

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Propuesta de mejora del proceso productivo de espárragos en una empresa
agroindustrial para incrementar su productividad**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Kihara Briset Obando de la Cruz

ASESOR

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2025

**Propuesta de mejora del proceso productivo de espárragos en una
empresa agroindustrial para incrementar su productividad**

PRESENTADA POR

Kihara Briset Obando de la Cruz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Pedro Martin Vizconde Melendez

PRESIDENTE

Diana Peche Cieza

SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

VOCAL

Dedicatoria

A las personas que más amo y a quienes debo todo lo que soy: mis padres, Dony Obando, María De la Cruz, y Marleny De la Cruz. Ellos han sido mi mayor bendición e inspiración, dándome siempre el amor, la fuerza y el motivo para seguir adelante.

A ustedes dedico esta tesis, como un reflejo de todo mi esfuerzo y empeño, con la esperanza de retribuir en parte todo lo que me han brindado. Gracias por ser el motor que me impulsa a luchar por mis sueños y nunca rendirme.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por la guía y fortaleza que me ha brindado. A mis padres y hermanos, les doy las gracias por ser mi refugio y mi motivación. Su amor y su fe en mí, incluso en mis momentos de duda, han sido fundamentales. A mis sobrinas, gracias por alegrar mis días con su energía. A mis verdaderas amistades del colegio y la universidad, les agradezco por su apoyo constante. Su presencia ha iluminado mis días difíciles y ha hecho que este trayecto sea mucho más llevadero. Gracias a todos ustedes, quienes han estado a mi lado.

ARTICULO - OBANDO DE LA CRUZ KIHARA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	5 %	8 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 %
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	researchonline.ljmu.ac.uk Fuente de Internet	1 %
6	www.repositorio.autonmadeica.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
9	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	11
Materiales y métodos	16
Resultados y discusión	18
Conclusiones	36
Recomendaciones	37
Referencias.....	38
Anexos	43

Resumen

El objetivo del estudio fue proponer una mejora del proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial para incrementar su productividad. Los objetivos específicos incluyeron diagnosticar el estado actual del proceso productivo, identificando deficiencias que afectan la eficiencia, y plantear propuestas de mejora basadas en herramientas de mejora continua. La metodología empleada consistió en visitas programadas para observación directa, aplicación de cuestionarios a los trabajadores y análisis de registros de producción. Se usaron herramientas como el diagrama causa-efecto, el análisis 5W1H, el DAP y DR para analizar los problemas y establecer puntos críticos. Las propuestas incluyeron adquirir una nueva máquina de lavado, la redistribución de maquinaria con el método Guerchet y SLP, además de un plan integral de capacitación para el personal del área de clasificación y la implementación de una nueva técnica de trabajo. Los resultados mostraron un aumento en la productividad total de 0,0356 a 0,0387 cajas/sol, lo cual representa un incremento del 8,71 % en la productividad total de la empresa. Asimismo, se redujo el tiempo de ciclo en un 19,18 % y se incrementó la producción en un 23,6 %. A nivel económico, se obtuvo un VAN de S/ 367 886,64 y una TIR de 90,46 %, demostrando la viabilidad y rentabilidad del proyecto. Además, se redujeron los tiempos improductivos optimizando las etapas críticas del proceso. El PRI se estimó en 1,63 años, confirmando que las propuestas no solo mejoraron la eficiencia, sino que también generaron un impacto positivo en la rentabilidad de la empresa agroindustrial.

Palabras clave: Productividad, Agroindustria, Procesos industriales, Eficiencia económica, Capacitación del personal.

Abstract

The objective of the study was to propose an improvement to the asparagus production process at an agroindustrial company to increase its productivity. The specific objectives included diagnosing the current state of the production process, identifying deficiencies that affect efficiency, and proposing improvement proposals based on continuous improvement tools. The methodology employed consisted of scheduled visits for direct observation, questionnaires administered to workers, and analysis of production records. Tools such as cause-and-effect diagrams, 5W1H analysis, DAP, and RD were used to analyze problems and identify critical points. The proposals included acquiring a new washing machine, redistributing machinery using the Guerchet and SLP methods, in addition to a comprehensive training plan for sorting personnel and implementing a new work technique. The results showed an increase in total productivity from 0,0356 to 0,0387 boxes/sol, representing an 8,71% increase in the company's overall productivity. Likewise, cycle time was reduced by 19,18% and production increased by 23,6%. At the economic level, an VAN of S/ 367 886,64 and an TIR of 90,46% were obtained, demonstrating the project's viability and profitability. Furthermore, downtime was reduced by optimizing critical stages of the process. The PRI was estimated at 1,63 years, confirming that the proposals not only improved efficiency but also had a positive impact on the agroindustrial company's profitability.

Keywords: Productivity, Agroindustry, Industrial Processes, Economic Efficiency, Personnel training.

Introducción

En el ámbito externo, el sector de espárragos en Perú enfrenta una baja productividad que ha reducido su competitividad en el mercado global. Durante 2024, las exportaciones peruanas de espárragos se espera que caigan un 18 % en volumen debido a los altos costos de insumos como el agua y la energía, especialmente en zonas productoras como Ica y La Libertad [1]. Además, los costos operativos y logísticos en estas regiones aumentan la presión sobre los productores peruanos, quienes enfrentan una competencia creciente de otros exportadores como México, que actualmente domina el mercado estadounidense [2].

Actualmente, Perú es el primer país sudamericano exportador de espárragos, superando a productores como Estados Unidos; dicho país es mundialmente conocido por la calidad de su espárrago, siendo Europa el principal consumidor, seguido por Alemania; cabe resaltar que la industria del espárrago representa alrededor del 25 % de las exportaciones agropecuarias del país [3].

En septiembre de 2021, la producción de espárragos en Perú alcanzó las 38 546 toneladas, con un aumento del 20 % respecto a 2020, influenciado por condiciones térmicas favorables [4]. En Lambayeque, se han instalado nuevas áreas de producción de espárragos, mientras que en Ica la producción se ve limitada por la escasez de agua. En 2022, se produjeron alrededor de 15 millones de kilogramos de espárragos, de los cuales el 75 % se exportó a Estados Unidos, Europa y Japón. Para este año, se proyecta exportar 10 millones de kilogramos de espárragos frescos. Lambayeque es el cuarto agroexportador más importante del país, y la exportación de espárragos ha aumentado un 20 % en 2022 [5].

La exportación de espárragos es crucial para la economía del país, pero también plantea riesgos para la salud de los trabajadores del sector y requiere mejoras tecnológicas para mantener la productividad sin comprometer la salud laboral.

En el contexto de la empresa agroindustrial objeto de estudio, se han identificado desafíos significativos que afectan directamente su proceso productivo de espárragos, limitando su capacidad para alcanzar niveles óptimos de productividad y eficiencia. De acuerdo con los registros históricos mensuales (anexo 22), en los últimos seis meses, la productividad total ha mostrado una tendencia decreciente, comenzando en 0,0364 cajas/sol en abril y cayendo gradualmente a 0,0355 cajas/sol en septiembre. Este descenso del 1,10 % en mayo, 0,83 % en junio, y 0,6 % en agosto, refleja problemas en la eficiencia operativa que no han sido resueltos, lo cual indica que las ineficiencias estructurales persisten.

Uno de los principales problemas identificados es la alta tasa de mermas en ciertos procesos clave del ciclo productivo, atribuida a causas como la falta de capacitación adecuada del personal. Además, la falta de claridad en los procedimientos operativos y los problemas de calidad en las materias primas agravan la situación, generando desperdicios que impactan tanto en la cantidad como en la calidad final del producto.

Otro problema crítico es el cuello de botella en el área de lavado, causado por la baja capacidad de la máquina utilizada. Este cuello de botella provoca retrasos que incrementan el tiempo de ciclo, actualmente en 1.46 minutos por caja, lo cual afecta negativamente la eficiencia global del proceso y limita la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda del mercado. La situación se agrava en la etapa de encajado y etiquetado, donde se han identificado tiempos improductivos, como esperas innecesarias y movimientos ineficientes, lo cual añade tiempos adicionales al flujo de trabajo. Estos problemas evidencian la necesidad urgente de implementar mejoras en el proceso productivo. Esta baja en la productividad no solo reduce la competitividad de la empresa, sino que también representa un riesgo para la rentabilidad y sostenibilidad de sus operaciones en el largo plazo.

En base a lo anterior, surge la siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar el proceso productivo de espárragos de una empresa agroindustrial para incrementar su productividad? El objetivo general del presente estudio es incrementar la productividad en una empresa agroindustrial mediante la propuesta de mejora del proceso productivo de espárragos. Los objetivos específicos son: en primer lugar, diagnosticar el proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial; en segundo lugar, proponer las mejoras del proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial.; y, por último, evaluar económica y financieramente las propuestas de mejora.

La empresa agroindustrial en estudio, una de las principales productoras y exportadoras de espárragos en Perú, destaca no solo por su liderazgo en el mercado global, sino también por su robusta infraestructura, que incluye 9 plantas en el país, 42 fundos, 5 500 hectáreas cultivadas y una fuerza laboral de más de 10 000 trabajadores. Sin embargo, a pesar de estas fortalezas, la empresa ha enfrentado una serie de desafíos críticos que han afectado su rendimiento productivo, particularmente en una de sus plantas ubicada en Lambayeque [6].

Durante el año 2023, esta planta ha experimentado una significativa disminución en su productividad debido a diversas variables, incluidas variaciones climáticas, plagas y enfermedades, así como problemas logísticos derivados de la distancia entre las zonas de producción y los mercados de destino. Además, la alta tasa de mermas en la etapa de clasificación y la presencia de cuellos de botella en áreas clave, como el lavado de espárragos,

han limitado la capacidad de la empresa para operar de manera eficiente, afectando negativamente la calidad del producto final y su competitividad en el mercado internacional.

En el contexto global, Perú se posiciona como el segundo mayor productor mundial de espárragos, superado solo por China, aunque con una ventaja significativa en términos de rendimiento por hectárea y menores costos de producción. A pesar de estas ventajas competitivas, la empresa en estudio ha visto una preocupante reducción del 14 % en sus ingresos entre 2019 y 2020, lo que sugiere que los problemas internos en la eficiencia operativa están impactando su capacidad para satisfacer la demanda del mercado y mantener su posición de liderazgo [7].

Desde una perspectiva social, la mejora en los procesos productivos permitirá ofrecer a los trabajadores mejores condiciones laborales, incluyendo incentivos salariales y oportunidades de desarrollo profesional. Además, se podrán implementar programas de bienestar laboral, promoviendo un ambiente saludable y motivador, en línea con los principios de responsabilidad social empresarial.

Desde el punto de vista económico, la optimización del proceso productivo se traducirá en una reducción de costos operativos, mejorando la rentabilidad y competitividad de la empresa en el mercado internacional. Esta investigación ofrece una solución accesible y con un retorno de inversión tangible, lo que posiciona a la empresa para un crecimiento sostenido y eficiente a largo plazo.

Finalmente, en términos metodológicos, este trabajo aplicará herramientas clásicas de estudio de métodos y mejora continua para diagnosticar y resolver los problemas de baja productividad. Estas herramientas no solo permitirán identificar las causas raíz de los cuellos de botella y las mermas, sino que también proporcionarán soluciones prácticas que pueden ser replicadas en otras empresas del sector agroindustrial.

Por lo tanto, este estudio se enfoca en proponer una serie de mejoras en el proceso productivo de la empresa, con el objetivo de reducir las mermas, eliminar los cuellos de botella y aumentar la eficiencia general de las operaciones. Al lograrlo, la empresa no solo podrá recuperar su competitividad y liderazgo en la exportación de espárragos, sino que también contribuirá al crecimiento económico del sector agroindustrial peruano, fortaleciendo su posición en el mercado global y asegurando su sostenibilidad a futuro.

Revisión de literatura

Antecedentes

Hernández y Sánchez [8]. Este estudio tuvo como propósito examinar la innovación en el ámbito empresarial como un pilar de competitividad para las micro y pequeñas empresas agroindustriales de Cúcuta. Metodológicamente, se empleó un modelo de elección discreta aplicado a una muestra de empresas del sector agroindustrial. La investigación adopta un enfoque mixto, con un alcance descriptivo-explicativo, lo que hace necesario explorar la generación de innovación en el ámbito empresarial. Los hallazgos indicaron que las microempresas y pequeñas empresas del sector agroindustrial en Cúcuta deben fortalecer su capacidad de innovación en áreas como el proceso, el producto y la organización para ser más competitivas.

Velásquez [9]. Esta investigación tuvo como objetivo incrementar la productividad total en los pros de selección y clasificación de espárragos blancos en Green Perú S.A. mediante diversas herramientas de análisis como diagramas de flujo, diagramas de Gantt y análisis matricial del proceso productivo. Se realizaron cambios como la reubicación de balanzas electrónicas, la instalación de una segunda puerta para el despacho del espárrago seleccionado y salida del personal, y la adición de seis líneas de selección y clasificación. Como resultado, se logró un aumento del 14 % en la productividad total y una disminución del 46,9 % en el tiempo ocioso. La relación de esta investigación con la propuesta es que demuestra cómo el uso de herramientas de análisis y la identificación de cuellos de botella pueden llevar a un aumento en la producción y mejorar la eficiencia operativa.

Carranza [10]. Esta investigación se centró en la implementación de tecnologías en los procesos de conservas de espárragos. Su metodología fue de enfoque cualitativo y experimental, describiendo el proceso de producción y envasado, con un énfasis en las actividades manuales. Se identificó un cuello de botella en la selección y clasificación, proponiendo el uso de máquinas en tres sectores para reducir el esfuerzo físico y aumentar la productividad operativa. Se llevó a cabo una simulación que mostró una reducción del tiempo de operación en un 17,5 % y un aumento de la eficiencia al 55 %. Esta investigación es relevante ya que aborda la problemática de la mano de obra y sugiere la adición de maquinaria para mejorar la eficacia de producción en términos de productividad operativa.

Bustamante [11]. En la empresa Alpes Chiclayo S.A.C., se identificaron problemas de baja productividad laboral debido a la falta de estandarización de métodos de trabajo, capacitación y señalización en las áreas de trabajo. Se propusieron mejoras que incluyeron técnicas de trabajo optimizadas, estandarización de tiempos y capacitaciones.

Estas acciones incrementaron la producción diaria de 3,857 a 4,063 latas, mejorando la productividad total de 0,309 a 0,343. La evaluación económica mostró un Valor Actual Neto de S/ 11 213,97; con una Tasa Interna de Retorno del 37,82 % y un periodo de recuperación de 1 año y 15 días, indicando la viabilidad de la inversión.

Manikandaprabu [12]. Este estudio realizado en India investigó los factores críticos para el éxito de la simulación de procesos y la mejora de la productividad total a través de la simulación. Utilizó herramientas Lean para reducir residuos en la industria y detectar oportunidades de mejora. Durante la implementación de herramientas Lean en la industria manufacturera, se identificaron mejoras potenciales a través del análisis del estado actual y se propusieron mejoras futuras. Los resultados mostraron una mejora del 10,83 % en la productividad global del proceso. Este estudio es relevante para la tesis, ya que ilustra la efectividad de las herramientas Lean en la mejora de la productividad y la reducción de desperdicios en los procesos industriales.

Nandar [13]. Esta investigación se centró en la mejora de la eficiencia en una fábrica de ropa en Myanmar, enfocándose en una línea de producción de pantalones. El objetivo fue identificar las causas de los defectos de costura y las interrupciones continuas, aplicando la metodología Kaizen para mejoras continuas. Los resultados mostraron que la eficiencia operativa aumentó del 29,07 % al 40,82 % tras implementar herramientas Kaizen. Este estudio es relevante ya que demuestra cómo la metodología Kaizen puede ser aplicada para mejorar la calidad y eficiencia en un proceso productivo mediante el enfoque de mejora continua.

Palomino [14]. La investigación tuvo como objetivo analizar el comportamiento de las exportaciones de espárragos frescos y su impacto en el PBI agropecuario peruano. Utilizando un enfoque descriptivo y cuantitativo y el modelo ARDL, se examinaron variables como la cantidad exportada, el precio de exportación y el tipo de cambio real multilateral. Los resultados mostraron que un incremento de una tonelada en la cantidad exportada de espárragos frescos influye en un 0,5 % en la tasa de crecimiento del PBI agropecuario. Este estudio es relevante ya que relaciona directamente la producción y exportación de espárragos con el crecimiento económico del país, resaltando la importancia de la productividad agrícola.

