%
	Eficacia	Eficacia de la producción obtenida	$\frac{\text{Producción obtenida} \times 100}{\text{Producción programada}}$	92.38%

Resultados pretest**Anexo 12. Aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing****Diseño de la metodología Lean Manufacturing**

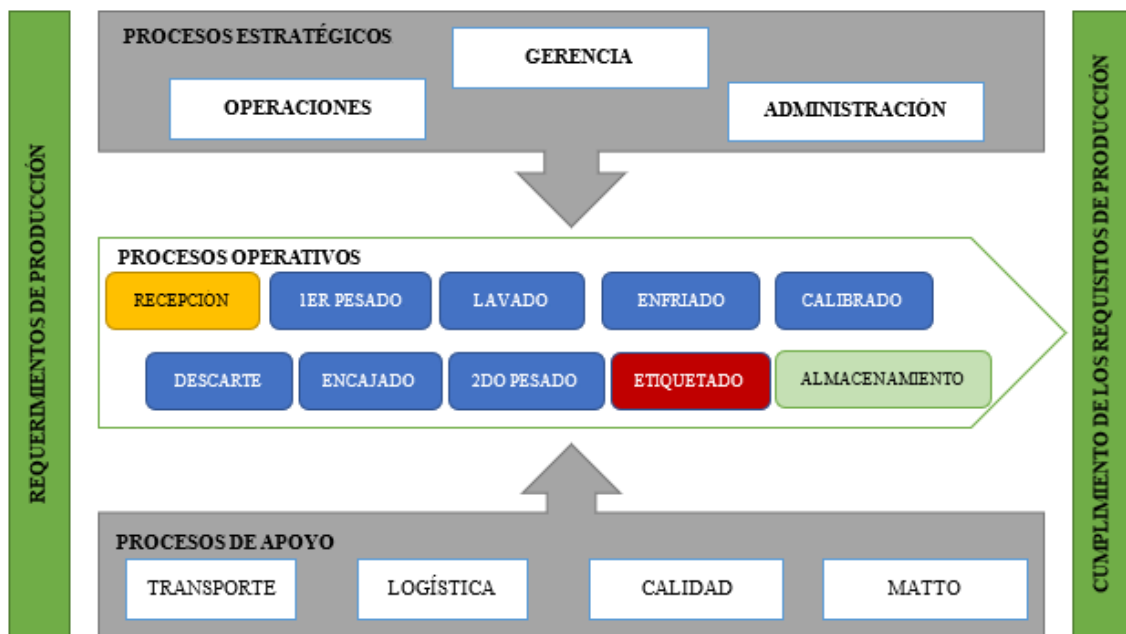
Tras el desarrollo del diagnóstico de la producción del espárrago fresco blanco y evidenciadas las deficiencias en el cumplimiento de las variables de estudio, se procedió a estructurar el diseño de las herramientas de mejora, según ello se tiene el siguiente sistema.

Diseño de las herramientas de mejora



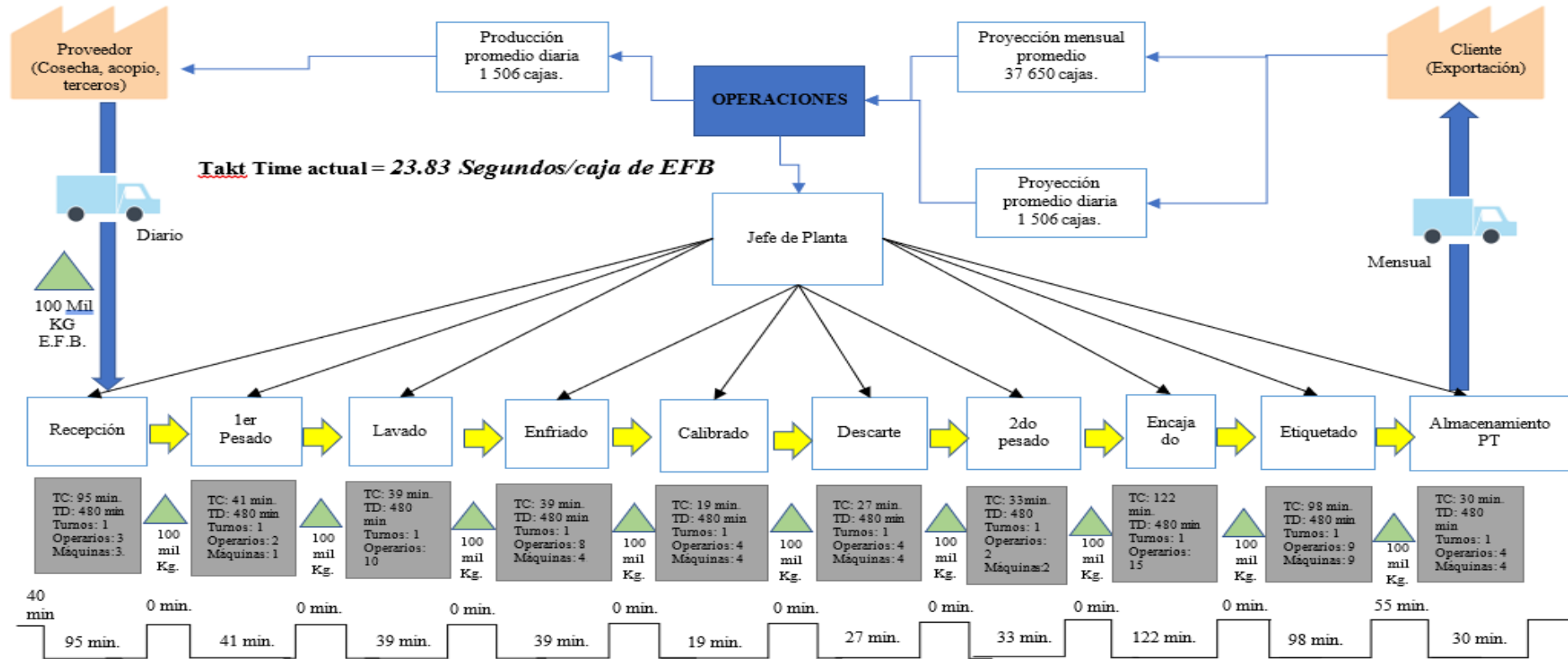
A partir del diseño de las herramientas Lean, se desarrolló un mapa de procesos con la finalidad de identificar y detallar las actividades claves en el área de producción de espárrago fresco blanco:

