



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE ESPÁRRAGO PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL EN LA REGIÓN LA LIBERTAD”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:
Jorge Luis Villa Quiroz

Asesor:
Dr. Ing. Miguel Rodríguez Alza

Trujillo - Perú
2021

DEDICATORIA

A mis padres, Alcides y Victoria, por apoyarme sin descanso durante esta y todas mis aventuras.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Alcides y Victoria, que con su esfuerzo y sacrificio me enseñaron el camino a seguir, a mis hermanos, Daysi y William, por su apoyo incondicional, a mi alma máter, la Universidad Privada del Norte y docentes por las lecciones impartidas, y a Dios por permitirme completar este camino y por los próximos que se abrirán.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	13
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Agroexportaciones por sectores en US\$ miles, 2019 - 2020	9
Tabla 02: Principales productos de exportación en US\$ millones, 2019 – 2020	9
Tabla 03: Principales destinos de exportaciones de espárrago en US\$ millones, 2020	10
Tabla 04: Exportaciones de espárrago fresco en US\$ por empresa, 2019 – 2020	11
Tabla 05: Resultados de encuesta de calificación de causas raíz	25
Tabla 06: Costo de mano de obra sin mejora	26
Tabla 07: Costo de mano de obra con la mejora	26
Tabla 08: Sobrecostos de mano de obra en US\$	26
Tabla 09: Matriz de indicadores de las propuestas de mejora	28
Tabla 10: Cronograma de capacitaciones	29
Tabla 11: Indicadores de gestión	30
Tabla 12: Información contable de las secciones de selección antiguas	30
Tabla 13: Información contable de las secciones de selección mejoradas	31
Tabla 14: Reducción de costos en US\$ con la implementación de la mejora	32
Tabla 15: Flujo de caja por la venta por las secciones de selección antiguas	33
Tabla 16: Flujo de caja de la implementación de la mejora	33
Tabla 17: Evaluación financiera del proyecto de mejora	34
Tabla 18: Comparativo del personal requerido antes y después del proyecto	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Evolución de las Agroexportaciones en US\$ millones, 2011 - 2020	8
Figura 02: Evolución de las exportaciones de espárrago en US\$ millones, 2014-2020	10
Figura 03: Organigrama de la empresa agroindustrial	12
Figura 04: Diagrama del proceso de clasificación manual	21
Figura 05: Diagrama del proceso de clasificación máquina sin mejora	22
Figura 06: Diagrama de Ishikawa del proceso de clasificación	24
Figura 07: Diagrama del proceso de clasificación máquina mejorado	29
Figura 08: Sección de selección con mejora	35
Figura 09: Espárrago procesado en máquina y líneas manuales	36
Figura 10: Implementación de pizarras para el seguimiento de la productividad	37
Figura 11: Productividad de clasificación máquina con la mejora	37
Figura 12: Costo MO de clasificación máquina con la mejora	38

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo, realizado en una empresa productora y exportadora de frutas y hortalizas localizada en la ciudad de Trujillo, región La Libertad, tiene por objetivo reducir los costos operativos del proceso de clasificación de espárrago blanco mediante la implementación de proyecto de mejora en el proceso de clasificación.

De este modo, se identificó que las máquinas clasificadoras operan al 57% de su capacidad teórica, lo cual resulta sumamente improductivo y no cumple con las expectativas puestas al momento de su adquisición. Esto repercute directamente en los costos operativos, encareciendo el producto y restándole competitividad a la organización frente a la competencia.

Es así, que se solicitó realizar una modificación a las máquinas clasificadoras, además de capacitar al personal operativo e implementar indicadores que permitan incrementar y monitorear la productividad de este proceso y así, reducir los costos de operación.

Posterior a la implementación al proyecto de mejora, se logró incrementar la productividad de 850 a 1,187 Kg clasificados por hora en promedio, lo cual representa una mejora del 40% respecto al escenario inicial.