Olazabal et al. [15]. La investigación se propuso examinar el incremento en la productividad operativa del área de producción de NUTREINA S.A. en la elaboración y conservación de espárragos. Empleando un diseño cuasi-experimental y el software SPSS 23 para el análisis de datos, se mostró un aumento en los indicadores de eficiencia del pre-test al post-test, con una mejora en la productividad total de 0,683 % a 0,872 %. Este estudio es relevante ya que

demuestra cómo la implementación de análisis estadísticos y la mejora de procesos pueden aumentar la eficiencia productiva en el contexto agroindustrial.

Muñoz [16]. Esta investigación desarrolló una propuesta para mejorar la productividad de mano de obra en el proceso de producción de arándanos en Agualima S.A.C. mediante simulación. Se evaluaron dos soluciones: la automatización y el aumento del personal en cada fase. La automatización mostró mejores resultados, aumentando la producción a 12 toneladas por día y la productividad de la mano de obra en un 71,43 %. Este estudio es relevante ya que muestra la efectividad de la automatización en la mejora de la productividad en la agroindustria. Morales y Bravo [17]. El objetivo de este proyecto técnico fue mejorar la eficiencia operativa del proceso de reenvasado de productos agroindustriales en Ecuador. Se identificó que la estación de "etiquetado" era un punto crítico que causaba retrasos. Utilizando la metodología SMED y análisis de tiempos, se eliminaron tareas redundantes y se optimizó el flujo de trabajo, reduciendo el tiempo de cambio de presentación de 27 a 10 minutos, una mejora del 63 %. Este estudio es relevante ya que demuestra la utilidad de la metodología SMED en la reducción de tiempos y mejora de la productividad.

Huaraca [18]. Esta investigación examinó si la aplicación del análisis de tiempos en el sector de volcado conduciría a un aumento en la productividad de proceso en la empresa Agroindustrial Verdeflor S.A. Con un enfoque descriptivo y correlacional, se realizó un trabajo de campo para cronometrar el tiempo en el área de volcado y determinar el tiempo estándar. Los resultados mostraron un tiempo estándar de 18,05 minutos y una productividad de 4,8 jabas por minuto, lo que representó un aumento de 0,5 jabas por minuto, equivalente a 19 toneladas diarias. Este estudio es relevante ya que muestra cómo el análisis de tiempos puede mejorar la productividad en procesos agroindustriales

Sánchez [19]. En su investigación, se centró en analizar los costos operacionales en el área de producción de una empresa agroindustrial en Trujillo con el objetivo de aumentar su rentabilidad mediante la implementación de mejoras. Se emplearon herramientas de Ingeniería Industrial, incluyendo el Balance de Línea y MRP, así como un Plan de Capacitaciones. Se realizó un diagnóstico detallado utilizando el Diagrama de Ishikawa, los 5 por qué y el diagrama de Pareto, revelando problemas significativos en los procesos productivos. Los análisis identificaron pérdidas anuales de S/ 5 295 866,67 asociadas a las principales causas raíz, destacando la importancia de estas herramientas en la optimización de la rentabilidad en la industria agroindustrial.

Álvarez y Silva [20]. La investigación se llevó a cabo en la empresa SUPER PAPAS JJ, propiedad de Jeremy Sosa, que se dedica al procesamiento de papas en diversas formas y

tamaños. El objetivo principal fue evaluar los indicadores de productividad de planta y diseñar un nuevo modelo de distribución de planta inspirado en el libro de Muther R. "Distribución de Plantas".

La recolección de datos incluyó observación directa, entrevistas, revisión de documentos empresariales y análisis de tesis relacionadas. La implementación del nuevo modelo de distribución logró incrementar los indicadores de productividad en un 75 % en comparación con los resultados previos, destacando la efectividad de la propuesta en la mejora de la eficiencia operativa.

Saldaña [21]. Este estudio se centró en evaluar el impacto de la metodología en la productividad total en Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C., utilizando un enfoque aplicativo con un diseño preexperimental y longitudinal. Se emplearon técnicas de observación y análisis documental para la recolección de datos. La investigación aplicó la metodología de Planificación Sistemática de la Distribución (SLP), y se concluyó que una redistribución eficaz de las instalaciones en el molino resultó en un aumento del 2,23 % en la productividad. Este hallazgo subraya la importancia de una adecuada planificación de la distribución en la mejora de la eficiencia operativa.

Hidalgo [22]. La investigación propuso mejoras para aumentar la productividad operativa en una empresa de confecciones, centrando el estudio en la producción de camisetas. Se usaron métodos como observación directa, fichas de control de tiempos, entrevistas y encuestas. La propuesta, basada en herramientas de manufactura esbelta como 9S y un plan de mantenimiento preventivo, resultó en una reducción de fallas en las máquinas, tiempos de traslado y una mejor organización del espacio. Se concluyó que la participación de todos los trabajadores es esencial para mejorar la productividad.

Finetti y Torres [23]. Este estudio propuso un plan de mejora basado en Lean Manufacturing para optimizar la productividad total en Representaciones Gudiel EIRL, aplicando el modelo a las áreas de producción, costura y acabado. Se identificaron y eliminaron desperdicios en tres productos de alta demanda, mejorando el factor global de productividad mensual de 0,08 a 0,10 unidades/soles, un aumento del 25 %, y logrando un ahorro mensual de S/ 18 116. La implementación de herramientas como Pull System, Kanban y SMED apoyó la mejora, permitiendo a la empresa tomar decisiones más informadas.

Bases Teóricas

En el ámbito industrial, existen diversos tipos de procesos productivos que se adaptan a las necesidades específicas de cada sector. Los procesos productivos pueden clasificarse en continuos, discontinuos y por lotes, cada uno con características y aplicaciones particulares. Los procesos continuos se utilizan en industrias donde la producción es constante y homogénea. Por otro lado, los procesos discontinuos, también conocidos como intermitentes, son más flexibles y se adaptan a la producción de diversos productos en cantidades variables, siendo comunes en la industria manufacturera. Finalmente, los procesos por lotes combinan aspectos de ambos métodos, permitiendo la producción de cantidades específicas de un producto antes de cambiar a otro, lo cual es útil en industrias alimentarias y farmacéuticas [24]. En el caso de la empresa agroindustrial, presenta una producción continua.

La propuesta de mejora consiste en una serie de acciones destinadas a optimizar el proceso productivo de espárragos en la planta agroindustrial. Estas acciones incluyen la redistribución de maquinaria mediante el método Systematic Layout Planning (SLP), que permite rediseñar el layout de la planta para reducir los tiempos de transporte y maximizar el espacio disponible. Esta redistribución favorecerá un flujo más eficiente de los espárragos a través de las diferentes etapas del proceso, disminuyendo los cuellos de botella identificados, particularmente en el área de lavado [25].

Para medir y evaluar la efectividad de la propuesta de mejora, se emplearán metodologías como el análisis de tiempos y movimientos, utilizando diagramas de operaciones del proceso (DOP) y diagramas de análisis de procesos (DAP), para identificar las etapas del proceso productivo que presentan mayores ineficiencias. La implementación de estas herramientas permitirá cuantificar las mejoras en los tiempos de ciclo y la reducción de tiempos improductivos [26].

Para evaluar y mejorar el proceso productivo de espárragos, es esencial medir diversos indicadores de productividad y eficiencia. La eficiencia física, por ejemplo, es la relación entre la cantidad de producto obtenido y la cantidad de materia prima utilizada. Un indicador clave para optimizar el uso de recursos y reducir mermas es la productividad total, que mide la producción total en relación con los recursos totales utilizados. Otros indicadores incluyen la productividad de la materia prima, que se refiere a la cantidad de producto final obtenido por unidad de materia prima utilizada, y la productividad de la mano de obra, que mide la cantidad de producto final obtenido por unidad de mano de obra [27].

Materiales y métodos

Tipo y nivel de la investigación

La investigación fue de tipo aplicada, ya que su propósito fue generar una propuesta de mejora que beneficie a la empresa agroindustrial en el ámbito productivo. Asimismo, se empleó un enfoque cuantitativo, con recolección y análisis de datos para responder a los objetivos específicos previamente planteados. En cuanto al nivel, la investigación fue propositiva, dado que buscó soluciones mediante el diagnóstico de la situación actual de la empresa y la formulación de una propuesta de mejora en el proceso productivo, abarcando factores como la productividad, el trabajo en equipo y el clima laboral [28].

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de tipo no experimental, ya que no se manipularon las variables de estudio. No se realizó ninguna intervención o alteración en el objeto de estudio; en cambio, se basó en la observación de las variables en su contexto natural para analizarlas posteriormente. Específicamente, se utilizó un diseño transversal no experimental, donde se observaron y evaluaron las variables en un momento específico. La investigación se limitó a proponer mejoras y evaluarlas económicamente sin llegar a aplicarlas [29]. La matriz de operacionalización de variables se encuentra en el anexo 9.

Población, muestra y muestreo

La población de este estudio comprende todos los elementos que participan directamente en el proceso productivo de espárragos dentro de la empresa agroindustrial en estudio. Esto incluye específicamente a los trabajadores operativos (aproximadamente 26 personas), las máquinas empleadas en cada etapa del proceso, y los productos intermedios y finales generados en cada fase. Las operaciones clave que constituyen la población son: transporte desde el almacén de materia prima a Pesado, lavado, Hidroenfriado, clasificación, encajado y etiquetado, y almacenamiento post-hidroenfriado. Cada una de estas etapas representa un elemento fundamental para el análisis de productividad y permite identificar áreas de mejora.

La muestra fue seleccionada de manera que representara adecuadamente las distintas etapas mencionadas, empleando un muestreo estratificado para asegurar que todos los elementos clave del proceso productivo estuvieran representados. De esta manera, los resultados obtenidos son generalizables a toda la población de estudio, lo que permite un diagnóstico completo y específico de los factores que impactan la productividad en cada etapa del proceso.

En esta investigación, se emplearon cuidadosamente técnicas relacionadas con el estudio del trabajo, con el propósito de obtener datos exhaustivos y confiables que permitieran abordar de manera integral la problemática en la empresa agroindustrial. De acuerdo con Martínez [30], las TICs transformaron rápidamente la vida cotidiana y social, facilitando el trabajo colaborativo en investigaciones mediante la comunicación sincrónica y asincrónica. Además, las TICs solucionaron problemas en la recolección de datos mediante diversas herramientas digitales, permitiendo el análisis de grandes muestras de población. Por ello, en la presente investigación también se emplearon técnicas aplicadas tanto de manera virtual como presencial, las cuales se describen a continuación.

Se utilizó un breve cuestionario en escala Likert de 6 ítems, que iba desde "muy en desacuerdo" hasta "muy de acuerdo", dirigido a 10 trabajadores involucrados directamente con la materia prima (MOD) en el área de clasificación. El objetivo fue evaluar su percepción sobre las posibles causas de los frecuentes errores de producción. El formulario fue administrado de forma online, mediante Google Forms, y posteriormente los datos fueron procesados de manera detallada utilizando el software SPSS v25.

La observación: Se realizaron visitas programadas a la empresa agroindustrial con el fin de conocer y documentar el proceso productivo actual. Para ello, se utilizaron cámaras que permitieron capturar imágenes detalladas del proceso y de los problemas que afectaban la baja productividad.

La revisión documentaria: Esta técnica permitió acceder a la vasta información resguardada por la empresa. Al revisar archivos, documentos y especificaciones, se obtuvo una comprensión más completa de los recursos utilizados en la zona de producción de espárragos, identificando los factores que intervenían en el proceso y que podrían estar influyendo en la problemática de la empresa. La guía del análisis documental fue una herramienta confiable que orientó esta búsqueda minuciosa y esclarecedora [31]. En el anexo 23 se presenta la matriz de consistencia, la cual sirve de base para el anexo 24, donde se detallan las medidas de mejora, secuencia y tiempo propuestas.

Resultados y discusión

La Empresa y Producto

La empresa agroindustrial en estudio es una compañía peruana con más de 24 años de experiencia, se dedica al cultivo, empaque y exportación de productos frescos como espárragos, arándanos y paltas. Fundada en 1994, mantiene altos estándares de inocuidad alimentaria y calidad en toda su cadena de suministro. Su expansión internacional se refuerza con oficinas en España y Países Bajos. La investigación se realizó en una de sus plantas ubicada en Jayanca, Lambayeque.

Los espárragos frescos de la variedad UC-157 representan el producto principal de la empresa agroindustrial, sometidos a un riguroso proceso de cultivo y gestión de la cadena de suministro para mantener su calidad y frescura. Esta variedad se caracteriza por su uniformidad en el tamaño de los tallos (desde 6 mm hasta 23 mm), así como por su textura firme y su color verde vibrante, atributos clave que garantizan su aceptación en los mercados nacionales e internacionales.

Con el fin de asegurar la integridad del producto durante el transporte y el almacenamiento, la empresa agroindustrial ha implementado envases diseñados específicamente para proteger los espárragos frescos. Las cajas de cartón corrugado, disponibles en una gama de tamaños como 11 × 450 g, 20 × 250 g, 10 × 250 g, 10 × 500 g y 8 × 420 g, ofrecen una solución robusta para la distribución eficiente de los productos, minimizando el riesgo de daños físicos durante el manejo logístico. Entre las presentaciones destacadas, las cajas de cartón corrugado de 10 × 500 g (5 kg) representan el 50 % de las unidades vendidas, convirtiéndose en la opción más popular entre los consumidores.

Descripción del Proceso

El proceso productivo en la empresa agroindustrial se lleva a cabo de manera continua; el proceso comienza con el pesado y verificación de la materia prima, las cuales se encuentran ubicadas en jivas de manera ordenada en una parihuela, donde tres trabajadores utilizan balanzas industriales para pesar los espárragos y verificar su calidad. Los trabajadores reciben los espárragos y los colocan en la balanza, donde se pesan individualmente y en pequeños lotes. Los espárragos que no cumplen con los estándares de calidad se retiran y se colocan en contenedores de descarte.

A continuación, los espárragos pasan a la etapa de lavado, realizada por un trabajador utilizando una máquina de lavado semiautomática. En esta etapa se emplea una mezcla de agua (9m³) e hipoclorito de sodio a 150 ppm para eliminar impurezas, restos de tierra y otros residuos sólidos. Durante el proceso, el trabajador supervisa constantemente el lavado para asegurar que todos los espárragos se limpien adecuadamente. Después del lavado, los espárragos son sometidos a un hidrogenfriado de materia prima (MP), donde se utiliza un hidrocóoler de MP operado por un trabajador para bajar rápidamente la temperatura de los espárragos y mantener su frescura. El trabajador lleva los espárragos lavados desde la cinta transportadora hasta el hidrocóoler, donde se colocan de manera uniforme para asegurar un enfriamiento adecuado.

Posteriormente, los espárragos pasan a la etapa de clasificación, que cuenta con diez trabajadores que clasifican los espárragos según su tamaño y calidad, utilizando cintas transportadoras y mesas de trabajo. Los espárragos se recogen del hidrocóoler y se colocan en las cintas transportadoras, donde los trabajadores los inspeccionan y separan manualmente.

Los espárragos dañados se retiran y se colocan en contenedores de descarte.

Seguidamente, los espárragos clasificados son trasladados a la etapa de enligado, donde tres trabajadores utilizan ligas de plástico para agrupar los espárragos en manojos. Los espárragos se llevan desde las cintas transportadoras hasta las mesas de trabajo, donde se agrupan y se atan con ligas de plástico.

Estos manojos de espárragos son luego llevados a la etapa de cortado, donde tres trabajadores cortan la parte inferior del tallo de los espárragos utilizando mesas de trabajo. Los manojos se transportan manualmente desde la etapa de enligado hasta las mesas de cortado, donde cada espárrago es cortado individualmente.

Después del cortado, los espárragos pasan a la etapa de encajado y etiquetado, operada por cuatro trabajadores. Los espárragos cortados se colocan en cajas de 5 kg, se etiquetan y se envían a la siguiente mesa de trabajo. Los trabajadores recogen los espárragos cortados de las mesas de trabajo y los colocan en las cajas, asegurándose de que cada caja tenga la cantidad adecuada de espárragos y que estén etiquetadas correctamente.

Finalmente, las cajas de espárragos etiquetadas son sometidas a un segundo hidrogenfriado a 2 °C, utilizando un hidrocóoler de lluvia operado por un trabajador. Las cajas se transportan manualmente desde el área de encajado y etiquetado hasta el hidrocóoler de lluvia, donde se colocan para un enfriamiento final antes del almacenamiento. En el anexo 3 se presenta el diagrama de análisis de procesos de espárragos actual.

El cuello de botella en este proceso productivo es la etapa de lavado, que toma 1,46 minutos. Este es el tiempo más largo entre todas las etapas del proceso.

El siguiente tiempo más largo es el encajado y etiquetado con 1,27 minutos, pero es menor en comparación con el tiempo requerido para el lavado. A continuación, se muestra el cuello de botella en el proceso productivo.