Mapa de procesos del área de producción



Solución CR 2: Mapa de Flujo de Valor (VSM) para la empresa Agroindustrial

VSM actual de la producción en la empresa Agroindustrial



Nota. Los datos mencionados son proporcionados por la empresa Agroindustrial.

De acuerdo con los resultados del análisis del tiempo operativo, que fue de 598 minutos (9.97 horas), el cual excede el tiempo disponible para la producción del espárrago blanco fresco (EFB), se diseñó un mapa de flujo de valor (VSM) con la finalidad de mejorar el tiempo operativo. En esa forma, se puede apreciar que después del proceso de Etiquetado se registró un tiempo extra de 55 minutos que refiere al proceso de apoyo de Conformidades que corresponde a Calidad y al reproceso del etiquetado, lo cual afecta el cumplimiento del tiempo operativo, además, con respecto a los 40 minutos iniciales, hace referencia al tiempo de abastecimiento de la materia prima, este tiempo no es considerado en el tiempo de ciclo ya que corresponde a un proceso independiente al de producción.

Cálculo del (TT)

Tras evaluar el ciclo actual, se determinó el tiempo promedio de producción que deben de seguir las operaciones de la empresa.

Tiempo establecido de trabajo: 8 horas, equivalente a 480 minutos

Requerimiento diario de producción: 1 506 cajas/día

Tiempo TAKT:

$$T.T. = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda diaria}}$$

Reemplazando valores:

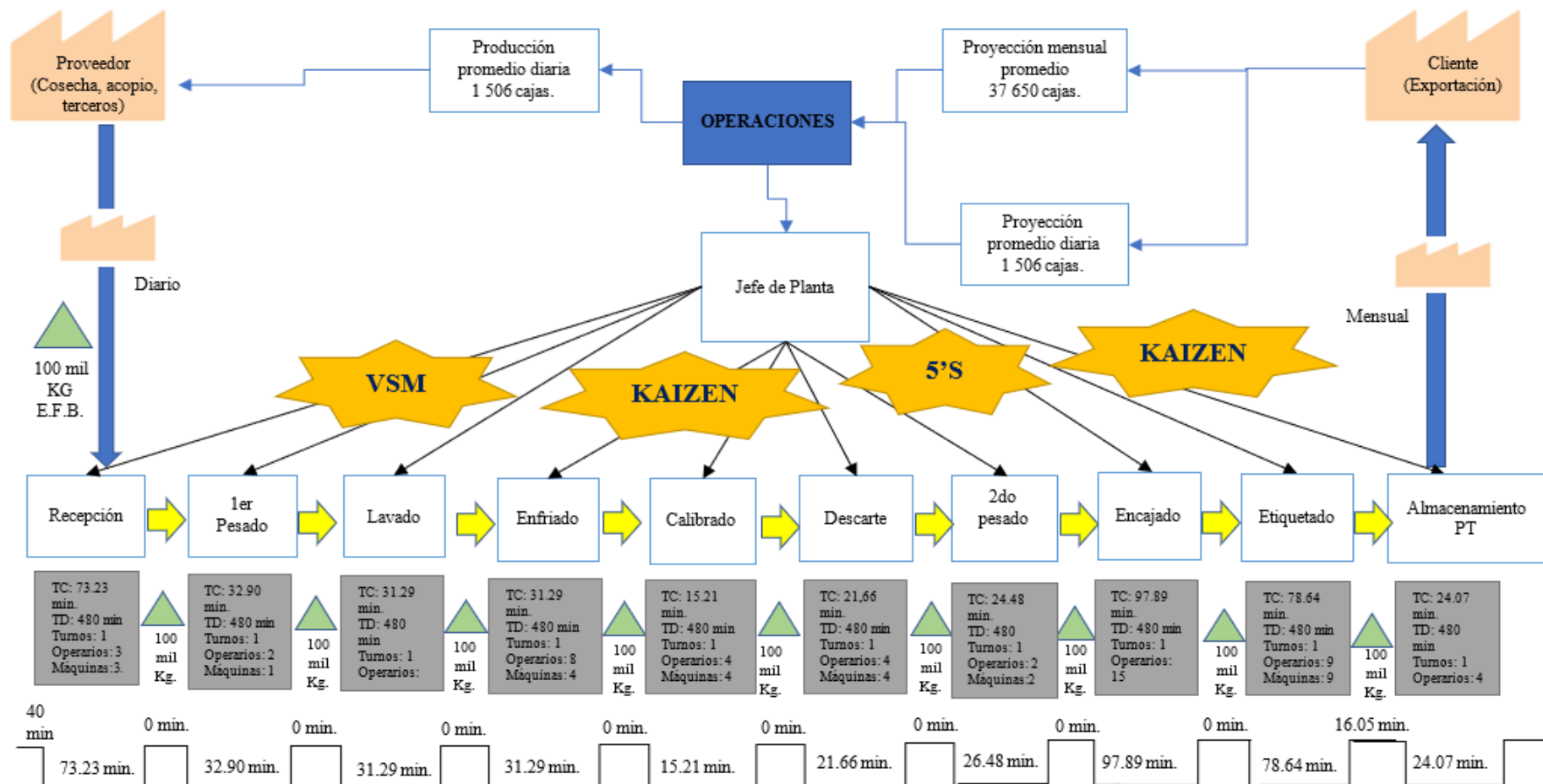
$$T.T. = \frac{480 \text{ min}}{1506 \text{ cajas}}$$

$$T.T. = 0.318 \text{ min /caja de EFB}$$

$$T.T. = 19.12 \text{ Seg/caja de EFB}$$

De acuerdo con el TAKT TIME, el tiempo ideal para procesar cada caja de espárrago blanco es de 19.12 Segundos, lo que permite satisfacer la demanda de producción. Con base en este resultado se procedió a estructurar el VSM, mejorado los tiempos óptimos para cada proceso.