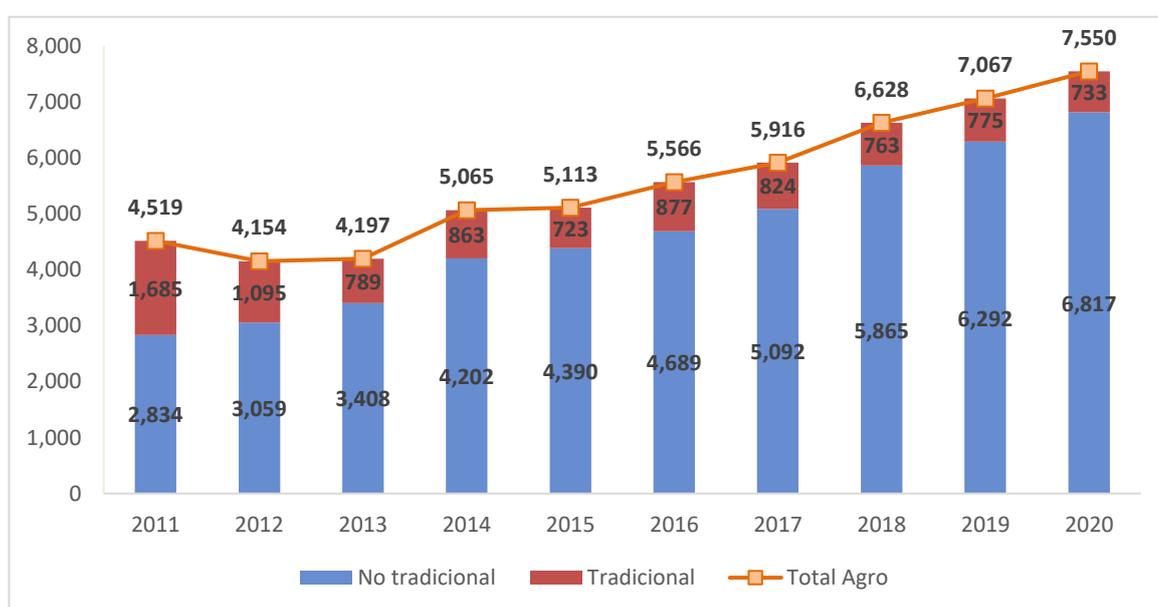
Además, se mejoraron los costos de mano de obra en 17%, pasando de US\$ 4.30 centavos a US\$ 3.62 centavos por cada kilo procesado.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática:

Según información de Prom Perú, el valor de las agroexportaciones pasó de US\$ 5 mil millones en el 2015 a más de US\$ 7.5 mil millones en el 2020, representando un crecimiento anual de 48% durante este periodo.

Figura 01: Evolución de las agroexportaciones en US\$ millones, 2011 - 2020



Fuente: Informe Anual 2020 – Prom Perú

Además, en el 2020 dentro del sector no tradicional, las agroexportaciones alcanzaron los US\$ 733 millones, resultando 5.4% menos en comparación con el 2019 y representando 90.3% del total de las exportaciones agrícolas. En esta misma línea, destacan las frutas y hortalizas frescas que incrementaron en 14% el valor de sus exportaciones respecto al 2019 y consolidan en 56.4% del total de las agroexportaciones.

Tabla 01: Agroexportaciones por sectores en US\$ miles, 2019 - 2020

Línea	2019	2020	Var. %	Part. % 2020
AGRO TRADICIONAL	774,736	732,612	-5.4%	9.7%
Café	637,153	650,157	2.0%	8.6%
Azúcares	85,844	64,133	-25.3%	0.8%
Otros productos	51,739	18,322	-64.6%	0.2%
AGRO NO TRADICIONAL	6,291,963	6,817,072	8.3%	90.3%
Frutas y Hortalizas frescas	3,733,260	4,256,573	14.0%	56.4%
Productos preparados y conservados	511,887	543,059	6.1%	7.2%
Productos congelados	304,657	364,276	19.6%	4.8%
Cacao y sus derivados	295,229	279,236	-5.4%	3.7%
Productos funcionales	228,745	221,149	-3.3%	2.9%
Otros productos	1,218,185	1,152,779	-5.4%	15.3%
Total general	7,066,699	7,549,684	6.8%	100.0%

Fuente: Informe Anual 2020 – Prom Perú

Así mismo, los productos que están liderando las exportaciones son las uvas frescas con 13.9% de participación y los arándanos frescos con 13.2%, cuya demanda ha crecido vertiginosamente en los últimos años, seguido por las paltas frescas con 10%.