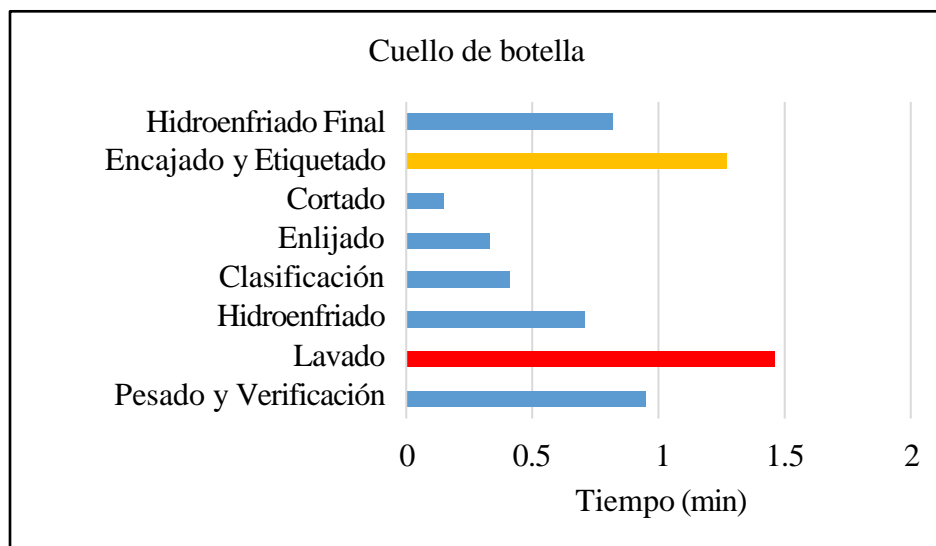


Figura 1. Cuello de botella del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

El lavado, con 1,46 minutos por caja, es el principal cuello de botella que limita la eficiencia del proceso. Tras optimizar esta fase, se debe mejorar la etapa de encajado y clasificado, que demora 1,27 minutos por caja, para maximizar la productividad.

Análisis en la etapa de lavado

En base al diagrama de análisis de procesos, se pudo verificar que en la etapa de lavado existe un gran cuello de botella por ello es necesario analizar aquella etapa para poder eliminar o reducir aquellas deficiencias que hacen que el proceso de lavado sea muy lento. Para ello se realizó un diagrama de análisis de procesos delimitado a la etapa de lavado (Anexo 5), donde muestra las actividades actuales realizadas por el operario de dicha etapa. Este diagrama permite identificar claramente las actividades que no agregan valor y que contribuyen al cuello de botella en el proceso productivo.

$$\text{Capacidad en } \frac{kg}{min} = 400 \frac{kg}{h} \times \frac{1h}{60 min} = 6,67 \text{ kg/min}$$

$$\text{Ciclo} = \frac{1}{6,67 \frac{kg}{min}} = 0,15 \frac{min}{kg}$$

Teniendo en cuenta que una caja contiene 5 kg de espárrago:

$$\text{Tiempo de operación por caja} = 0,15 \frac{min}{kg} \times 5kg$$

$$\text{Tiempo de operación por caja} = 0,75 \text{ minutos}$$

De acuerdo con este resulta se calcula el tiempo de operación de la máquina dando un resultado de 0,75 minutos de lavado.

Se logró identificar actividades que no agregan valor y que representan tiempos improductivos tal como es el caso de la espera por parte del operario (0,75 minutos) y en el transporte a la siguiente etapa de hidro enfriado de materia prima (0,11 min). Para poder evaluar las actividades improductivas y productivas se empleó la tabla que se encuentra en el anexo 6.

Como se puede verificar en el anexo 6 existe un tiempo total improductivo de 0,86 minutos y un tiempo total productivo de 0,6 minutos generando un tiempo de ciclo total de 1,46 minutos para la producción de una caja de espárragos. Luego se procede a calcular el porcentaje de tiempo improductivo o el cual servirá en un futuro para comparar los resultados con la nueva máquina de lavado a adquirir.

$$\% \text{ tiempo productivo} = \frac{\text{tiempo improductivo}}{\text{total}} \times 100$$

$$\% \text{ tiempo productivo} = \frac{0,86}{1,46} \times 100$$

$$\% \text{ tiempo productivo} = 58,90\%$$

Se logra calcular un porcentaje de tiempo improductivo de 58,90 %, teniendo en cuenta la diferencia (100 % - 58,90 %), se calcula un porcentaje de tiempo productivo de 41,10 %.

Análisis en el área de clasificación

En la etapa de clasificación del proceso productivo de espárragos, se ha identificado que hay un promedio del 15 % de merma (Ver Anexo 8). Que se calcula a continuación:

$$\% \text{ merma en etapa de clasificación} = \frac{\text{Kg de merma}}{\text{Kg de materia prima que entra}}$$

$$\% \text{ merma en etapa de clasificación} = \frac{373 \text{ 825 kg}}{2 \text{ 492,17 kg}} \times 100$$

$$\% \text{ merma en etapa de clasificación} = 15\%$$

Esta etapa cuenta con dos bandas transportadoras, cada una con cinco trabajadores. De los cinco trabajadores en cada banda, cuatro se encargan de clasificar los espárragos según sus medidas y desechar los espárragos en mal estado en jvas amarillas al lado, y un trabajador al final de la banda recoge en jvas el producto para llevarlo al siguiente proceso.

Esta etapa cuenta con dos bandas transportadoras, cada una con cinco trabajadores. De los cinco trabajadores en cada banda, cuatro se encargan de clasificar los espárragos según sus medidas y desechar los espárragos en mal estado en jvas amarillas al lado, y un trabajador al final de la banda recoge en jvas el producto para llevarlo al siguiente proceso.

En la etapa de clasificación de espárragos se identificaron varios tipos de errores que afectan la eficiencia del proceso. Entre ellos, se detectó la clasificación incorrecta, que consiste en errores al clasificar los espárragos según sus medidas. También se evidenció el desperdicio de materia prima como consecuencia de errores en la clasificación. Otro problema frecuente es la necesidad de retrabajo y ajustes manuales, lo que implica un uso adicional de tiempo y recursos para corregir fallas previas. Por último, la falta de coordinación entre los trabajadores genera errores que comprometen la calidad y continuidad del proceso.

Para tener una mejor delimitación de los errores encontrados, se realizó un gráfico de pareto que se encuentra en el anexo 7, el cual revela que los errores más frecuentes en la clasificación de espárragos son las clasificaciones incorrectas (45 %), seguidos por el desperdicio (30 %) y el retrabajo (15 %), sumando un 87,39 % de los errores. Los problemas menores, como el mal uso de herramientas, representan el 12,61 %. Mejorar la precisión y reducir el desperdicio tendrá el mayor impacto en la eficiencia del proceso.

A fin de conocer la percepción de los propios operarios, se aplicó una breve encuesta compuesta por 6 ítems con alternativas en escala Likert (anexo 2), a los 10 trabajadores involucrados en la etapa de clasificación, los resultados estadísticos de la encuesta se muestran en el anexo 10.

Análisis en la etapa de encajado y etiquetado

El diagrama bimanual presentado en el anexo 11 con su respectivo resumen muestra la distribución de tareas entre las manos izquierda y derecha del trabajador en la operación de encajado y etiquetado de espárragos.

$$\% \text{ actividades que generan valor} = \frac{\text{Operaciones}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ actividades que generan valor} = \frac{9}{18} \times 100$$

$$\% \text{ actividades que generan valor} = 50\%$$

El 50 % de las actividades en la etapa de encajado y etiquetado corresponde a tareas que generan valor, mientras que el otro 50 % se pierde en espera y transporte, reflejando una ineficiencia significativa.

Análisis de recorridos

A fin de comprender la distribución del área del proceso productivo, se realizó un diagrama de recorrido. Se logra observar en el anexo 12 que los trabajadores realizan un recorrido en forma de U y a veces realizan demasiadas vueltas para introducir producto a las máquinas, lo que ocasiona fatiga para el trabajador que transporta el producto.

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum(\text{Operación} + \text{Inspección} + \text{Op. Combinada})}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{(7 + 1)}{(7 + 1 + 7 + 2)} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{8}{17} = 47,06\%$$

Índice De Actividades Que No Agregan Valor:

$$\% \text{ Act. No Productivas} = 100\% - 47,06\%$$

$$\% \text{ Act. No Productivas} = 52,94\%$$

Este valor refleja el porcentaje de actividades que directamente contribuyen a la creación del producto final, enfatizando la importancia de estas tareas en la generación de valor para la empresa.

Los datos extraídos del diagrama de análisis de procesos (DAP) ofrecen una perspectiva detallada sobre la composición de las actividades dentro del proceso productivo de espárragos en la empresa agroindustrial. Según los cálculos realizados, se determinó que el índice de actividades que agregan valor es del 47,06 %. Este valor refleja el porcentaje de actividades que directamente contribuyen a la creación del producto final, enfatizando la importancia de estas tareas en la generación de valor para la empresa. Sin embargo, para una comprensión completa de la eficacia del proceso, también se calculó el porcentaje de actividades que no agregan valor, el cual se determinó en un 52,94 %. Este dato ofrece una visión crítica de las áreas del proceso que podrían estar sujetas a desperdicio o ineficiencia, señalando oportunidades para optimización y mejora.

Específicamente, se identifican tres recorridos que contribuyen a estos desplazamientos innecesarios: desde el área de pesado-lavado, lavado-hidro enfriado y desde hidro enfriado a clasificación.

Primero, el transporte de la materia prima al área de lavado desde el área de pesado el cual cuenta con 2 balanzas; para que el trabajador se dirija al área de lavado debe dar una vuelta por

la máquina de lavado actual debido a una mala ubicación que se pretende solucionar con la adquisición de una nueva máquina más larga y de mayor capacidad.

El segundo recorrido deficiente se realiza desde el área de lavado hasta el hidro enfriado presenta un recorrido innecesariamente largo. La ubicación del hidro enfriado está considerablemente alejada del tanque de lavado, lo que incrementa los tiempos de traslado y puede afectar negativamente la calidad de las materias primas debido al tiempo prolongado antes del enfriado. Por último, la incorrecta ubicación del hidrocóoler hace que el operario realice un giro innecesario en lugar de pasar directamente al área de clasificación. Este recorrido adicional no solo incrementa el tiempo de transporte, sino que también puede llevar a una mayor manipulación de los materiales, aumentando el riesgo de daños o contaminación. Por otra parte, el transporte prolongado entre estas dos áreas no solo reduce la eficiencia del proceso, sino que también añade tiempos de manipulación adicionales que podrían ser evitados con una mejor disposición de las áreas de trabajo.

Estos tres recorridos largos son resultado de una mala ubicación de las máquinas y áreas de trabajo en la distribución actual de la planta. La proximidad entre el área de lavado, hidro enfriado y clasificación no ha sido adecuadamente considerada, lo que genera estos desplazamientos innecesarios y afecta la eficiencia operativa.

Identificación de Problemas en el sistema de producción y sus causas

Mediante un riguroso análisis del proceso productivo y gracias a la observación directa, se logró identificar diferentes causas que afectan a la productividad de la empresa, para ello se realizó un diagrama causa-efecto para plasmar dichas causas en 3M, el diagrama de Ishikawa se encuentra en el anexo 13 junto con la tabla de pérdidas monetarias de cada problema identificado.

Indicadores Actuales

Tabla 1. Cuadro resumen de indicadores actuales (Semestre I-2024)

Indicador	Valor
Eficiencia Física	81,63 %
Eficiencia Económica	2,56
Productividad Materia Prima	0,163 cajas/kg
Productividad Mo	15,81cajas/trabajador
Tiempo De Ciclo	1,46 min/caja
Cuello De Botella	0,685 cajas/min
% Actividades Productivas	47,06 %
Producción	128 232 cajas/año
Productividad Total	0,0356 cajas/sol (28,09 soles/caja)

Fuente: Elaboración propia

Propuestas de Solución

P1: Adquisición de nueva máquina de lavado

Justificación de compra: En la etapa de lavado de espárragos se identificó un tiempo de ciclo de 1,46 minutos por caja (5 kg), evidenciando altos tiempos improductivos generados por la operación de la máquina de lavado actual. Esta máquina opera con un tiempo de 0,75 minutos por caja, lo que resulta insuficiente para las necesidades productivas de la empresa, que busca maximizar su producción y optimizar el flujo de trabajo. Para superar esta limitación, se evaluó la adquisición de una nueva máquina con una capacidad de 600 kg/h, que reemplazará la máquina actual, la cual solo tiene una capacidad de 400 kg/h. La nueva máquina permitirá reducir el tiempo de operación por caja a 0,5 minutos, eliminando así el cuello de botella en esta etapa. Además, su longitud de 3,2 metros facilitará una redistribución eficiente del layout, eliminando recorridos innecesarios por parte del personal y mejorando la fluidez del proceso productivo. En el anexo 14, se muestra la nueva máquina de lavado y sus características técnicas.

A continuación, se calcula el nuevo tiempo de operación de la máquina de lavado propuesta con capacidad de 600 kg/h.

$$\text{Capacidad en } \frac{kg}{min} = 600 \frac{kg}{h} \times \frac{1h}{60 min} = 10 kg/min$$

$$\text{Ciclo} = \frac{1}{10 \frac{\text{kg}}{\text{min}}} = 0,1 \frac{\text{min}}{\text{kg}}$$

Teniendo en cuenta que una caja contiene 5 kg de espárrago:

$$\text{Tiempo de operación por caja} = 0,1 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \times 5 \text{kg}$$

$$\text{Tiempo de operación por caja} = 0,5 \text{ minutos}$$

El cálculo demuestra que, al implementar la nueva máquina de lavado con una capacidad de 600 kg/h, el tiempo de operación por caja se reducirá a 0,5 minutos. Esto implica una mejora significativa en comparación con la máquina actual, que requiere 0,75 minutos por caja, permitiendo así un incremento en la eficiencia de la etapa de lavado.

Esta reducción del tiempo de operación optimiza el flujo de trabajo, ya que el nuevo tiempo total para procesar cada caja será menor que el tiempo crítico de la siguiente etapa de encajado y etiquetado (1,27 min/caja).

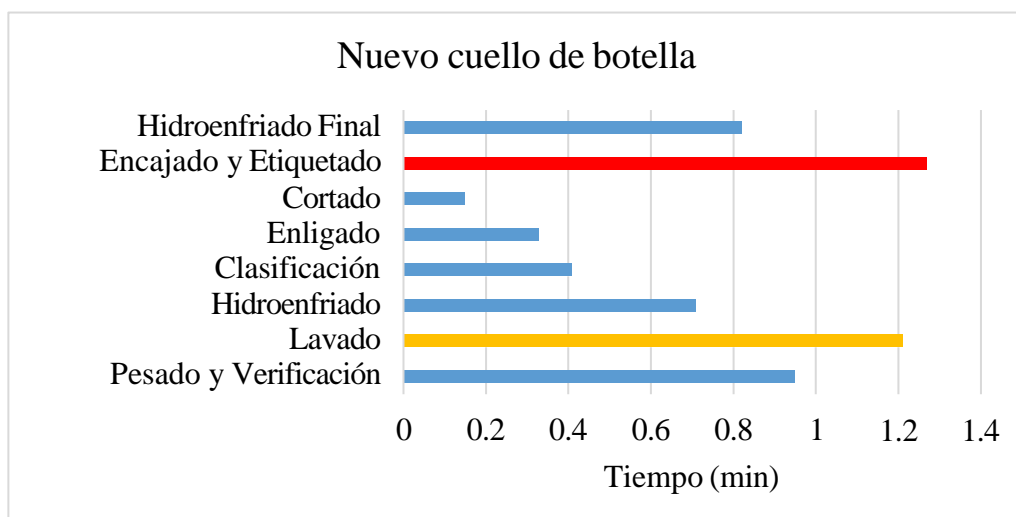


Figura 2. Nuevo tiempo en la etapa de lavado

Fuente: Elaboración propia

De esa forma el cuello de botella queda reducido a 1,21 min, dando lugar a un nuevo cuello de botella en la etapa de encajado y etiquetado, teniendo en cuenta el nuevo cuello de botella, se deberá tener mayor énfasis en reducirlo, por lo que posteriormente se realizaran un análisis en la etapa de encajado y etiquetado para describir oportunidades de mejora.

P2: Nueva Técnica de trabajo en la etapa de encajado y etiquetado

Mediante el diagrama bimanual propuesto (Ver anexo 15). El tiempo total para completar las actividades se ha reducido a 1,18 minutos por ciclo, lo que representa una mejora significativa en comparación con el método anterior. La sincronización eficiente y la reducción de movimientos improductivos no solo mejoran la productividad

$$\% \text{ actividades que generan valor} = \frac{\text{Operaciones}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ actividades que generan valor} = \frac{16}{18} \times 100$$

$$\% \text{ actividades que generan valor} = 88,88\%$$

Al eliminarse aquellos movimientos improductivos, el porcentaje de actividades que general valor aumento a 88,88%.