VSM mejorado



Takt Time mejorado = 19.12 Segundos/caja de EFB

Solución CR 1: Kaizen

Para desarrollar el método Kaizen se tomó en cuenta la secuencia de la mejora continua o el Ciclo de Deming, considerando las etapas de Planear, Hacer, Verificar, Actuar.

- **Planear**

Según el resultado de la priorización de las CR en el Anexo anterior, se procedió a estructurar las estrategias de mejora.

Estrategias de mejora

Estrategia	Estructurado	
	SI	NO
Medición del tiempo operativo.	X	
Diseño del mapa de operaciones.	X	
Elaboración de formatos para el proceso crítico.	X	
Diseño de flujogramas.	X	
Control 5'S.	X	
Mejora de las señalizaciones	X	

- **Hacer**

En esta etapa se estructuró el formato de proceso para el control de la etapa del etiquetado ya que es el proceso crítico en el que se generan los sobretiempos retrasos, además se diseñó el diagrama de flujo de las actividades del etiquetado de los empaques con el fin de estandarizar este proceso.

Formato de procesos del Etiquetado

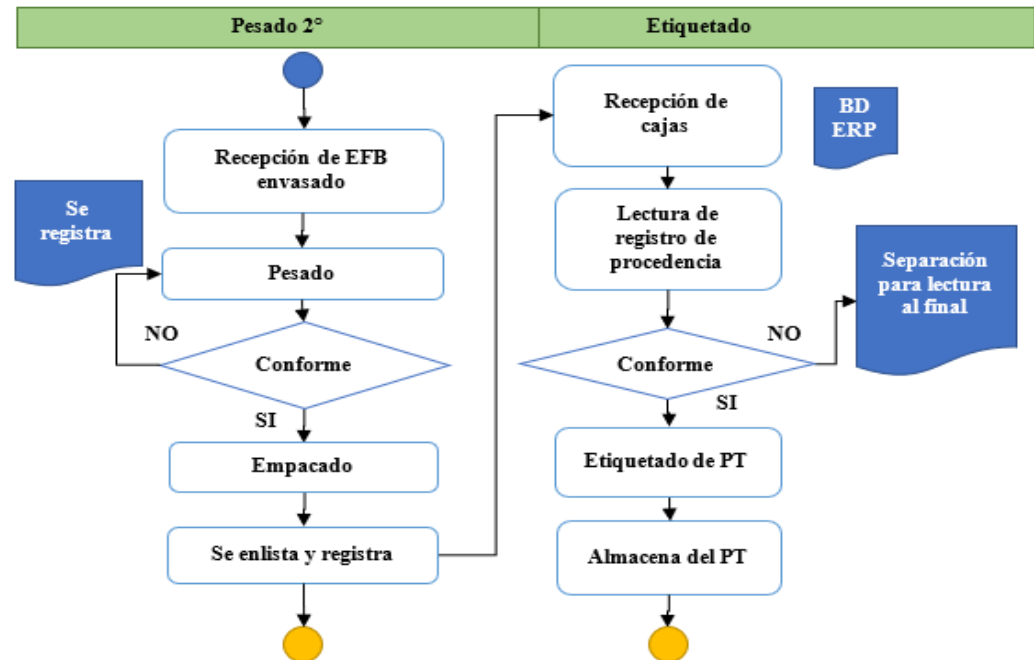
Proceso	Tipo	Código	Fecha
Etiquetado	Operativo	E-001	02/01/2024
Objetivo			
Señalizar cada empaque de espárrago fresco blanco procesado en el área de operaciones de la empresa Agroindustrial, para identificar su origen, fundo y destino de distribución.			
Actividades			
. Recepción cajas y empaques. . Lectura de registros de procedencia. . Evaluación de conformidades. . Etiquetado según origen y destino. . Registro para almacenamiento.			
Responsable			
Jefe de Planta			
Entradas		Salidas	
. Cajas del producto procesado.		. Cajas registradas.	
. Registros de producción.		. Cajas etiquetadas.	

. Insumos de etiquetado.
 . Formatos del proceso.

. Registro de conformidades.

Indicadores
% Conformidades del Etiquetado.
% Tiempo empleado para el Etiquetado.

Diagrama de flujo del proceso de Etiquetado



• Verificar

En esta etapa se estructuró con una guía de inspección destinada a verificar la correcta ejecución de los procesos.

Guía de inspección de la producción del EFB

Nº	Procesos	Cumple	
		SI	NO
1	Se revisa el registro de los productos recepcionados.		
2	Se pesa de forma correcta el producto del fundo.		
3	Se consideran las normas de lavado del producto.		
4	El producto secado y dejado en óptimas condiciones para el proceso.		
5	Se efectúan las verificaciones para el descarte de productos que no cumplen especificaciones.		
6	Se toma en cuenta el calibre del producto.		
7	El producto es envasado según las normas de higiene.		
8	Se efectúa el 2do pesado de forma correcta.		
9	El etiquetado toma en cuenta el origen, destino y distribución del PT.		
10	Se registran las conformidades y no conformidades.		
12	El producto es almacenado según las condiciones de preservación hasta su distribución final.		