Tabla 02: Principales productos de exportación en US\$ millones, 2019 - 2020

N°	Producto	2019	2020	Var. %	Part.% 2020
1	Uvas frescas	877	1053	20.1%	13.9%
2	Arándanos frescos	815	999	22.6%	13.2%
3	Paltas frescas	757	758	0.1%	10.0%
4	Granos de café verde	635	647	1.9%	8.6%
5	Espárragos frescos	400	387	-3.3%	5.1%
6	Mangos frescos	253	279	10.3%	3.7%
7	Mandarinas frescas	170	236	38.8%	3.1%
8	Banano orgánico fresco	153	152	-0.7%	2.0%
9	Cacao en grano	139	131	-5.8%	1.7%
10	Quinua en granos	136	126	-7.4%	1.7%
	Otros productos (591)	2,739	2781	1.5%	36.8%
	Total	7074	7550	6.7%	100.0%

Fuente: Informe Anual 2020 – Prom Perú

Por su parte, los espárragos supusieron el 5.1% de las exportaciones en el 2020 y mantienen una fuerte demanda en el extranjero, siendo Estados Unidos el principal destino de las exportaciones nacionales, seguido por los países europeos y el Reino Unido.

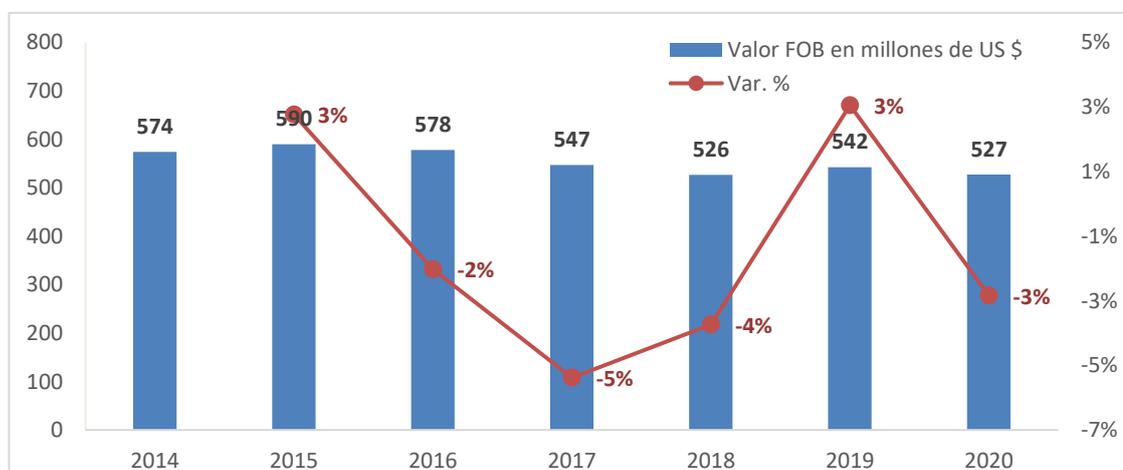
Tabla 03: Principales destinos de exportaciones de espárrago en US\$ millones, 2020

Nº	País	% Participación	Total Imp. (millon US\$)
1	Estados Unidos	57%	300,257
2	España	13%	69,227
3	Reino Unido	7%	36,204
4	Países Bajos	6%	33,612
5	Francia	4%	20,535
6	Otros países	3%	14,939
7	Japón	3%	14,423
8	Alemania	2%	10,629
9	Bélgica	1%	6,199
10	Canadá	1%	5,757
	Otros Países (120)	3%	15,102

Fuente: SUNAT

Sin embargo, durante los últimos años la tendencia de las exportaciones de espárrago ha sido a la baja, pasando de US\$ 574 millones en el 2014 a US\$ 527 en el 2020.

Figura 02: Evolución de las exportaciones de espárrago en US\$ millones, 2014-2020



Fuente: SUNAT

Según señaló el director ejecutivo del Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas (IPEH), Carlos Zamorano, el principal problema son los nuevos requisitos fitosanitarios impuestos por los principales países importadores como medida para frenar el envío de espárrago proveniente de campos no certificados, dada la proliferación de pequeños productores y empresas acopiadoras, teniendo que asumir costos adicionales que les restan competitividad.

Además, de acuerdo con la información brindada por ADUANAS, en el 2020 las exportaciones de espárrago se dividieron en tres categorías: frescos o refrigerados con el 73% (US\$ 387 millones), preparados o conservados, sin congelar 20% (US\$ 103 millones) y congelados 7% (US\$ 37 millones).

Esto ratifica la tendencia que se viene mostrando en la industria desde la última década: la preponderancia del espárrago fresco en detrimento del espárrago conserva y congelado.