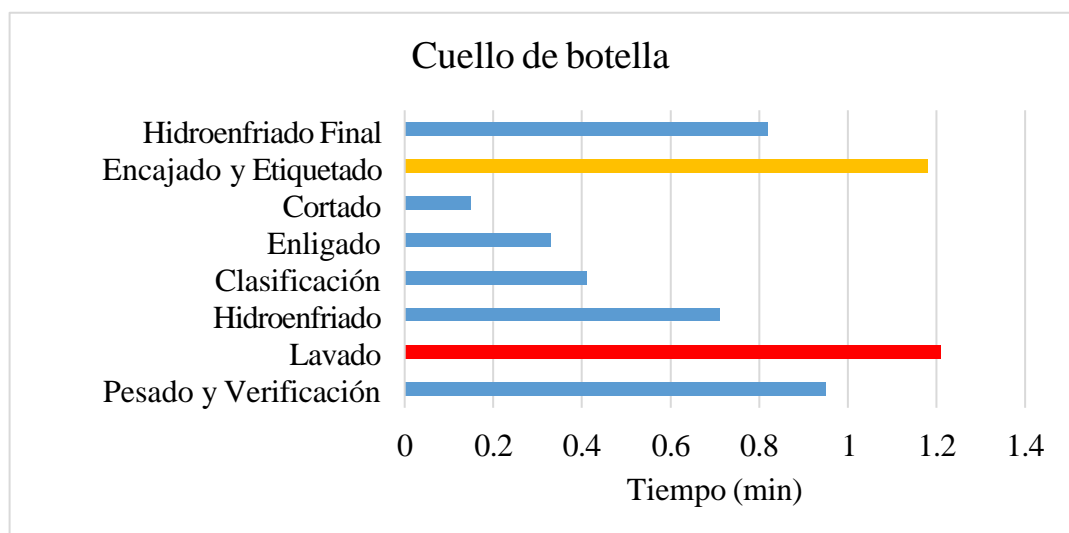


Figura 3. Nuevo cuello de botella

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que ahora el nuevo cuello de botella es de nuevo la etapa de lavado, se procederá a analizar de qué manera se puede reducir el tiempo en aquella etapa.

P3: Redistribución de máquinas

En el anexo 16 se muestra el procedimiento para planificar la redistribución de la máquina, donde se empleó la relación entre áreas junto con su escala de clasificación por proximidad y también el diagrama relacional de actividades, que permiten tener una vista previa de la redistribución. A continuación, se muestra el diagrama relacional de actividades.

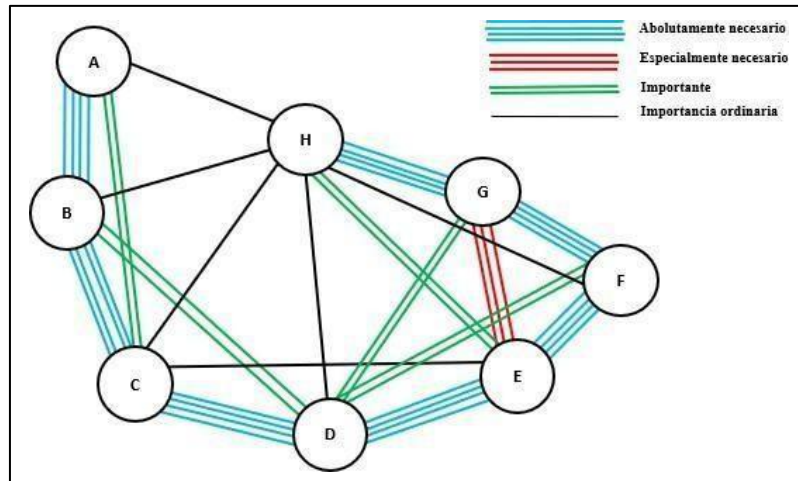


Figura 4. Diagrama relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el diagrama de Recorrido propuesto con sus áreas específicas.

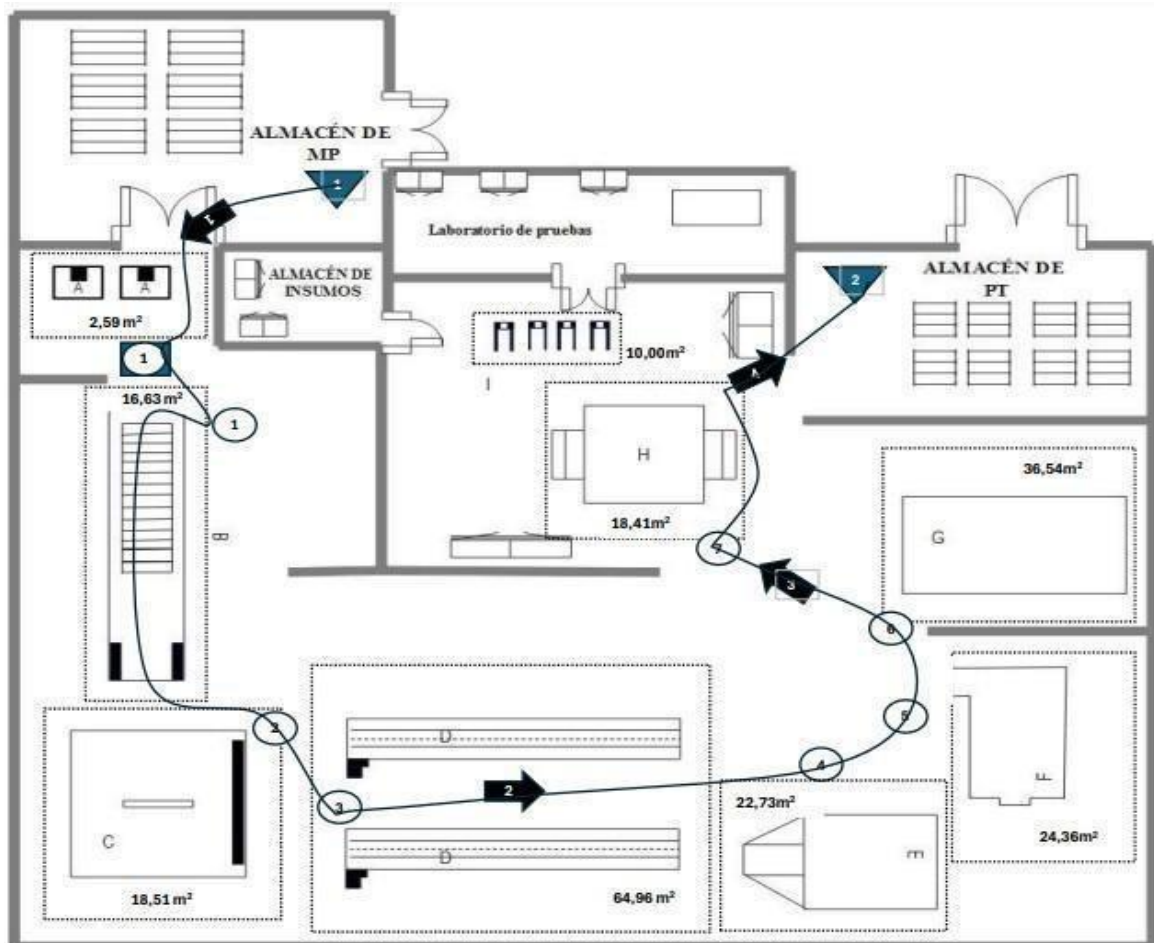


Figura 5. DR propuesto

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Act. Productivas} = \frac{\sum(\text{Operación} + \text{Inspección} + \text{Op. Combinada})}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{8}{14} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = 57,14\%$$

Según los cálculos realizados, se determinó que el índice de actividades que agregan valor es del 57,14 %. Este valor refleja el porcentaje de actividades que directamente contribuyen a la creación del producto final.

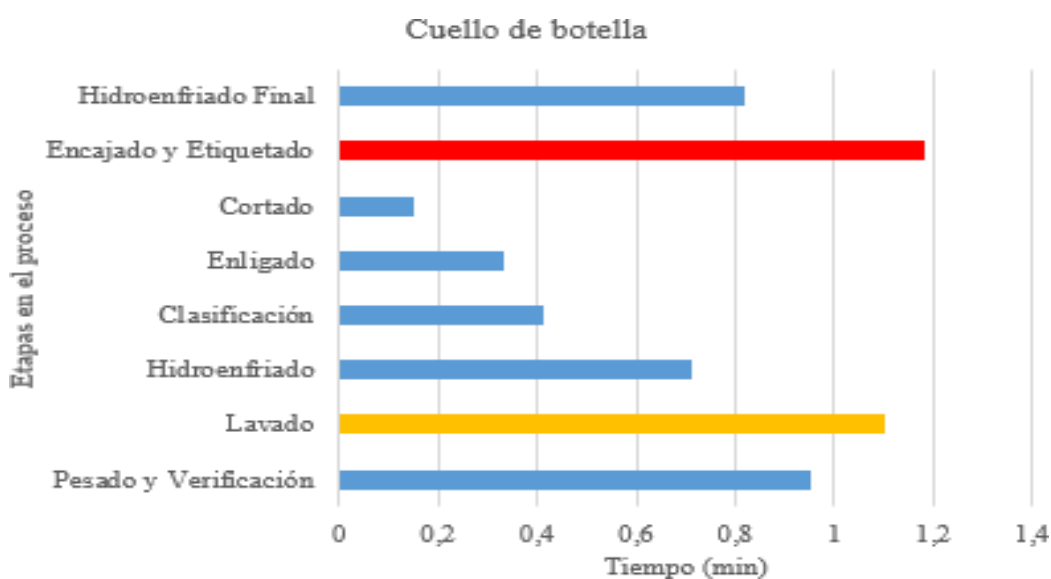


Figura 6. Nuevo tiempo en la etapa de lavado gracias a la redistribución

Fuente: Elaboración propia

Mediante la implementación de las propuestas se logra reducir en gran medida los tiempos en las etapas de lavado y encajado, llegando así a un mejor equilibrio del sistema continuo de producción, el nuevo DAP se muestra en el anexo 17.

P4: Plan de Capacitación

Objetivo General: Mejorar la precisión y eficiencia en la clasificación de espárragos, reduciendo significativamente la tasa de merma y los errores identificados en el análisis de Pareto.

Duración del Programa: 5 días de capacitación de manera trimestral (4 capacitaciones al año).

Participantes: 10 trabajadores de la etapa de clasificación.

Metodología:

- Combinación de sesiones teóricas y prácticas.
- Evaluaciones periódicas y retroalimentación continua.
- Uso de ejemplos reales y simulaciones prácticas.

Estructura de capacitación: El cronograma del plan de capacitación se muestra en el anexo 18 y en el anexo 19 la estructura de capacitación.

Mediante el plan de capacitación se estima reducir el % de merma en la etapa de clasificación a 8%, teniendo en cuenta el balance de materia en el anexo 8 se calcula la nueva merma con la fórmula y reajustando valores para una producción futura de 508 cajas de espárrago. A continuación, se calcula la nueva merma

$$\% \text{ merma en etapa de clasificación} = \frac{\text{Kg de merma}}{\text{Kg de materia prima que entra}}$$

$$\% \text{ merma en etapa de clasificación} = \frac{227,91 \text{ kg}}{2\ 877,69 \text{ kg}} \times 100$$

$$\% \text{ merma en etapa de clasificación} = 8 \%$$

Para hallar la nueva eficiencia física es necesario balancearlo de tal manera que se considere la reducción de mermas en la etapa de clasificación de 8 % sabiendo que salen un total de 2 542,37 kg de PT (508,47 cajas), para ello se requerirá un total de 2 877,69 kg de materia prima, la eficiencia física se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Kg de MP saliente}}{\text{Kg de MP entrante}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia física} = \frac{2542,37 \text{ kg}}{2\ 877,69 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia física} = 88,35 \%$$

Por lo tanto, se determina que la nueva eficiencia física es de 88,35%, se muestra el nuevo balance de materia en el anexo 25.

Cuadro Comparativo de Indicadores

A Continuación, se muestra un cuadro comparativo de los indicadores encontrados después de implementar las propuestas planteadas:

Tabla 2. Cuadro comparativo de indicadores (Semestre I-2024 y con la propuesta)

Indicador	Valor actual	Valor futuro	Cambio
Eficiencia Física (%)	81,63%	88,35 %	8,23 %
Eficiencia Económica (soles)	2,56	2,82	10,16 %
Productividad Materia Prima (cajas/kg MP)	0,163	0,176	7,98 %
Productividad Mo (cajas/trabajador)	15,81	19,55	23,66 %
Tiempo De Ciclo (min/caja)	1,46	1,18	-19,18 %
Cuello De Botella (cajas/min)	0,685	0,847	23,65 %
% Actividades Productivas (%)	47,06 %	57,14 %	21,42 %

Producción (cajas/año)	128 232	158 496	23,6 %
Productividad Total (cajas/sol)	0,0356	0,0387	8,71 %

Fuente: Elaboración propia

Evaluar económicamente las propuestas de mejora

Resumen de costos de las propuestas

De acuerdo con la identificación de costos asociados con las propuestas anteriormente, a continuación, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resumen de costos de las propuestas

Resumen de Costos de Propuestas	INVERSION	COSTO ANUAL	DEPRECIACION ANUAL
Máquina de lavado de espárragos	S/88 220,00	S/154 846,24	S/17 644,00
PROPUESTA Redistribución de máquinas y equipos	S/110 237,40	-	-
Plan de capacitación	-	S/32 820,00	-
Nueva técnica de trabajo (área de encajado y etiquetado)	-	S/29 100,00	-
TOTAL	S/198 457,40	S/216 766,24	S/17 644,00

Fuente: Elaboración propia

Financiamiento y TMAR

Se propone financiar el proyecto mediante un esquema mixto, combinando un aporte de capital propio de la empresa y un préstamo bancario. El capital propio representa el 90 % del total de la inversión, mientras que el 10 % restante será cubierto mediante un préstamo otorgado por Scotiabank

Tabla 4. Cálculo de TMAR

Inflación (f)	Riesgo
2,50 %	0-10% Bajo
	11-20% Medio
	>20% Alto

Fuente: Elaboración propia

$$TMAR = 2,5 \% + 15\% + (2,5 \% \times 15 \%) = 17,88 \%$$

Beneficio

Los beneficios asociados con esta propuesta son significativos y se evidencian principalmente en el incremento de la producción. Específicamente, la producción diaria experimentará un aumento notable, pasando de 411 cajas a 508 cajas al día. Este incremento no solo es considerable en el ámbito diario, sino que también se traduce en una diferencia anual sustancial, alcanzando una producción adicional de 30 425 cajas de producto terminado al año.

Es importante considerar, además, la utilidad generada por cada caja, que se ha establecido en 20 soles. Este factor es crucial para calcular el beneficio económico esperado derivado del aumento en la producción. A continuación, se detalla el beneficio económico proyectado que se espera obtener gracias a este incremento en la producción.

Tabla 5. Cálculo del interés bancario

Aumento de producción anual	S/	30 425
Utilidad	S/	20,00
Beneficio anual=	S/	605 280,00

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja

Se realizó un flujo de caja (anexo 20), donde se obtuvo los siguientes indicadores

Tabla 6. Cálculo de indicadores

TMAR	17,88%
VAN	S/367 886,64
TIR	90,46 %
PRI	1,63 años

Fuente: Elaboración propia

La evaluación económica confirma la viabilidad del proyecto con un VAN positivo de S/ 367 886,64, una TIR del 90,46 por ciento, muy superior a la TMAR de 17,88 %, y un PRI de 1,63 años, lo que indica una rápida recuperación del capital invertido.

Discusión

En relación con el primer objetivo, el diagnóstico del proceso productivo de espárragos reveló una serie de problemas que afectan negativamente la productividad de la empresa agroindustrial. Utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa y el análisis 5W1H, complementadas con herramientas clásicas de ingeniería industrial como el DOP, DAP y DR, los mismos empleados en la investigación de Velásquez [9], se identificaron tres causas principales de la baja productividad. En la presente investigación, la productividad total de la empresa calculada fue de 0,0356 cajas/sol, además de una productividad parcial de materia prima calculada en 0,163 cajas/kg, lo cual es comparable con estudios previos. Bustamante [11], por ejemplo, obtuvo una productividad de materia prima de 1,75 unidades/kg. Esto confirma lo mencionado por Hernández y Sánchez [8], donde reportaron problemas en la baja productividad en empresas agroindustriales.