- **Actuar**

En esta fase del Kaizen se procede a estandarizar los registros para el correcto procesamiento del espárrago fresco blanco (EFB).

Registros

Nº	Formatos para registrar
1	Registros de producción
2	Guías de inspección
3	Diagramas de flujo
4	Verificación 5'S
5	Cronogramas.
6	Formato de proceso de etiquetado

Estos registros y formatos se adjudicarán al manual de funciones de la empresa Agroindustrial.

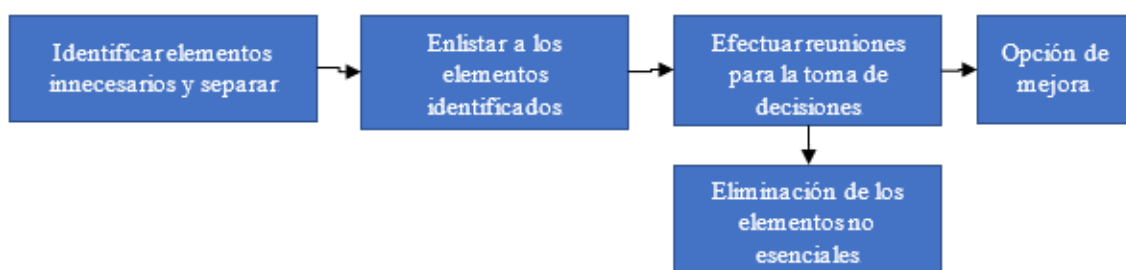
Solución CR 5: Método 5'S

Con la aplicación de esta metodología se optimizará el tránsito de los operarios y el movimiento del producto terminado en el área de operaciones de la empresa Agroindustrial, ante ello se describen los siguientes principios aplicativos de las 5'S:

Clasificar (Seiri)

Fase que implica la calificación de los elementos necesarios e innecesarios para el proceso del espárrago fresco blanco, todo ello con el fin de identificar a los elementos que no sumen en el proceso y que necesiten una mejora o en último caso eliminarlos.

Clasificación



Ordenar (Seiton)

Luego de clasificar, se procede a ordenar los elementos en el área de operaciones, esto implica identificar el origen de cada elemento y ubicarlo en su lugar correspondiente, despejando el área de tránsito como pasadizos y áreas de la actividad productiva.

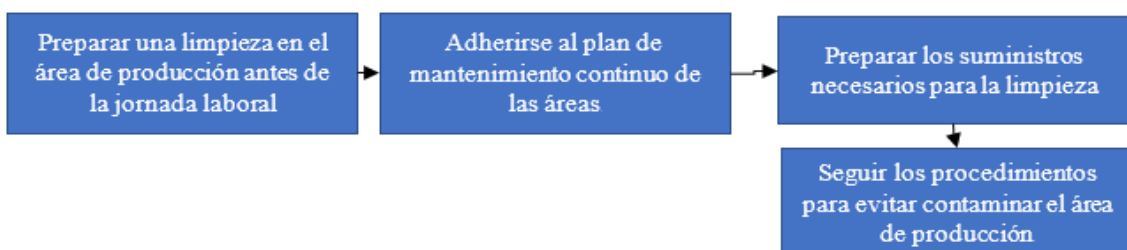
Ordenar



Limpiar (Seiso)

Llevar a cabo la limpieza para las zonas de operaciones, producción y almacenamiento con forme las normativas de seguridad e inocuidad alimentaria. A continuación, se muestra el siguiente flujograma correspondiente:

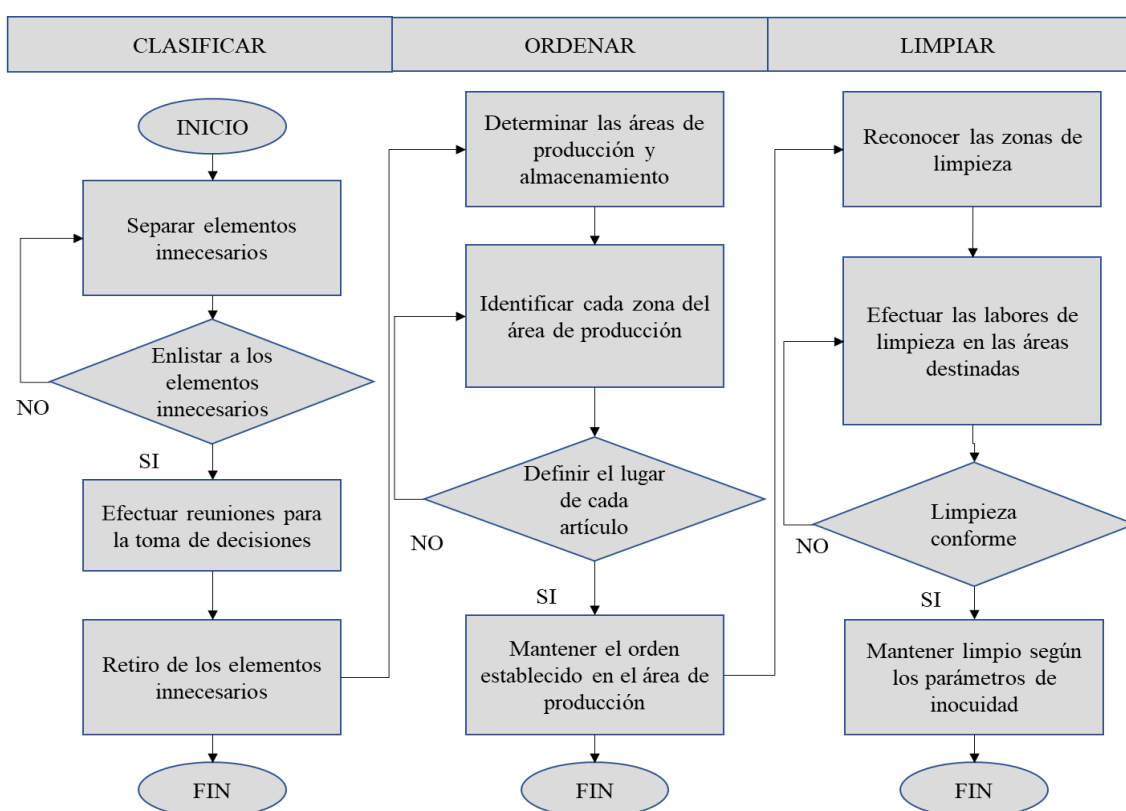
Limpiar



Estandarizar (Seiketsu)

Con las etapas previas definidas, se procede a estandarizar cada fase del método, con la finalidad de unificar las actividades de clasificación, orden y limpieza, asegurando su correcta ejecución.