Por otra parte, las principales empresas exportadoras de espárrago fresco en el 2020 fueron Complejo Agroindustrial Beta US\$ 38 millones, disminuyendo 14% respecto al año anterior, Danper Trujillo (US\$ 34 millones, -14%) y Agroexportaciones Nathanael (US\$ 20 millones, +80%).

Tabla 04: Exportaciones de espárrago fresco en US\$ por empresa, 2019 - 2020

N°	Empresa	2019	2020	Var. %
1	Complejo Agroindustrial Beta S.A.	44,523,020	38,269,425	-14%
2	Danper Trujillo S.A.C.	40,503,313	34,688,305	-14%
3	Agroexportaciones Nathanael S.A.C.	11,409,497	20,560,930	80%
4	Sociedad Agrícola Drokasa S.A.	23,146,729	16,267,643	-30%
5	Agro Paracas S.A.	15,793,359	16,010,774	1%
6	Agrovisión Perú S.A.C.	5,950,520	15,474,826	160%
7	Agrícola Cerro Prieto S.A.	12,659,833	14,967,329	18%
8	Santa Sofía del Sur S.A.C.	15,846,226	14,286,538	-10%
9	Empresa Agro Export Ica S.A.C.	14,933,518	13,588,491	-9%
10	Florida Blanca S.A.C.	16,953,287	13,042,630	-23%
	Resto (76)	198,543,808	189,910,415	-4%
	Total	400,263,110	387,067,306	-3%

Fuente: Informe Anual 2020 – Prom Perú

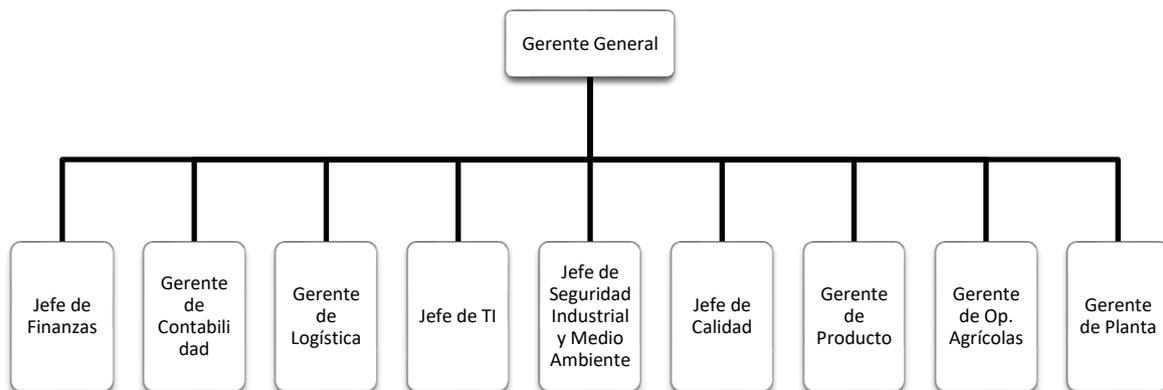
En cuanto a la historia del cultivo del espárrago en el Perú, este se inició en los años 50 en la región la Libertad, principalmente para la elaboración de conservas de espárrago blanco. Posteriormente, durante la década del ochenta inicia su expansión el sur del país con el cultivo de espárrago verde en el departamento de Ica.

En la actualidad, el cultivo del espárrago se concentra en las regiones de La Libertad y Ancash, siendo predominante el espárrago blanco y en los departamentos de Lima e Ica, el espárrago verde.

En este contexto, la empresa agroindustrial estudiada posee más de 700 ha sembradas de espárrago blanco y verde en las provincias Virú y Chao en La Libertad y en la provincia Zaña, departamento de Lambayeque. Así también, cuenta con una planta procesadora ubicada en la ciudad de Trujillo.