De manera similar, Manikandaprabu [12] mostró cómo la aplicación de herramientas Lean y la simulación de procesos en la industria manufacturera de la India permitió aumentar la productividad en un 10,83 %, lo que ilustra la efectividad de estas metodologías en contextos industriales para reducir ineficiencias y mejorar el rendimiento. Este estudio respalda la importancia de identificar y optimizar los cuellos de botella en el proceso productivo, tal como se hizo en el presente trabajo. Asimismo, un estudio sobre la aplicación de Lean Manufacturing en una empresa electromecánica peruana identificó que los tiempos muertos y la falta de organización en los procesos de producción impactaban negativamente en la eficiencia, utilizando herramientas como las 5'S y SMED para optimizar tiempos y mejorar la disposición de recursos [32]. En ambos casos, la optimización de tiempos y la mejora en la disposición de los recursos resultaron ser factores críticos para la eficiencia productiva.

En esa misma línea, Ruiz et al. [33] desarrollaron un estudio en una empresa textil en Lima, aplicando herramientas como el SLP y las 5S para reorganizar la planta y reducir movimientos innecesarios. Gracias a ello, el tiempo de ciclo disminuyó significativamente y se incrementó el cumplimiento de la demanda, demostrando que una buena distribución física del trabajo y la disciplina operativa pueden generar cambios significativos en la productividad global del sistema.

Las principales causas de la baja productividad en el presente estudio incluyen una tasa de mermas del 15 % en el área de clasificación, actividades improductivas en la etapa de lavado que generan un 58,90 % de tiempo improductivo, y la ineficiente distribución de las máquinas, lo que incrementa los tiempos de ciclo a 1,46 minutos/caja. Estos problemas generan pérdidas

significativas de S/ 476 134.80, en consonancia con estudios como el de Sánchez [19] que reportó pérdidas similares en otras empresas agroindustriales.

De manera complementaria, Tuesta et al. [34] identificaron en una empresa de conservas de pescado que el 40,20 % de las actividades no generaban valor, por lo que aplicaron herramientas como cursogramas, interrogatorio, y análisis de métodos, logrando una reducción de tiempos y mejora integral en la eficiencia operativa.

En cuanto al segundo objetivo, en el presente estudio se propusieron diversas soluciones para mejorar el proceso productivo, tales como el rediseño de las técnicas de trabajo mediante el diagrama bimanual y un plan de capacitación integral para el personal del área de clasificación, ambos inspirados en estudios similares, como el de Bustamante [11]. También se recomendó la adquisición de una nueva máquina de lavado para reemplazar la actual, ya que era la etapa crítica (cuello de botella) en el proceso con un valor actual de 0,685 cajas/minuto; esta propuesta también fue empleada por Carranza [10]. Nandar [13], por su parte, aplicó la metodología Kaizen en una fábrica de ropa en Myanmar, logrando mejorar la eficiencia en un 40,82 % al reducir defectos y tiempos improductivos, lo que resalta la aplicabilidad de la mejora continua en diversos sectores productivos.

En este sentido, el estudio de Alva-Altamirano et al. [35] realizado en una empresa agroindustrial peruana dedicada al procesamiento de aguacates, aplicó herramientas como 5S, TPM y estandarización del trabajo, logrando incrementar la productividad en un 36.62 %, reducir tiempos improductivos en un 86 % y aumentar la eficiencia general del sistema. Este caso guarda mucha similitud con el presente estudio, en donde también se identificaron puntos críticos y se plantearon mejoras estructurales con enfoque metodológico, lo cual confirma la eficacia de estas herramientas en contextos agroindustriales.

Por último, se propuso una redistribución de máquinas mediante la metodología SLP, la cual también fue empleada en la investigación de Álvarez y Silva [20] y por Saldaña [21]. Mediante estas propuestas, se logró un aumento de 8,71 % en la productividad total, un valor superior al obtenido en un estudio similar sobre la aplicación del SLP en la producción de uvas de mesa, en el que se observó un incremento de la producción del 7,85 %, junto con una reducción del tiempo de ciclo en un 11,54 % y una disminución de las distancias recorridas en un 10,74 % [36]. Estos resultados verifican la efectividad de la metodología SLP en distintos contextos de la agroindustria.

Además, Tejada-Guevara et al. [37], en una empresa agroexportadora de uvas, aplicaron 5S, rediseño ergonómico y automatización del etiquetado, logrando una mejora de hasta 23.86 % en productividad, especialmente en operarios hombres, y una eficiencia global del 95.9 %, con

recuperación de inversión en menos de 6 meses. Este antecedente fortalece el argumento de que mejoras organizacionales y tecnológicas bien implementadas no solo impactan en lo técnico, sino también en lo económico.

Asimismo, Olazabal et al. [15] demostraron que, al aplicar un análisis cuasi- experimental en NUTREINA S.A., se incrementó la productividad de 0,683 % a 0,872 %, lo que respalda que la optimización del layout y el análisis de datos son esenciales para aumentar la eficiencia. De manera adicional, Rao et al. [38] evidenciaron en India cómo la implementación de técnicas Lean redujo los desperdicios y mejoró la producción en una empresa de correas, lo cual reafirma la aplicabilidad de estas metodologías en cualquier entorno industrial.

La productividad final alcanzada en el presente estudio fue de 0,0387 cajas/sol, lo que se asemeja al valor obtenido por Bustamante [11]. Asimismo, con las propuestas de mejora se incrementó la eficiencia física en un 8,23 %, y se redujo el tiempo de ciclo a 1,18 minutos/caja, aunque se destaca que aún existe margen para optimización adicional. Finalmente, el estudio de Palomino [14] subraya la importancia de la industria del espárrago para la economía peruana, demostrando que un incremento en la producción impacta en un 0,5 % en el PBI agropecuario. Este antecedente reafirma la relevancia de mejorar la productividad en este sector para contribuir al desarrollo económico del país.

En el tercer objetivo, que consistió en la evaluación económica de las propuestas de mejora, se obtuvo un VAN de S/ 367 886,64, un valor altamente aceptable que generará beneficios adicionales después de cubrir la inversión inicial. Por otra parte, la TIR es muy superior al TMAR (90,46%), lo que refleja un gran retorno. Estos resultados se asemejan a los obtenidos en investigaciones previas, como las de Hidalgo [22], quien reportó una TIR de 33 %. Además, Finetti y Torres [23] también reportaron una viabilidad económica al aplicar mejoras similares. Asimismo, un estudio sobre la mejora del tratamiento de plumas en una empresa avícola en Lima Metropolitana también utilizó herramientas de evaluación económica similares, como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el B/C, obteniendo un B/C favorable con un período de recuperación económica de 2 años, 11 meses y 21 días [39]; de manera similar, en la presente investigación se proyecta una recuperación en aproximadamente un año y medio.

Conclusiones

- La propuesta permitirá optimizar el proceso productivo de espárragos en la empresa agroindustrial, con un incremento proyectado de la productividad total en 8,71 % y de la producción en 23,6 % mediante la aplicación de herramientas del estudio del trabajo y la incorporación de una nueva máquina de lavado. Se espera así reducir tiempos improductivos y recorridos innecesarios, mejorando la eficiencia en el uso de recursos y fortaleciendo la rentabilidad y capacidad competitiva de la empresa.
- El diagnóstico realizado permitió identificar las principales causas de la baja productividad en el proceso, que incluyen una tasa de mermas del 15 % en el área de clasificación lo que significa que no se aprovechan debidamente los recursos por una falta de capacitación al personal, además se identificó un cuello de botella en la etapa de lavado de 1,46 minutos/caja que generan un desequilibrio en el sistema de producción. Por otra parte, se encontró que la ineficiente distribución de las máquinas, lo que recorridos innecesarios y lentos, el cual se comprueba con solo un 47,06 % de actividades productivas en el proceso. Por último, mediante diagramas bimanuales se identificaron actividades que no generan valor en la etapa de encajado y etiquetado de espárragos. Estos problemas identificados generan pérdidas significativas de S/ 456 740,80 por año.
- Las acciones planteadas como lo son el plan de capacitación, rediseño de técnicas de trabajo, redistribución de planta con Guerchet y SLP, y adquisición de nueva maquinaria, se proyecta que sean efectivas, logrando reducir el tiempo de ciclo en 19,18 %, aumentar la producción en 23,6 % y elevar la productividad total a 0,0387 cajas/sol. Con ello, no solo se mejorarían los indicadores productivos, sino que también se fomentaría una cultura organizacional orientada a la eficiencia y calidad.
- La evaluación económica proyecta que la propuesta será viable y rentable, con un VAN estimado de S/367,886.64, una TIR de 90,46 % frente a una TMAR de 17,88 % y un periodo de recuperación de 1,63 años. Estos indicadores reflejan que, de implementarse, la inversión podrá recuperarse en el corto plazo y generar beneficios sostenibles, contribuyendo al fortalecimiento de la empresa y de la agroindustria del espárrago en Lambayeque.

Recomendaciones

- En general, es recomendable investigar y analizar las mejores prácticas de procesos productivos de espárragos en empresas de la región que han implementado mejoras similares. Esto permitirá identificar nuevas oportunidades de optimización que puedan complementar las mejoras actuales y fomentar una cultura de innovación continua en la organización. Además, este tipo de estudios facilitará la identificación de tecnologías emergentes como IA aplicables al proceso de producción. Implementar estos hallazgos podría otorgar a la empresa una ventaja competitiva en términos de eficiencia y calidad.
- Se recomienda a los investigadores evaluar el impacto del monitoreo basado en herramientas de análisis de datos en la identificación de puntos críticos del proceso productivo. También sería valioso realizar estudios periódicos de tiempos y movimientos para detectar cuellos de botella y mermas, lo cual ayudaría a mejorar la eficiencia en el sector agroindustrial
- Para estudios futuros podrían explorar más a fondo el uso de metodologías avanzadas como lean y six sigma, realizando capacitaciones y estudios específicos que permitan adaptar estas técnicas a las particularidades del proceso productivo de espárragos. Asimismo, se sugiere evaluar el impacto potencial de la automatización en etapas críticas mediante un análisis costo- beneficio detallado.
- Se sugiere llevar a cabo investigaciones complementarias que incluyan análisis de sensibilidad y evaluación de escenarios de riesgo. Esto permitirá prever posibles fluctuaciones en los costos de producción, demanda del producto y condiciones del mercado, asegurando así que las inversiones realizadas mantengan su rentabilidad en diferentes entornos económicos y financieros. Además, se recomienda desarrollar un plan de contingencia para afrontar posibles cambios en el entorno externo, como variaciones en el costo de insumos y condiciones climáticas.

Referencias

- [1] USDA Economic Research Service, "Peru: An Emerging Exporter of Fruits and Vegetables," Economic Research Service, Oct. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ers.usda.gov>
- [2] Fresh Fruit Portal, "Peruvian asparagus exports decline by 22% in volume," Fresh Fruit Portal, Mar. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.freshfruitportal.com>
- [3] S. Preuss, "Radiografía al mercado de espárragos: Perú encabeza la exportación sudamericana y a nivel global solo lo supera China," DF SUD, n.º 4, p. 10, 31 de julio de 2023. Disponible en: <https://dfsud.com/america/radiografia-al-mercado-de-esparragos-peru-encabeza-la-exportacion>
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, "Producción de espárrago creció 20.2% en setiembre del presente año," Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI - Plataforma del Estado Peruano. [En línea]. Disponible en: <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-esparrago-crecio-202-en-setiembre-del-presente-ano-13214/#:~:text=En%20setiembre%20de%202021,%20la,lo%20dio%20a%20conocer%20el/>
- [5] Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias, "Complejo Agroindustrial Beta instalará 250 hectáreas de espárragos este año y otras 250 hectáreas en 2023," [En línea]. Disponible en: <https://agraria.pe/noticias/complejo-agroindustrial-beta-instalara-250-hectareas-de-esparragos-29182>
- [6] J. L. Villa Quiroz, "Propuesta de mejora en el proceso de clasificación de espárrago para incrementar la rentabilidad de una empresa Agroindustrial en la región La Libertad," Tesis de Licenciatura, Univ. Priv. Del Norte, Trujillo, 2021.
- [7] I. Trylesinski Erazo, "Desarrollo de la estrategia operativa para la exportación de espárrago verde fresco en la empresa Floridablanca Sac," Tesis de Licenciatura, Univ. Ricardo Palma, Lima, Perú, 2021.

- [8] S. N. Hernández y K. Y. Sánchez, "Innovation and competitiveness: micro and small enterprises of agroindustrial sector in Cúcuta". *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación: RIDI*, 8(1), 2017.
- [9] E. M. Velásquez, "Propuesta de mejora para incrementar la productividad en el proceso de Selección y Clasificación de Espárrago Blanco (*Asparagus Officinalis* L.) de la empresa Green Perú S.A," Tesis de Licenciatura, Univ. César Vallejo, Trujillo, Perú, 2019.
- [10] J. Carranza Santos, "Diseño y simulación de la automatización del proceso de conserva de espárragos para el incremento de la productividad," Tesis de Licenciatura, Univ. Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2021.
- [11] M. M. Bustamante, "Mejora del proceso de conserva de espárrago verde en la empresa Alpes Chiclayo S.A.C., para aumentar la productividad," Tesis de Licenciatura, Departamento de Ingeniería Industrial, Univ. Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2019.
- [12] Manikandaprabu, "Productivity Improvement through Lean Manufacturing," *IJEAT*, vol. 8, n.º 5, p. 4, 2019.
- [13] S. Nandar, "Efficiency Improvement in a Garment Industry of Myanmar through Kaizen Implementation," *Int. J. Trend Scientific Res. Develop.*, vol. 7, n.º 3, p. 7, 2023.
- [14] J. L. Almerco Palomino, "Impacto de las exportaciones de espárragos frescos en la economía del Perú: un análisis del mercado internacional durante el periodo 2007- 2019," *Revista de Análisis y Difusión de Perspectivas Educativas y Empresariales*, n.º 17, 2022.
- [15] P. T. Arias Olazabal, A. A. Calderón Ramírez y S. P. Rodríguez Vicente, "Aplicación del estudio de tiempos para incrementar la productividad del área de producción de la empresa Nutreina S.A.," 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7832>. [Accedido: 11 de abril de 2024].
- [16] K. A. Diaz Muñoz, "Propuesta de mejora del proceso productivo de arándanos frescos de una empresa agroindustrial mediante simulación para incrementar la productividad," Tesis de Licenciatura, Univ. Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2022. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5968>. [Accedido: 11 de abril de 2024].
- [17] D. A. González Morales y D. A. Idrovo Bravo, "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," Tesis de Licenciatura, Univ. Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador, 2022. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22789>. [Accedido: 11 de abril de 2024].

[18] E. R. Larios Huaraca, "Estudio de tiempo en el área de volcado para incrementar la productividad en la empresa Agroindustrias Verdeflor S.A.C.," Univ. Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3102>. [Accedido: 11 de abril de 2024].

[19] N. P. Sánchez, "Diagnóstico de costos operacionales en el área de producción en una empresa agroindustrial de Trujillo," Tesis de Licenciatura, Departamento de Ingeniería Industrial, Univ. Privada del Norte, Trujillo, Perú, 2020.

[20] Y. S. Álvarez y M. A. Silva, "Redistribución de planta para incrementar la productividad en la Empresa Super Papas JJ, Arequipa," Tesis de Licenciatura, Departamento de Ingeniería Industrial, Univ. Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Arequipa, Perú, 2022.

[21] A. J. Saldaña, "Aplicación de la metodología SLP y su efecto en la productividad del molino agroindustrial San Francisco S.A.C, Pacasmayo," Tesis de Licenciatura, Departamento de Ingeniería Industrial, Univ. Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chepén, Perú, 2020.

[22] P. G. Hidalgo, "Propuesta de mejora del proceso productivo para aumentar la productividad en una empresa de confecciones," Tesis de Licenciatura, Departamento de Ingeniería Industrial, Univ. Señor de Sipán, Pimentel, Perú, 2020.

[23] J. F. Finetti y S. M. Torres, "Plan de mejora para incrementar la productividad en la empresa textil Representaciones Gudiel EIRL – Chiclayo," Tesis de Licenciatura, Departamento de Ingeniería Industrial, Univ. Señor de Sipán, Pimentel, Perú, 2023.

[24] V. Yepes, "El estudio de métodos como técnica de mejora de la productividad," [En línea]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/05/10/el-estudio-de-metodos-como-tecnica-de-mejora-de-la-productividad/>. [Accedido: 15 de abril de 2024].

[25] E. J. Palacios Jiménez, "Mejora de la productividad de la planta de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos S.A. mediante la implementación de un sistema de producción Esbelta," Tesis de Maestría, Esc. Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2016.

[26] B. W. Niebel, Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, 11ª ed., México, D.F.: McGraw-Hill, 1999.