Estandarización



Disciplinar (Shitsuke)

Para esta etapa, se procedió a elaborar una cultura de mejora en los colaboradores de área, a través de un monitoreo continuo del cumplimiento de las 5'S, abordándose de la siguiente marea:

Seguimiento de las 5'S

Área por evaluar:		Operaciones	Fecha:															
Encargado:		Jefe de Planta	20/01/2024															
			2024															
Nº	Actividad	Condición	Enero				Febrero				Marzo ...				Diciembre			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Clasificación de elementos presentes en el área de operaciones.	P																
2	Áreas establecidas para el ordenamiento de la producción.	P																
3	Áreas establecidas para almacenaje de artículos e insumos de producción.	P																
4	Cumplimiento de las actividades de limpieza del área de producción.	P																
5	Conservación de la limpieza en el área de labores.	P																
6	Preservación de productos perecibles.	P																
7	Corroboración de lo establecido en las 5'S.	P																

Nota. P = Programado; E = Ejecutado.

Solución CR 6: Kanban

Con respecto al desarrollo de esta metodología, se refiere al uso de señalizaciones o tarjetas que faciliten el proceso productivo en el área de operaciones del proceso de producción del espárrago fresco blanco, con el uso de este sistema se priorizarán los productos o cajas que cumplan con todas las especificaciones dejando para el final los productos que necesiten algún tipo de reproceso o mejora. A continuación, se presentan las tarjetas a emplear.

Tarjeta verde

<i>Tarjeta Kanban</i>		
<i>Aprobado</i>	<i>Producto</i>	
	<i>Tipo</i>	
	<i>Código</i>	
	<i>Fecha:</i>	
	<i>Hora:</i>	
	<i>Caja – KG:</i>	

Tarjeta amarilla

<i>Tarjeta Kanban</i>		
<i>Observaciones mínimas</i>	<i>Producto</i>	
	<i>Tipo</i>	
	<i>Código</i>	
	<i>Fecha:</i>	
	<i>Hora:</i>	
	<i>Caja – KG:</i>	

Tarjeta roja

<i>Tarjeta Kanban</i>		
<i>Deficiencias en el proceso</i>	<i>Producto</i>	
	<i>Tipo</i>	
	<i>Código</i>	
	<i>Fecha:</i>	
	<i>Hora:</i>	
	<i>Caja – KG:</i>	

Las tarjetas elaboradas serán colocadas en las cajas de los productos según su condición y serán dispuestas siguiendo el siguiente esquema:

Sistema Kanban para la producción de EFB

Etapa de producción	Procesos									
	Recepción	1er pesado	Lavado	Enfriado	Calibrado	Descarte	2do pesado	Encajado	Etiquetado	Almacenamiento
1er procesamiento										
2do procesamiento										
3er procesamiento										

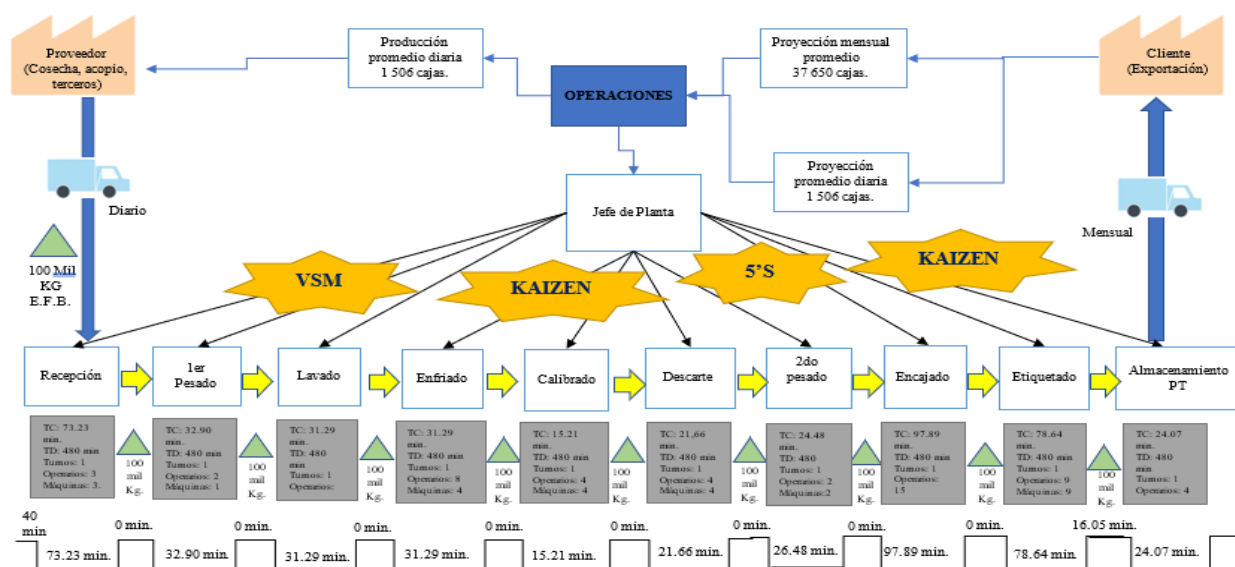
En el tercer procesamiento se verificará si el producto (Caja de EFB) puede ser mejorado en ese mismo momento o se necesite un descarte total y volver a procesar.