- **Organigrama:**

Figura 03: Organigrama de la empresa agroindustrial



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

A. Nacionales:

Mendoza y Valdivieso (2016), en su tesis “Propuesta de mejora en el proceso productivo para incrementar la rentabilidad de la empresa Molino Agroindustrial San José S.R.L.” tuvieron como objetivo principal determinar el impacto de su propuesta de mejora en el proceso de pilado de arroz a fin de incrementar la rentabilidad de una empresa agroindustrial. Para ello, partieron realizando un diagnóstico de la situación actual del proceso de pilado de arroz, logrando identificar a la mala operatividad de las máquinas, exceso de polvillo y quebrado de arroz como las causantes de pérdidas económicas de S/. 193,230, S/. 14,728 y S/. 16,410 nuevos, respectivamente, en el año 2015. En base a ello, proponen la implementación de un programa de mantenimiento, un programa de capacitación y la adquisición e instalación de una máquina clasificadora electrónica. Concluyen señalando que la evaluación financiera su propuesta tiene un VAN de 778.42 Soles, una TIR de 27.36% y el Periodo de Recuperación de la Inversión es de 4 años, indicadores que hacen viable la inversión.

Alayo y Becerra (2014), en su tesis para optar al título profesional de Ingeniero Industrial: “Implementación del plan de mejora continua en el área de producción aplicando la metodología PHVA en la empresa agroindustrial Kaizen”, tuvo como objetivo principal implementar una mejora en el área de producción de una empresa agroindustrial con la finalidad de incrementar la productividad y rentabilidad de la empresa. El autor concluye que con dicha implementación se logra incrementar la productividad de la mano de obra 33%, reducir los costos unitarios de fabricación para 21 productos entre S/. 0.43 a S/. 1.39 nuevos soles.

Rosado (2015), desarrolló el estudio “Propuesta de mejora en el proceso de empacado de mangos para exportación”, cuyo propósito es analizar, diseñar e implementar una propuesta de mejora al problema que presenta una empresa agroexportadora en su línea de producción de mango para el mercado estadounidense. En principio, realizan un estudio de los procesos relacionados con

la línea de producción, la identificación y descripción de las causas raíz del problema; desarrollan una propuesta de mejora y concluyen que con su implementación logran reducir el porcentaje de descarte en la línea de producción de mango de 16.5% al objetivo establecido de 5% en promedio. Con ello, alcanzan un ahorro aproximadamente de un 56% por campaña.

Dávalos (2020), en su estudio “Propuesta de mejora en el proceso de producción de azúcar para incrementar la productividad en una empresa agroindustrial en el Departamento de La Libertad”, tiene como objetivo principal Determinar el impacto de una mejora del proceso de producción de azúcar en la productividad de una empresa agroindustrial. Empieza realizando un diagnóstico, a partir del cual elabora propuestas de mejoras con cuya implementación prevé incrementar la productividad en 3.25 3.25 Tn/azúcar-hora, repercutiendo en un incremento en la utilidad de S/ 7764.91 anuales. Así también, el análisis financiero muestra un VAN de S/. 13 490.57, TIR de 75.44% y el período de recuperación de la inversión en 2.8 años.

B. Internacionales:

Leguizamón, Melo, Rodríguez y Soler (2020), en su investigación “Propuesta para el mejoramiento de la productividad en el proceso de producción de uchuva en la compañía Colombia Paradise S.A.S.” tienen como finalidad desarrollar una propuesta para el mejoramiento del proceso de producción postcosecha de la uchuva en una empresa colombiana. Partiendo por un diagnóstico inicial de la compañía, recopilaron información sobre las etapas del proceso productivo: mano de obra requerida, tiempos, movimientos y el flujo de materiales y materia prima durante el proceso; logrando identificar las causales que afectan la productividad y calidad del producto, y exponen una propuesta con la logran ahorros de US\$ 258,365 anuales, recuperando la inversión en 1.1 años.

Romero (2011), en su tesis: “Propuesta para el mejoramiento de la línea de producción de conservas de corazones de palmito en una empresa agroindustrial” cuyo objetivo es aprovechar los recursos existentes de mano de obra, maquinaria y equipos, materia prima y material complementario para mejorar la productividad

de la línea de producción de conservas de corazones de palmito. En esta línea, identificó los cuellos de botella que estaban relacionados con métodos de producción anticuados y equipos obsoletos. Con su propuesta, señala que se logra reducir los tiempos de fabricación de 870 a 611 minutos, lo que supone una disminución del 30% y repercute en el costo de mano de obra. Además, presenta un VAN de US\$ 58,089 y un TIR de 26.38% que fundamentan la viabilidad del proyecto.