- [27] K. I. Yataco Ramirez, "Propuesta de mejora en el proceso de empacado de espárragos verdes para incrementar la productividad en la planta Chincha De Virú S.A," Tesis de Licenciatura, Univ. Ricardo Palma, Lima, Perú, 2020.
- [28] C. Méndez, Metodología de la Investigación, 5ª ed., Lima, Perú: Alpha Editorial, 2020.
- [29] I. Zamora y L. Calixto, Metodología de La Investigación Científica para Tesis, [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/521185904/Metodologia-de-La-Investigacion-Cientifica-Para-Tesis-2021-1>. [Accedido: 07-oct-2024].
- [30] A. Martínez Cerón, T. J. Hernández Gracia, D. Duana Ávila y E. Martínez Muñoz, "Proceso productivo aplicando el Value Stream Mapping en la industria del plástico," Revista Venezolana de Gerencia, vol. 9, n.º 106, pp. 568-580, 2024.
- [31] Sistema de Educación Digital UG, "Clase digital 4. Mejora de métodos de trabajo," Universidad de Guanajuato. [En línea]. Disponible en: <https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-4-mejora-de-metodos-de-trabajo/>. [Accedido: 15 de abril de 2024].
- [32] L. C. Peña Cubas, "Propuesta de Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar los tiempos de producción en una empresa Electromecánica," Univ. Ricardo Palma, Lima, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/7102/T030_72497764_T%20%20Pe%C3%B1a%20Cubas%2C%20Luis%20Carlos.pdf?sequence=1. [Accedido: 08-sep-2024].
- [33] Ruiz, A. Simón, F. Sotelo, y C. Raymundo, «Optimized plant distribution and 5S model that allows SMEs to increase productivity in textiles», Univ. Peru. Cienc. Apl. UPC, 2019, doi: 10.18687/LACCEI2019.1.1.59
- [34] G. P. Tuesta Sanchez, G. Chihuahua Angeles, y V. Calla Delgado, «Incremento de la productividad en una empresa conservera de pescado.», INGnosis Rev. Investig. Científica, vol. 6, n.o 1, pp. 36-46, 2024, doi: 10.18050/ingnosis.v6i1.2559.
- [35] H. Alva-Altamirno, R. Soldevilla-Bacchas, y J. Quiroz-Flores, «Application of mixed methodologies to increase the productivity of an agro-industrial company», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2023

[36] X. Jiang, M. Shao y B. Bateer, "Economic and environmental analysis of composite recycling techniques for the design of future waste management supply chains," *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 25, n.º 18, pp. 1659-1671, 2022.

[37] S. Tejada-Guevara, C. Vilcas-Mitma, M. Herrera-Portal, J. Velásquez-Costa, y H. Vilchez-Baca, «Diagnosis and Improvement in a Fresh Grape Agro-Exporting Company Using Management Techniques», presentado en *Proceedings of the World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering*, 2024. doi:10.11159/icmie24.142.

[38] G. V. Rao Punna, S. Nallusamy, P. S. Chakraborty, y S. Muralikrishna, «Study on Productivity Improvement in Medium Scale Manufacturing Industry by Execution of Lean Tools», *Int. J. Eng. Res. Afr.*, vol. 48, pp. 193-207, 2020, doi: 10.4028/www.scientific.net/JERA.48.193.

[39] M. Reynaga Ibañez, "Propuesta de mejora del proceso de tratamiento de plumas producidas en una empresa avícola en Lima Metropolitana," *Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas*, Lima, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/657839/Reynaga_ID.pdf?sequence=11. [Accedido: 08-sep-2024].

Anexos**Anexo 1. Autorización para el recojo de información****AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN**

En Lambayeque el 05 de Setiembre del 2023.

Sr. Wilbert Mendoza Almeyda

Jefe de Administración de Personal

EMPRESA COMPLEJO AGROINDUSTRIAL BETA SA

AUTORIZA: permiso de recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: " MEJORA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE ESPÁRRAGOS EN EL COMPLEJO BETA S.A EN JAYANCA PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD "

Por el presente doy la autorización siendo el jefe de operaciones de la empresa: Wilbert Mendoza Almeyda autorizo al alumno: Obando de la Cruz Kihara con DNI ° 71874368 estudiante de la escuela profesional de ingeniería industrial al uso de dicha información para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



beta *Wilbert Mendoza Almeyda*
Jefe de Administración de Personal
Complejo Agroindustrial Beta S.A.

DNI 21854708

Anexo 2: Encuesta Likert

Encuesta a los trabajadores involucrados en la clasificación de espárragos

Correo electrónico:

Instrucciones: Por favor, marque la opción que mejor refleje su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

ITEM 1: Siento que estoy bien preparado para realizar mi trabajo correctamente

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

ITEM 2: Cometo errores frecuentemente en mi trabajo

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

ITEM 3: La empresa proporciona recursos adecuados para mejorar nuestras habilidades.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

ITEM 4: Los errores en la etapa de clasificación son comunes entre los trabajadores.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

ITEM 5: Las herramientas y materiales que utilizamos son suficientes para evitar errores en nuestro trabajo.

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo

- o De acuerdo
- o Muy de acuerdo

ITEM 6: Estoy satisfecho con el apoyo y los recursos que recibo para realizar mi trabajo.

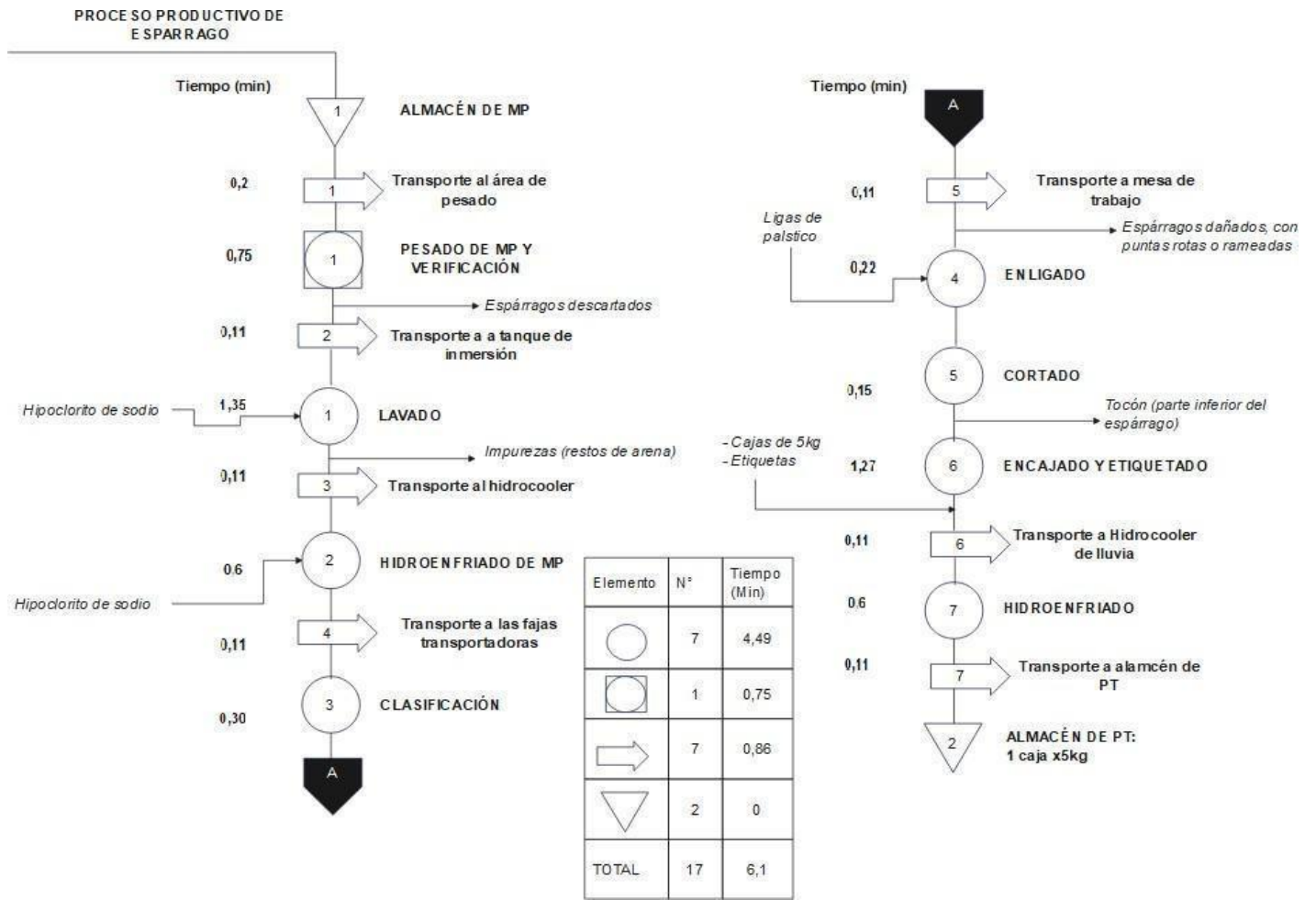
- o Muy en desacuerdo
- o En desacuerdo
- o Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- o De acuerdo
- o Muy de acuerdo

A continuación, se muestra el análisis de fiabilidad de la encuesta aplicada, el cálculo se realizó mediante SPSS:

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,951	6

Interpretación: Un valor de Alfa de Cronbach de 0.951 indica un nivel de consistencia interna excelente, lo que significa que las preguntas o ítems del cuestionario están muy relacionadas entre sí y miden de manera coherente el mismo constructo.

Anexo 3: Diagrama de análisis de procesos de espárragos (DAP) – Actual



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Cotización de máquina de lavado mediante Alibaba

Henan Reliable Industrial [Co.,Ltd](#)
 Contact Name: Aileen Liu Cell/Whatsapp: +86 185 6999 4832
 Email: aileen@hnreliable.com



Quotation Sheet

Automatic Asparagus Washing Line

Quotation Date: 2024.05.11

Valid Time : 15 Days

General Description

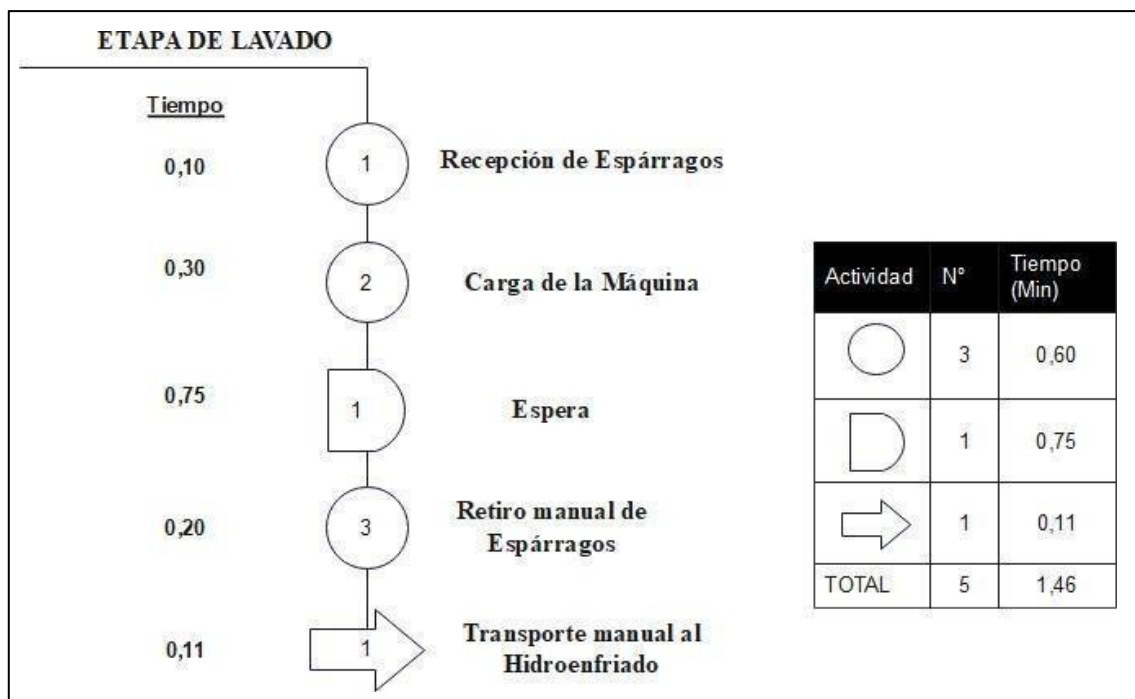
Following two different models optional

No.	Product Name	Capacity :	Qty	Unit Price	Total Amount
1	High Pressure Washing Machine Overall <u>Dimension</u> : L3200*W800*H1100 (mm) Power: 17.45kw Voltage: 220V-80Hz-3Phase	600kg/hour	1	\$5235,60	\$5235,60 (s/ 20 000.00)
Sub-Total EXW					\$5235,60

Remarks:

- Trade terms: EXW Price
- Lead time: 25-35 days after 40% deposit, the balance before shipment.