Anexo 13. Evidencias de la aplicación del Lean Manufacturing.

Posterior al primer diseño de mejora, se presentaron los formatos y diagramas para su aprobación por parte de la jefa de planta de la empresa Agroindustrial con la finalidad de aplicar la metodología Lean.

Aplicación del VSM

Aprobación del mapa de valor VSM



Takt Time mejorado = 19.12 Segundos/caja de EFB

Teresa Delgado Marquina
JEFE DE PLANTA

Aplicación del Kaizen

Planear

Estrategia	Estructurado	
	SI	NO
Medición del tiempo operativo.	X	
Diseño del mapa de operaciones.	X	
Elaboración de formatos para el proceso crítico.	X	
Diseño de flujogramas.	X	
Control 5'S.	X	
Mejora de las señalizaciones	X	
Revisado por: Teresa Delgado Marquina Jefa de Planta		

Aprobación del Diagrama de flujo del Etiquetado

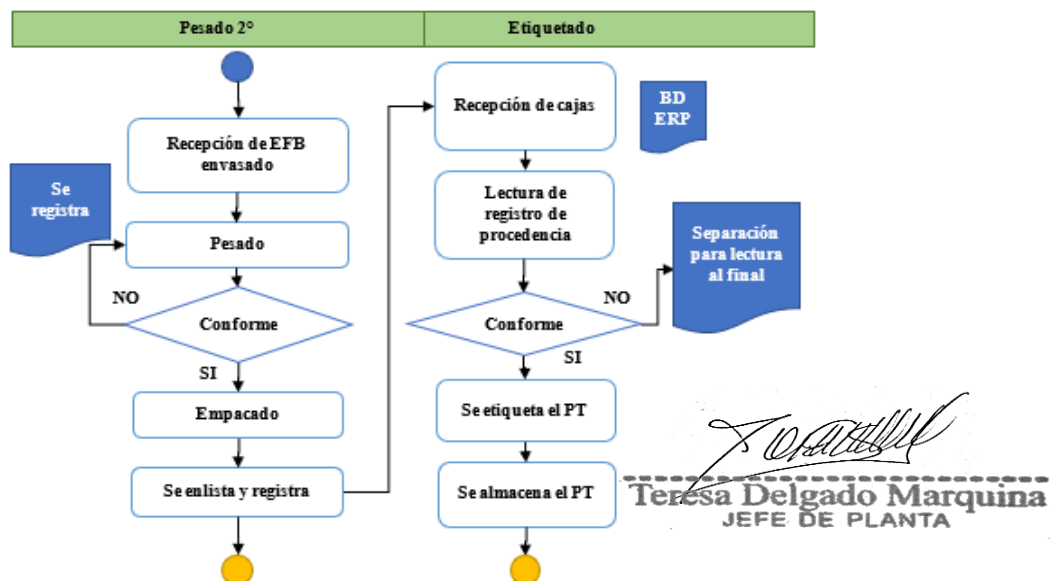
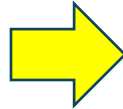


Figura 4

Desarrollo de las actividades de Etiquetado

Preparación para el 2do pesado



Etiquetado del espárrago blanco



Verificaciones

N°	Procesos	Cumple	
		SI	NO
1	Se revisa el registro de los productos recepcionados.	X	
2	Se pesa de forma correcta el producto del fundo.	X	
3	Se consideran las normas de lavado del producto.	X	
4	el producto secado y dejado en óptimas condiciones para el proceso.	X	
5	Se efectúan las verificaciones para el descarte de productos que no cumplen especificaciones.	X	
6	Se toma en cuenta el calibre del producto.	X	
7	El producto es envasado según las normas de higiene.	X	
8	Se efectúa el 2do pesado de forma correcta.	X	
9	El etiquetado toma en cuenta el origen, destino y distribución del PT.	X	
10	Se registran las conformidades y no conformidades.	X	
12	El producto es almacenado según las condiciones de preservación hasta su distribución final.	X	
Cumplimiento		100%	
Revisado por: Teresa Delgado Marquina Jefa de Planta			

Actuar – Formatos a registrar

N°	Formatos a registrar
1	Registros de producción
2	Guías de inspección
3	Diagramas de flujo
4	Verificación 5'S
5	Cronogramas.
6	Formato de proceso de etiquetado
Revisado por: Teresa Delgado Marquina Jefa de Planta	

Aplicación 5'S

Desarrollo del Seguimiento 5'S

Área por evaluar:			Operaciones												Fecha			
Encargado:			Jefa de Planta												29/02/2024			
			2024															
N°	Actividad	Condición	Enero				Febrero				Marzo ...				Diciembre			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Clasificación de elementos presentes en el área de operaciones.	P					X											
		E	X	X	X	X		X	X	X								
2	Áreas establecidas para el ordenamiento de la producción.	P																
		E	X	X	X	X	X	X	X	X								
3	Áreas establecidas para almacenaje de artículos e insumos de producción.	P																
		E	X	X	X	X	X	X	X	X								
4	Cumplimiento de las actividades de limpieza del área de producción.	P																
		E	X	X	X	X	X	X	X	X								
5	Conservación de la limpieza en el área de labores.	P																
		E	X	X	X	X	X	X	X	X								
6	Preservación de productos perecibles.	P																
		E	X	X	X	X	X	X	X	X								
7	Corroboración de lo establecido en las 5'S.	P																
		E	X	X	X	X	X	X	X	X								
Revisor por: Teresa Delgado Marquina Jefa de Operaciones																		

Aplicación del Kanban

Figura 5

Implementación de las tarjetas Kanban



Anexo 14. Evaluación de los índices de productividad después de la mejora

Posterior a implementar las herramientas Lean Manufacturing en el área de operaciones de la empresa Agroindustrial con referencia a la producción del espárrago blanco fresco, se evaluó nuevamente la productividad, teniendo en cuenta los indicadores clave como la eficiencia del tiempo empleado y la eficacia de la producción obtenida, para tal fin se consideró el periodo febrero – marzo 2023.