Anexo 5: DAP delimitado en la etapa de lavado de espárragos

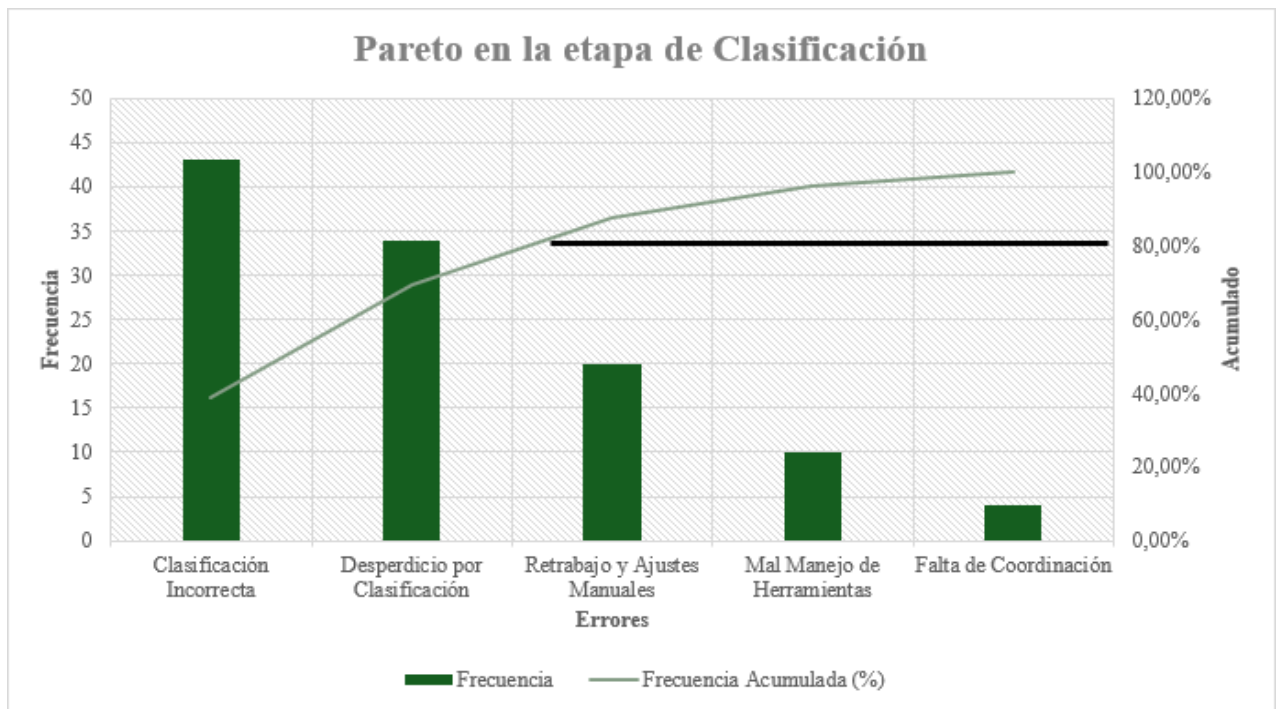


Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Evaluación de actividades

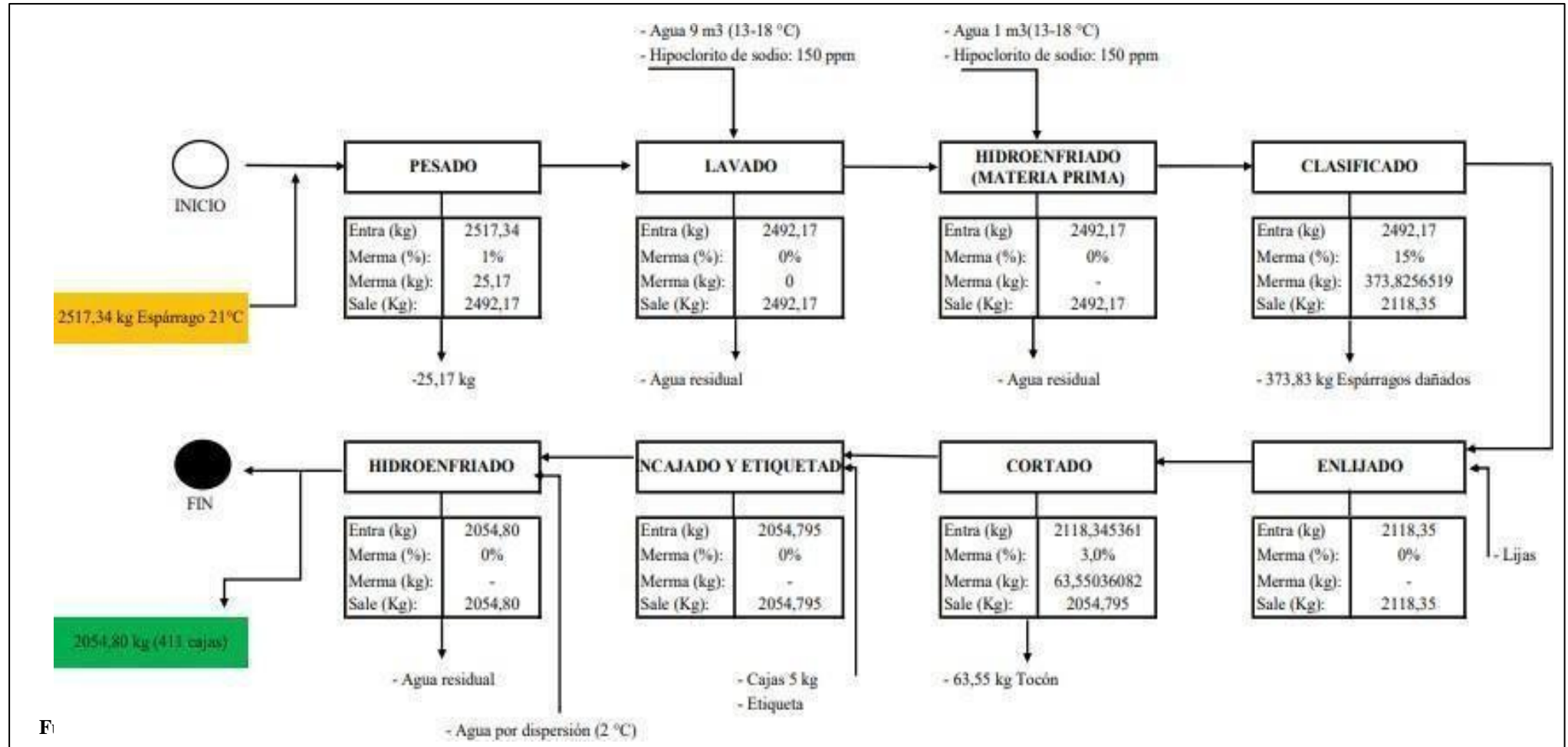
Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Agrega Valor	No Agrega Valor
Recepción de espárragos	Recibir los espárragos y prepararlos para el lavado	0,1	X	
Carga de la máquina	Cargar los espárragos en la máquina	0,3	X	
Espera	Esperar a la máquina	0,75		X
Retiro manual	Retirar los espárragos de la máquina	0,2	X	
Transporte a la siguiente etapa	Transportar los espárragos a la siguiente etapa	0,11		X
	Total	1,46	0,6	0,86

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Gráfico de pareto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Balance de Materia actual



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Matriz de Operacionalización

Variable	Tipo De Variable	Dimensiones	Indicador	Técnicas	Instrumentos
Productividad	Dependiente	Productividad Total	$PT = \frac{Salida\ PT}{Ingreso\ MP + Costo\ de\ producción + MOD}$	Análisis documental	Guía de análisis documental
Proceso Productivo (mejora)	Independiente	Nueva técnica de trabajo			Diagrama bimanual
		Adquisición de nueva máquina de lavado	$\%tiempo\ improductivo = \frac{Tiempo\ improductivo}{Ciclo} \times 100$	-Observación directa	DOP, DAP, Diagrama Hombre-Máquina de Recorrido
		Redistribución mediante SLP	$\%Act.\ Productivas = \frac{\sum(Operación \pm Inspección \pm Op.\ combinada)}{Total\ de\ actividades} \times 100$	-Análisis documental	

Plan de
capacitación

$$\%merma = \frac{Kg \text{ de merma}}{Kg \text{ de materia prima que entra}}$$

Encuesta

Cuestionario
Likert

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Resumen de resultados de la encuesta aplicada

Pregunta	ESCALA				
	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Siento que estoy bien preparado para realizar mi trabajo correctamente	60,00%	30,00%	10,00%	-	-
Cometo errores frecuentes en mi trabajo	-	-	-	70,00%	30,00%
La empresa proporciona recursos adecuados para mejorar nuestras habilidades	50,00%	40,00%	10,00%	-	-
Los errores en la etapa de clasificación son comunes entre los trabajadores	-	-	-	60,00%	40,00%
Las herramientas y materiales que utilizamos son suficientes para evitar errores en nuestro trabajo	20,00%	50,00%	30,00%	-	-
Estoy satisfecho con el apoyo y los recursos que recibo para realizar mi trabajo	50,00%	40,00%	10,00%	-	-

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Diagrama bimanual actual

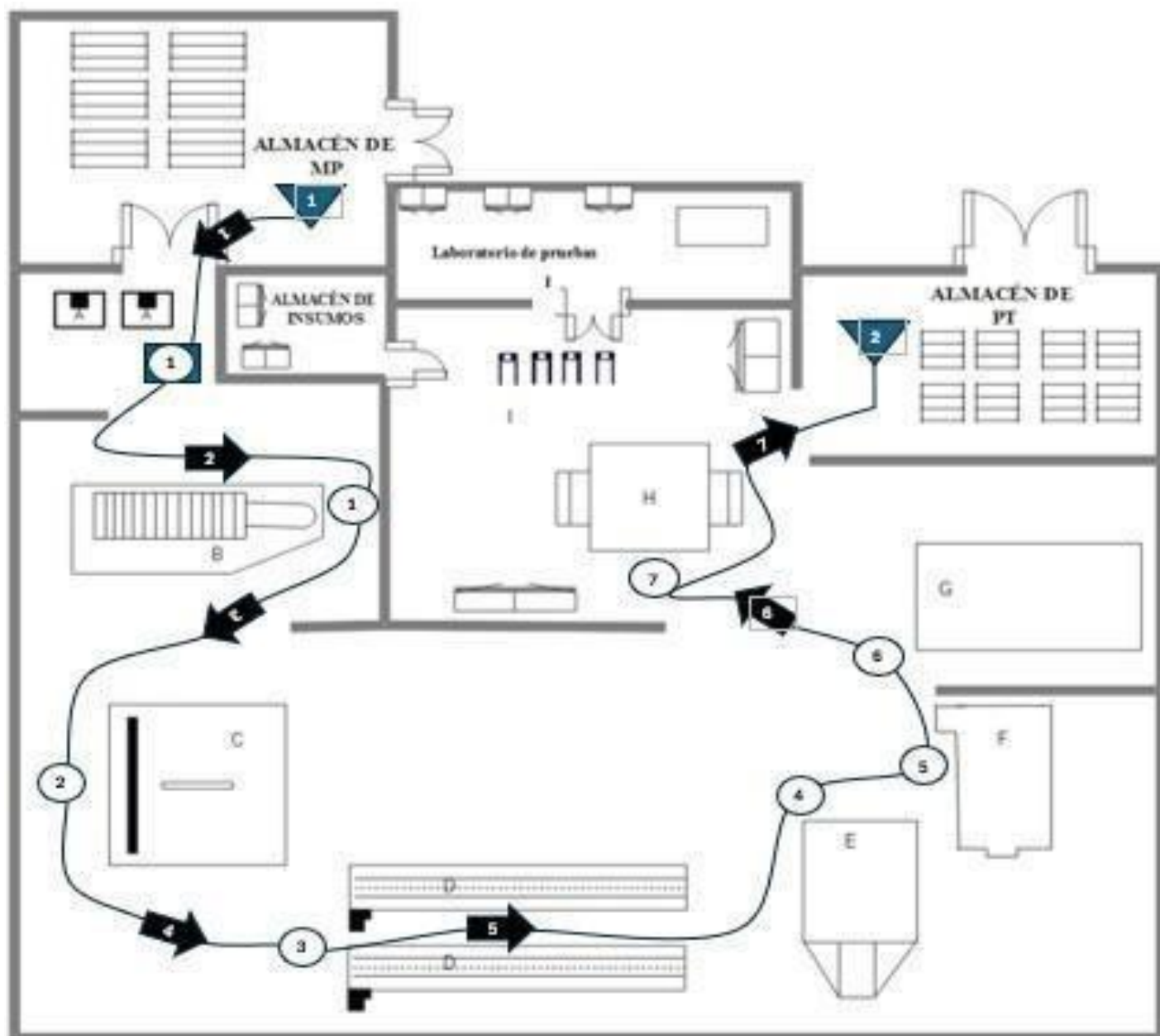
Diagrama Num.3		Hoja Num. de	3	Diagrama Bimanual				Resumen			
Dibujo: 1 mesa de trabajo con 4 trabajadores											
Operación: Encajado y etiquetado											
Lugar: Empresa agroindustrial											
Metodo : Actual											
Operario (s) : 04				Ficha Num.4							
Fecha: 29/05/2024											
Descripcion Mano Izquierda	Tiempo (min)	Simbolo				Simbolo				Descripcion Mano Derecha	
		○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽		
Toma una caja vacia	0,10	X							X	Espera	
Coloca la caja en la mesa	0,10	X						X		Espera	
Espera	0,30			X		X				Toma el paquete de espárragos	
Ajusta la posición de la caja	0,16	X				X				Coloca el paquete en la caja	
Espera	0,20			X		X				Acomoda los espárragos en la caja	
Cierra la caja	0,10	X				X			X	Espera	
Espera	0,11			X		X				Toma una etiqueta	
Aplica la etiqueta	0,10	X						X		Espera	
Mueve la caja etiquetada	0,10		X						X	Espera	
Total	1,27	5	1	3	4	5				Total	

Fuente: Elaboración propia

Mano izquierda		Mano Derecha	
Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Operación	5	Operación	4
Espera	3	Espera	5
Transporte	1	Transporte	0
Total	9	Total	9

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Diagrama de recorrido



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Diagrama de Ishikawa y resumen de pérdidas económicas

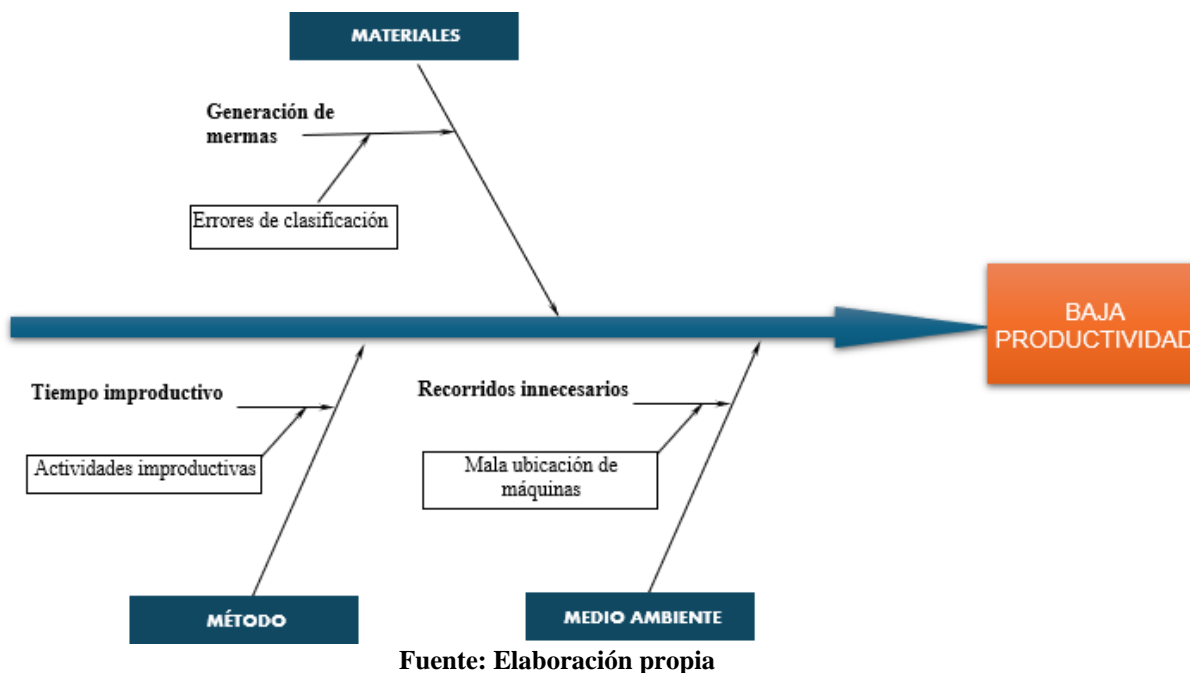


Tabla de pérdidas monetarias de cada problema identificado.

PROBLEMA	CAUSAS	PERDIDA ECONOMICA S/
Baja productividad	Actividades improductivas	S/ 91 366
	Mala ubicación de máquinas	S/ 15 469,92
	Errores de clasificación	S/ 349 904,88

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Nueva máquina



Modelo: High Pressure Washing Machine

Capacidad: 600 kg/h

Especificaciones:

- **Dimensiones:** L3200W800H1100 (mm)
- **Potencia:** 14,45 kW
- **Voltaje:** 220V-80Hz-3Phase
- **Características:**
 - Sistema de lavado a alta presión
 - Carga y descarga automática
 - Eficiencia energética
 - Interfaz intuitiva para fácil operación
 - Mecanismo de autolimpieza

Anexo 15: Diagrama bimanual propuesto para la etapa de encajado y etiquetado

Diagrama N° -		Hoja Num. de -		Diagrama Bimanual									
Dibujo: 1 mesa de trabajo con 4 trabajadores				Resumen									
Operación: Encajado y etiquetado													
Lugar: Empresa agroindustrial													
Metodo: Propuesto													
Operario (s) : 04		Ficha Num.											
Compuesto por: Fecha: -				Simbolo		Simbolo							
Aprobado por: Fecha: -				○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽		
Descripcion Mano Izquierda		Tiempo (min)	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	Descripcion Mano Derecha		
Toma una caja vacia		0,10	X				X				Toma una caja vacia		
Coloca la caja en la mesa		0,10	X				X				Coloca la caja en la mesa		
Toma el paquete de espárragos		0,22	X				X				Toma el paquete de espárragos		
Coloca el paquete en la caja		0,16	X				X				Coloca el paquete en la caja		
Acomoda los espárragos en la caja		0,21	X				X				Acomoda los espárragos en la caja		
Cierra la caja		0,05	X				X				Cierra la caja		
Toma una etiqueta		0,11	X				X				Toma una etiqueta		
Aplica la etiqueta		0,10	X				X				Aplica la etiqueta		
Mueve la caja etiquetada		0,13		X				X			Mueve la caja etiquetada		
Total		1,18	8	1	0		8	1	0		Total		

Fuente: Elaboración propia

Mano izquierda		Mano Derecha	
Elemento	Tiempo (min)	Elemento	Tiempo (min)
Operación	1,05	Operación	1,05
Espera	0,00	Espera	0,00
Transporte	0,13	Transporte	0,13
Total	1,18	Total	1,18

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Redistribución de planta

Matriz de Relaciones entre Áreas

ETAPA	LETRA	A	B	C	D	E	F	G
Pesado	A	-						
Lavado	B	A	-					
Hidro enfriado de MP	C	I	A	-				
Clasificación	D	U	I	A	-			
Enligado	E	U	U	O	A	-		
Cortado	F	U	U	U	I	A	-	
Encajado y etiquetado	G	U	U	U	I	E	A	-
Hidrogenado de PT	H	O	O	O	O	I	O	A

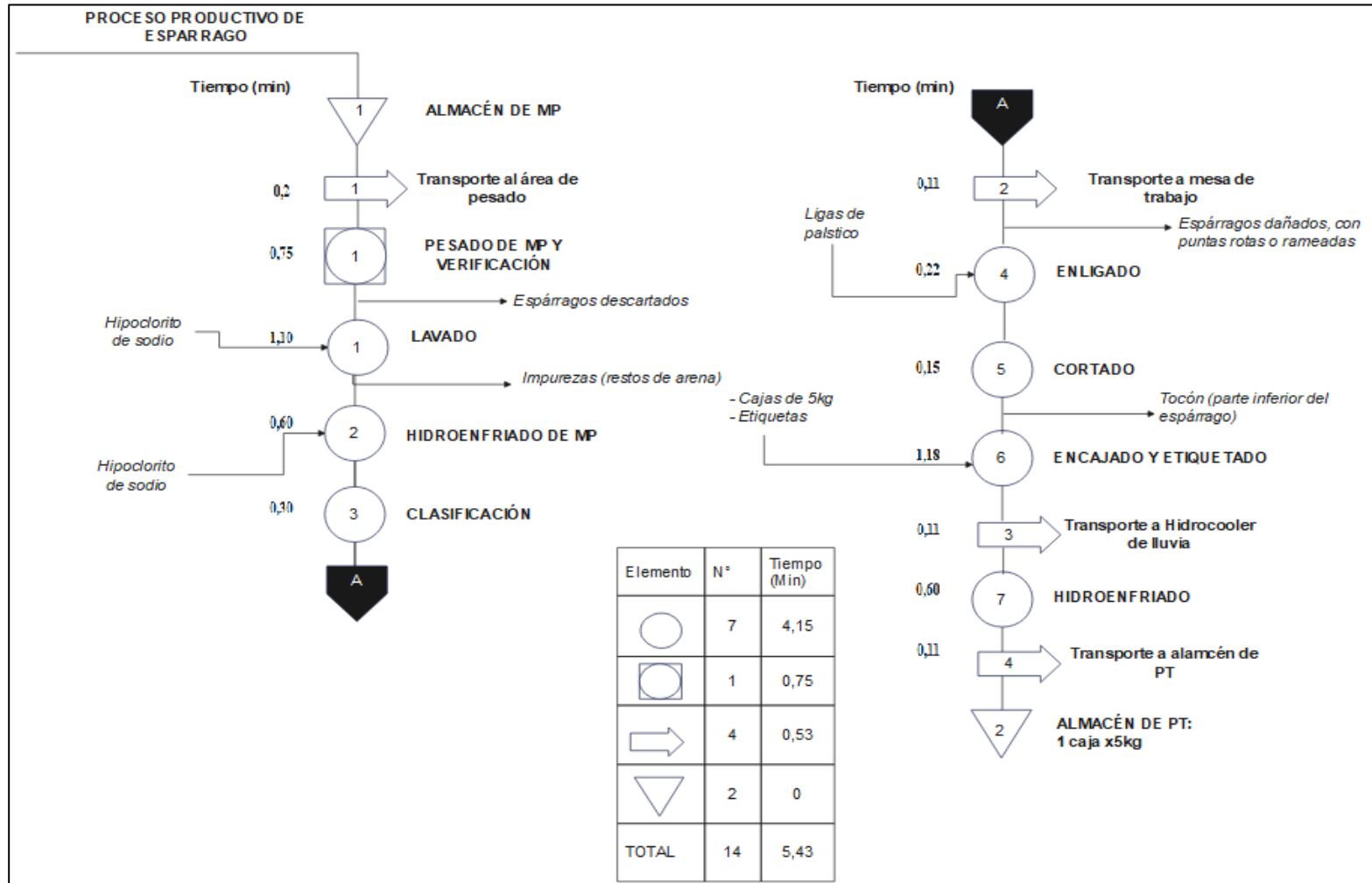
Fuente: Elaboración propia

Clasificación de Relaciones de Proximidad

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente necesaria
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Diagrama de análisis de procesos de espárragos (DAP) propuesto



Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Cronograma del plan capacitación

Etapa	Duración	Temas y actividades	Recursos necesarios	Semana 1					___Responsable
				1	2	3	4	5	
Introducción	1 hora	Objetivos y expectativas, importancia de la clasificación	Diapositivas	X					Supervisor de producción
Sesión Teórica	2 horas	Conceptos básicos de clasificación, impacto de los errores	Presentaciones y manuales		X				Supervisor de producción
Sesiones Prácticas	4 horas	Práctica con espárragos reales, técnicas de precisión, uso adecuado de herramientas	Espárragos para práctica, herramientas de clasificación			X			Supervisor de producción

Evaluaciones y Retroalimentación	4 horas	Evaluación del progreso, identificación de áreas de mejora, discusión de resultados	Pruebas prácticas, evaluadores	X	Supervisor de producción
Conclusiones y Cierre del Programa	1 hora	Resumen de conocimientos, evaluación final, certificación	Presentaciones y certificados	X	Supervisor de producción

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19: Estructura de capacitación

	Actividad	Duración	Objetivo	Responsable
Día 1	Introducción	1 hora	Conocer la importancia de la precisión en la clasificación y sus impactos.	Supervisor
Día 2	Sesión Teórica	2 horas		
Día 3	Sesiones Prácticas	4 horas	Practicar técnicas de clasificación con espárragos reales.	Supervisor
Día 4	Evaluaciones y Retroalimentación	4 horas	Evaluar el progreso y retroalimentar para corregir errores.	Supervisor
Día 5	Conclusiones y Cierre del Programa	1 hora	Resumir conocimientos adquiridos y realizar evaluación final.	Supervisor

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión	S/198 457,40	-	-	-	-	-
Capital propio	S/178 611,66	-	-	-	-	-
Financiamiento	S/19 845,74	-	-	-	-	-
Ingresos	-	S/605 280,00	S/617 567,18	S/630 103,80	S/642 894,90	S/655 945,67
Costo de producción	-	S/151 320,00	S/154 391,80	S/157 525,95	S/160 723,73	S/163 986,42
costos operativos	-	S/216 766,24	S/221 166,59	S/225 656,28	S/230 237,10	S/234 910,91

Depreciación	-	S/17 644,00	S/17 644,00	S/17 644,00	S/17 644,00	S/17 644,00
Gastos financieros	-	S/20 738,65				
utilidad antes de impuestos	-	S/198 811,11	S/224 364,79	S/229 277,57	S/234 290,08	S/239 404,34
Impuestos (29.5%)	-	S/58 649,28	S/66 187,61	S/67 636,88	S/69 115,57	S/70 624,28
utilidad después de impuestos	-	S/140 161,83	S/158 177,18	S/161 640,69	S/165 174,51	S/168 780,06

Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5
utilidad después de impuestos		S/140 161,83	S/158 177,18	S/161 640,69	S/165 174,51	S/168 780,06
Inversión	S/178 611,66	S/0,00	S/0,00	S/0,00	S/0,00	S/0,00

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	-S/178 611,66	S/157 805,83	S/175 821,18	S/179 284,69	S/182 818,51	S/186 424,06

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21; Procedimientos a emplear

Objetivo 1: Diagnosticar el proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial

Para alcanzar el primer objetivo específico, se coordinó con el área de Recursos Humanos de la empresa agroindustrial para realizar visitas programadas. Durante estas visitas, se verificaron, mediante observación, diversos problemas que afectaban al proceso productivo de espárragos, como errores de clasificación, tiempos improductivos e inadecuada ubicación de máquinas. Se utilizaron diagramas de análisis de problemas, como el DOP, DAP, DR, entre otros, además de realizar un análisis documentario de los archivos de la empresa, los cuales estaban relacionados con la producción, registros de procesos, datos de ventas y mermas del proceso. Para evidenciar de manera estadística los errores de clasificación en el área, se aplicó un cuestionario en escala likert a los 10 trabajadores (MOD), con el fin de conocer su percepción del problema. Finalmente, con la herramienta 5W1H y el diagrama causa-efecto, se analizaron cada uno de los problemas identificados y se propusieron diversas mejoras para incrementar la productividad de la empresa.

Objetivo 2: Proponer las mejoras del proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial

Una vez identificados los problemas que afectaban negativamente la productividad de la empresa agroindustrial, se propusieron diferentes herramientas de mejora, entre ellas: la adquisición de una nueva máquina de lavado, la mejora en las técnicas de trabajo en el área de encajado y etiquetado, un plan integral de capacitación en la etapa de clasificación, y la redistribución de máquinas utilizando los métodos guerchet y SLP. La intención de proponer dichas herramientas fue reducir el cuello de botella presente en el proceso productivo, dado que se evidenció que este problema estaba dificultando la continuidad del proceso. Además, el plan de capacitación se propuso con la estrategia de disminuir el porcentaje de mermas en el área de clasificación, incrementando así la productividad total.

Objetivo 3: Evaluar económica y financieramente las propuestas de mejora

Finalmente, para evaluar económicamente y financieramente las mejoras propuestas, se realizó una cotización detallada considerando todos los costos involucrados en su implementación. Posteriormente, se calcularon los beneficios estimados en base al incremento de la productividad total generado por las mejoras. Con esta información, se elaboró un flujo de caja para un periodo de 5 años. Finalmente, se calcularon el valor neto actual (VNA), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recuperación en años (PRI) lo que permitió determinar si el proyecto era rentable o no.

Para el procesamiento y análisis de datos, se emplearon los softwares excel y SPSS. Primero, se diseñó la encuesta en google forms, la cual fue enviada a los correos de los trabajadores del área de clasificación. Posteriormente, con los datos recabados, se utilizaron en SPSS para generar las tablas y figuras necesarias para el análisis.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Indicadores de los últimos 6 meses en la empresa Agroindustrial en estudio (2024)

Mes	Salida PT (cajas)	Ingreso MP (S/)	Costo de producción (S/)	MOD (S/)	Productividad total (cajas/sol)	% Cambio respecto al mes anterior
Abril	10920,00	S/ 202 800,00	S/ 54 600,00	S/ 42 900,00	0,0364	-
Mayo	10842,00	S/ 202 020,00	S/ 54 210,00	S/ 44 850,00	0,0360	-1,10 %
Junio	10790,00	S/ 201 240,00	S/ 53 950,00	S/ 46 800,00	0,0357	-0,83 %
Julio	10868,00	S/ 201 318,00	S/ 54 340,00	S/ 48 750,00	0,0357	0,00 %
Agosto	10790,00	S/ 198 900,00	S/ 53 950,00	S/ 50 700,00	0,0355	-0,56 %
Septiembre	10738,00	S/ 198 510,00	S/ 53 690,00	S/ 50 700,00	0,0355	0,00 %

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23: Matriz de consistencia

TITULO: Propuesta de mejora del proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial para incrementar su productividad			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES
¿Cómo mejorar el proceso productivo de espárragos de una empresa agroindustrial para incrementar su productividad?	Incrementar la productividad en una empresa agroindustrial mediante la propuesta de mejora del proceso productivo de espárragos	La propuesta de mejora del proceso productivo de espárragos incrementará la productividad en la empresa agroindustrial.	V1: Proceso Productivo (mejora) V2: Productividaad
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Tipo y diseño
¿Cuáles son las deficiencias actuales en el proceso productivo de espárragos en la empresa agroindustrial?	Diagnosticar el proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial	-	Cuantitativa, no experimental, transversal
¿Qué propuestas de mejora pueden optimizar el proceso productivo de espárragos en la empresa agroindustrial?	Proponer las mejoras del proceso productivo de espárragos en una empresa agroindustrial	-	<u>Población y Muestra</u> Población: operativos (aproximadamente 26 personas), las máquinas empleadas en cada etapa del proceso, y los productos intermedios y finales generados en cada fase. Muestra: (misma que la población)
¿Cuál es la viabilidad económica y financiera de implementar las propuestas de mejora?	Evaluar económica y financieramente las propuestas de mejora.	-	<u>Técnica/Instrumento</u> Observación/DAP, DOP, DR, DB Encuesta/Cuestionario Análisis documental/Guía de análisis documental

Fuente: Elaboración propia

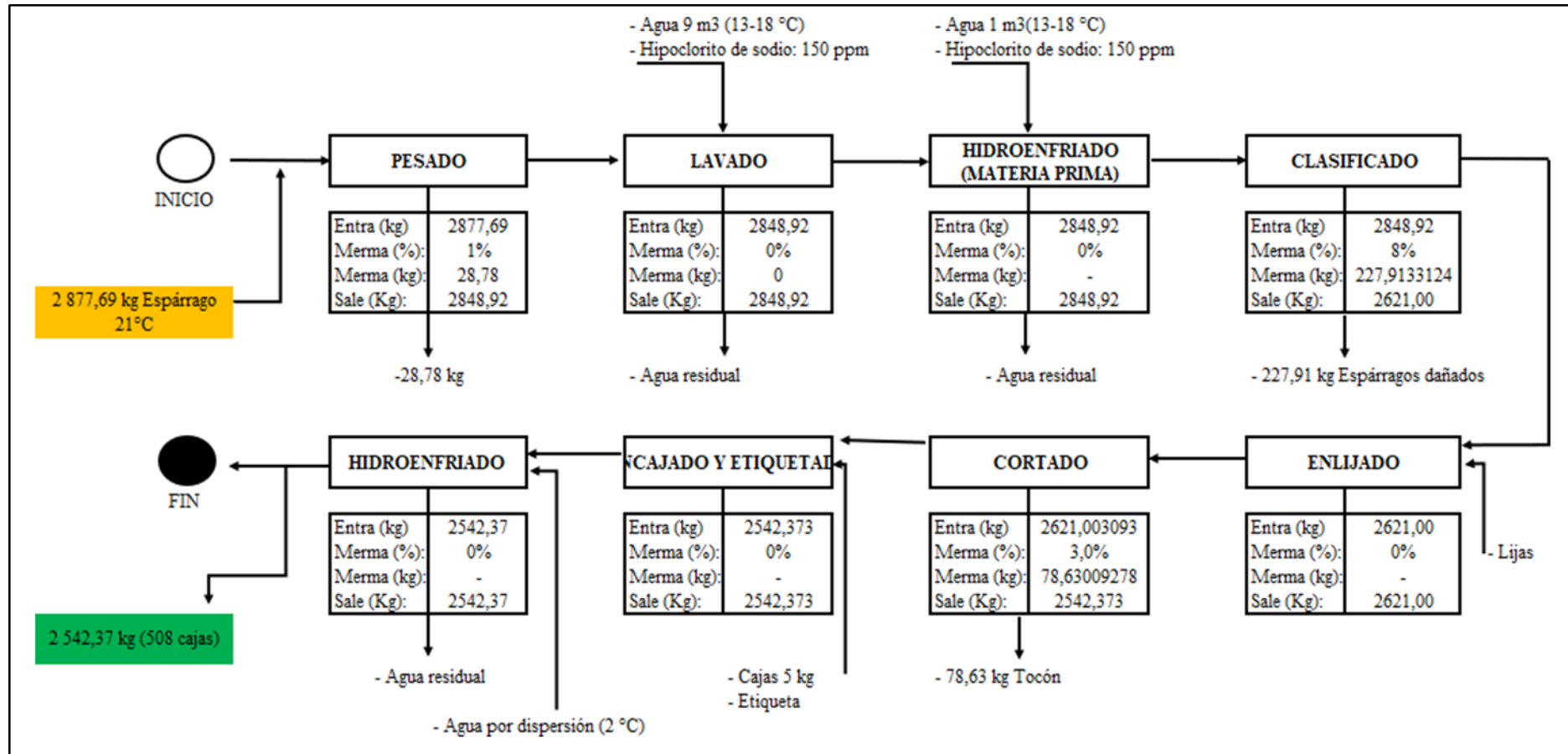
Anexo 24: Tabla de medidas de Mejora, Secuencia y Tiempo propuestas

<p>Nueva técnica de trabajo: Implementar una técnica de trabajo en la etapa de encajado y etiquetado enfocada en la reducción de tiempos improductivos mediante la optimización de las actividades manuales en el ciclo productivo. Esto incluirá capacitación al personal para que reduzca los tiempos muertos entre tareas. A continuación, se muestra la secuencia:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación → Implementación de técnica → Seguimiento y ajuste. • Tiempo estimado: 10 días de capacitación de forma trimestral cada año.
<p>Adquisición de nueva máquina de lavado: Incorporar una máquina de lavado de mayor capacidad para mejorar la eficiencia en esta fase y reducir el cuello de botella actual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de equipo → Adquisición e instalación → Pruebas operativas. • Tiempo estimado: 1 mes desde la adquisición hasta la puesta en marcha.
<p>Redistribución mediante SLP (Systematic Layout Planning): Reorganizar el flujo de trabajo con base a los cálculos de áreas (Método de guerchet) y luego un análisis SLP para minimizar los desplazamientos innecesarios y mejorar la secuencia de actividades en planta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencia: Método Guerchet → Propuesta de redistribución SLP → Implementación. • Tiempo estimado: 7 días de planificación y 12 días de ejecución.

<p>Plan de capacitación: Capacitar a los 10 operarios del área de clasificación en técnicas de manejo y optimización de materias primas, con el objetivo de reducir la tasa de mermas.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Secuencia: Diseño del plan → Ejecución de capacitaciones → Evaluación de resultados.• Tiempo estimado: 5 días de capacitación de forma trimestral cada año.
--	--

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Balance de materia propuesto



Fuente: Elaboración propia