Tabla 18

Eficiencia global del tiempo empleado, post test

Empresa	Empresa Agroindustrial			
Instrumento	Formato documental de Conformidades			
Código de Registro	F-003			
Área	Planta de Producción			
Fecha				
Producto	Espárrago Fresco blanco			
Mes	Día	Tiempo disponible para la producción (Horas)	Tiempo empleado para la producción (Horas)	% Eficiencia del tiempo empleado
Febrero	1	8.00	8.10	98.75%
	2	8.00	8.05	99.38%
	3	8.00	8.04	99.50%
	4	8.00	8.00	100.00%
	5	8.00	8.00	100.00%

Marzo	6	8.00	8.05	99.38%
	7	8.00	8.05	99.38%
	8	8.00	8.05	99.38%
	9	8.00	8.00	100.00%
	10	8.00	8.00	100.00%
	11	8.00	8.00	100.00%
	12	8.00	8.10	98.75%
	13	8.00	8.10	98.75%
	14	8.00	8.09	98.88%
	15	8.00	8.09	98.88%
	16	8.00	8.10	98.75%
	17	8.00	8.00	100.00%
	18	8.00	8.00	100.00%
	19	8.00	8.00	100.00%
	20	8.00	8.00	100.00%
	21	8.00	8.00	100.00%
	22	8.00	8.09	98.88%
	23	8.00	8.09	98.88%
	24	8.00	8.07	99.13%
	25	8.00	8.00	100.00%
	26	8.00	8.00	100.00%
	27	8.00	8.00	100.00%
	28	8.00	8.00	100.00%
	29	8.00	8.05	99.38%
	30	8.00	8.01	99.88%
	31	8.00	8.01	99.88%
	32	8.00	8.02	99.75%
	33	8.00	8.00	100.00%
	34	8.00	8.00	100.00%
	35	8.00	8.00	100.00%
	36	8.00	8.02	99.75%
	37	8.00	8.01	99.88%
	38	8.00	8.00	100.00%
	39	8.00	8.00	100.00%
	40	8.00	8.01	99.88%
	41	8.00	8.05	99.38%
	42	8.00	8.00	100.00%
	43	8.00	8.00	100.00%
	44	8.00	8.01	99.88%
	45	8.00	8.00	100.00%
	46	8.00	8.05	99.38%
	47	8.00	8.03	99.63%
	48	8.00	8.09	98.88%
	49	8.00	8.10	98.75%
	50	8.00	8.00	100.00%
	Total	400.00	401.53	99.62%

Nota. Tiempos reales y planificados proporcionados por la empresa Agroindustrial, 2024.

Como se visualiza en la anterior tabla, el cumplimiento del tiempo empleado para efectuar la producción del espárrago fresco blanco en el periodo febrero – marzo 2024, llegó a un índice del 99.62%, indicador de que se utilizando menos tiempo que en el pretest para efectuar las actividades de operación, así mismo se puede decir que con ello se tienen menos demoras.

Tabla 19

Eficacia de la producción, post test

Empresa		Empresa Agroindustrial		
Instrumento	Formato documental de Conformidades			
Código de Registro	F-004			
Área	Planta de Producción			
Fecha				
Producto	Espárrago Fresco blanco			
Mes	Día	Producción proyectada (Cajas)	Producción Obtenida (Cajas)	% Eficacia de la producción
Febrero	1	890.00	887.00	99.66%
	2	916.00	916.00	100.00%
	3	916.00	910.00	99.34%
	4	916.00	905.00	98.80%
	5	916.00	916.00	100.00%
	6	916.00	910.00	99.34%
	7	916.00	911.00	99.45%
	8	850.00	847.00	99.65%
	9	850.00	840.00	98.82%
	10	850.00	841.00	98.94%
	11	1000.00	998.00	99.80%
	12	1000.00	997.00	99.70%
	13	890.00	887.00	99.66%
	14	890.00	885.00	99.44%
	15	916.00	910.00	99.34%
	16	916.00	807.00	88.10%
	17	840.00	837.00	99.64%
	18	840.00	830.00	98.81%
	19	916.00	904.00	98.69%
	20	950.00	950.00	100.00%
	21	1000.00	1000.00	100.00%
	22	950.00	949.00	99.89%
	23	916.00	914.00	99.78%

	24	916.00	915.00	99.89%
	25	870.00	870.00	100.00%
	26	1000.00	998.00	99.80%
	27	1050.00	1049.00	99.90%
	28	1020.00	1016.00	99.61%
	29	916.00	916.00	100.00%
	30	945.00	943.00	99.79%
	31	945.00	945.00	100.00%
	32	960.00	957.00	99.69%
	33	960.00	952.00	99.17%
	34	916.00	916.00	100.00%
	35	916.00	910.00	99.34%
	36	916.00	910.00	99.34%
	37	1000.00	996.00	99.60%
Marzo	38	1000.00	1000.00	100.00%
	39	1500.00	1489.00	99.27%
	40	1500.00	1491.00	99.40%
	41	1900.00	1879.00	98.89%
	42	916.00	916.00	100.00%
	43	916.00	916.00	100.00%
	44	916.00	910.00	99.34%
	45	916.00	905.00	98.80%
	46	1000.00	1000.00	100.00%
	47	1000.00	991.00	99.10%
	48	1000.00	992.00	99.20%
	49	1200.00	1187.00	98.92%
	50	1600.00	1598.00	99.88%
	Total	49654.00	49318.00	99.32%

Nota. Produccion real y proyectada proporcionada por la empresa Agroindustrial, 2024.

El resultado de la evaluación de la eficacia de la producción para el área de operaciones de la empresa Agroindustrial en el periodo febrero – marzo 2024, llegó a un índice del 99.32%, indicador de que se está efectuando un mejor cumplimiento de las actividades de producción lo cual mejora en los tiempos y repercute en los índices de producción.

Con los resultados que se tienen de la eficiencia y la eficacia en el post test, se procedió a medir el índice de la productividad después de la aplicación de la mejora en el periodo febrero – marzo 2024, es así como se tiene la siguiente tabla:

Tabla 20*Productividad del área de operaciones, post test*

Empresa		Empresa Agroindustrial		
Instrumento		Formato documental de Conformidades		
Código de Registro		F-005		
Área		Planta de Producción		
Fecha				
Producto		Espárrago Fresco blanco		
Mes	Día	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Febrero	1	0.9875	0.9966	98.42%
	2	0.9938	1.0000	99.38%
	3	0.9950	0.9934	98.85%
	4	1.0000	0.9880	98.80%
	5	1.0000	1.0000	100.00%
	6	0.9938	0.9934	98.72%
	7	0.9938	0.9945	98.83%
	8	0.9938	0.9965	99.02%
	9	1.0000	0.9882	98.82%
	10	1.0000	0.9894	98.94%
	11	1.0000	0.9980	99.80%
	12	0.9875	0.9970	98.45%
	13	0.9875	0.9966	98.42%
	14	0.9888	0.9944	98.32%
	15	0.9888	0.9934	98.23%
	16	0.9875	0.8810	87.00%
	17	1.0000	0.9964	99.64%
	18	1.0000	0.9881	98.81%
	19	1.0000	0.9869	98.69%
	20	1.0000	1.0000	100.00%
	21	1.0000	1.0000	100.00%
	22	0.9888	0.9989	98.77%
	23	0.9888	0.9978	98.66%
	24	0.9913	0.9989	99.02%
Marzo	25	1.0000	1.0000	100.00%
	26	1.0000	0.9980	99.80%
	27	1.0000	0.9990	99.90%
	28	1.0000	0.9961	99.61%
	29	0.9938	1.0000	99.38%
	30	0.9988	0.9979	99.66%
	31	0.9988	1.0000	99.88%
	32	0.9975	0.9969	99.44%
	33	1.0000	0.9917	99.17%
	34	1.0000	1.0000	100.00%
	35	1.0000	0.9934	99.34%
	36	0.9975	0.9934	99.10%
	37	0.9988	0.9960	99.48%
	38	1.0000	1.0000	100.00%
	39	1.0000	0.9927	99.27%
	40	0.9988	0.9940	99.28%
	41	0.9938	0.9889	98.28%
	42	1.0000	1.0000	100.00%
	43	1.0000	1.0000	100.00%
	44	0.9988	0.9934	99.22%

45	1.0000	0.9880	98.80%
46	0.9938	1.0000	99.38%
47	0.9963	0.9910	98.73%
48	0.9888	0.9920	98.08%
49	0.9875	0.9892	97.68%
50	1.0000	0.9988	99.88%
Global	0.9962	0.9932	98.94%

El índice global de la productividad alcanzó un 98.94% tras la implementación de LM para el área de operaciones de la empresa agroindustrial, como se puede visualizar en la tabla.

Anexo 15. Resultados post test de la productividad para el área de operaciones.

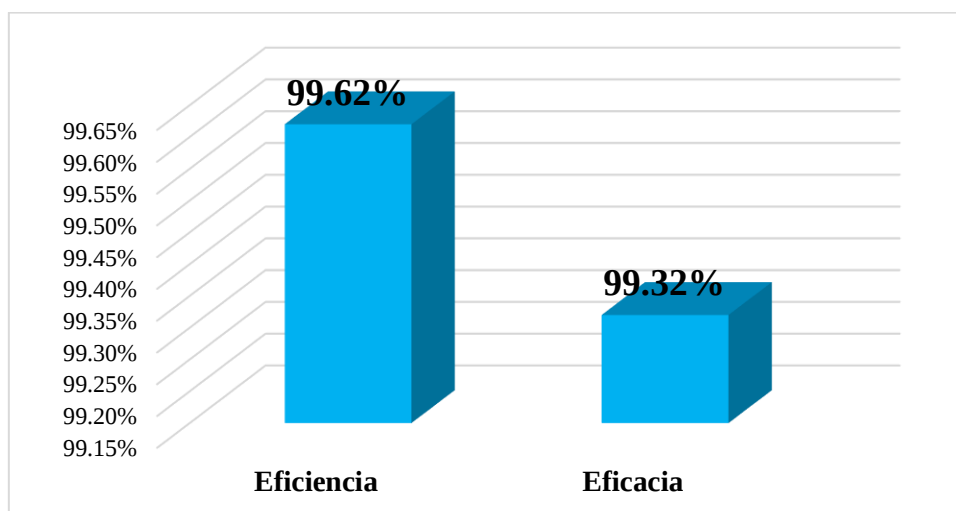
Tabla 21

Análisis Comparativo de Productividad Basado en la Eficiencia y Eficacia del Proceso entre el Pretest y el Post-test

Variable	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Post test
Productividad	Eficiencia	% Tiempo empleado	$1 - \frac{(\text{Tiempo empleado del procesos} - 1)}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	99.62%
	Eficacia	% Eficacia de la producción	$\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción programada}} \times 100$	99.32%
				98.94%

Figura 6

Evolución de la eficiencia y eficacia post implementación



INFORME DE TESIS - DAVILA LEVANO - RAMOS CORDOVA

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	8%	1%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%