Aguirre y Villavicencio (2012), en su tesis: “Propuesta de mejora al proceso productivo agroindustrial del arroz en la empresa SAN ANTONIO, ubicada en el Km 50 Carretera sur en el municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo, durante el segundo semestre del año 2012”, tienen por objeto descubrir las deficiencias en cada las máquinas y equipos que causan variabilidad en la capacidad productiva de la empresa arroceras y que por ende afectan el rendimiento productivo. Empezando con una descripción de todo el proceso productivo actual, elaboraron una propuesta con la logran mejorar la productividad de la línea de producción, pasando de 107 quintales de arroz procesados por día a 131 quintales, lo que equivale a un incremento del 22% en la productividad.

2.2. Conceptos:

- **Cadena de Suministro**

Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de la solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente.

Según Stock y Lambert (2001), “la cadena de suministro es el punto clave para la integración de los negocios, desde los proveedores hasta que el producto llega a manos del consumidor final, el proveedor de productos, servicios e información agregan valor para los consumidores”.

- **Calidad**

Juran y Godfrey (2001), definen Calidad como “el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes, además calidad consiste en no tener deficiencias. La calidad es la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente”.

- **Capacitación**

Es un proceso que posibilita a la persona que lo recibe, la apropiación de ciertos conocimientos, capaces de modificar sus propios comportamientos y el de las organizaciones a la que pertenecen.

- **Clasificación**

Es una actividad que permite distinguir elementos y agruparlos según sus características.

- **Control de inventarios**

Determinación de la cantidad de productos que se deben tener disponibles para entregar a un posible comprador.

- **Control de calidad**

Actividades dirigidas a valorar si un bien o servicio obtiene la conformidad con las exigencias establecidas en unos estándares.

- **Costo**

Llamado también coste, es el desembolso económico que se realiza para la producción de algún bien o la oferta de algún servicio.

- **Espárrago:**

El espárrago es el brote de la planta esparraguera, que se cosecha inmaduro, antes de ramificarse y endurecerse. Según el manejo durante el cultivo se obtienen dos tipos blancos y verde.

- **Estudio de Tiempos**

Según Gonzalez (2016), “el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

- **FOB**

“Free on Board”, es un incoterm exclusivo del transporte marítimo y significa que el vendedor debe cargar las mercancías en el barco escogido por el comprador.

El vendedor también es responsable de todos los costes y riesgos hasta el momento en el que las mercancías son cargadas a bordo del buque, punto en el que tiene lugar la transferencia del riesgo.

- **Inversión**

Es una actividad que consiste en dedicar una cantidad limitada de recursos con el objetivo de obtener un beneficio económico.

- **KPI**

Un indicador clave o medidor de desempeño es una medida para evaluar el éxito de las acciones emprendidas en la medida en que estos contribuyen a la consecución de los objetivos y para determinar si se están alcanzando los resultados o es necesario realizar acciones correctivas.

- **Logística**

A partir del año 2003, el Council of Supply Chain Management Professionals define logística como: “la parte del proceso de la cadena de suministros que planifica implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente y eficaz, hacia delante y en reversa, de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

- **Manejo de materiales**

Determinación de que medios y procedimientos se han de utilizar para mover los productos dentro de los almacenes.

- **Máquina**

Una máquina es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento aprovecha, regula o dirige la acción de una fuerza, transformándola en otra para generar un efecto determinado.

- **Mejora continua:**

Proceso por el cual se analizan, revisan y mejoran los procesos y productos de una organización mediante pequeñas mejoras incrementales que se efectúan en el transcurso del tiempo.

Además, Walton (2004), señala que, “para que se produzca el cambio cultural requerido es necesario que las personas estén convencidas de los beneficios que les brinda la mejora, también que la Alta Dirección motive a todas las personas, les brinde procedimientos y técnicas, así como el poder de decidir y actuar para poder realizar los cambios que se requieran”.

- **Proceso:**

Conjunto de actividades interrelacionadas que transforman entradas o insumos en salidas o productos, agregándoles valor.

- **Productividad**

Es la capacidad de un sistema de producir bienes y/o servicios por cada factor utilizado durante un periodo específico.

Por su parte, Schroeder (1992), define a la productividad como “la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos”.

- **Producto**

Es un bien o servicio con un conjunto de características y atributos tangibles e intangibles, resultante de un proceso determinado.

- **Rentabilidad**

Beneficios monetarios que se pueden obtener de una operación o inversión realizada.

- **Turión**

Brote que nace de un tallo subterráneo, como en los espárragos.

- **Valor añadido.**

El valor aportado es la diferencia entre la entrada bruta recibida por una compañía de la venta de sus productos y la cantidad pagada por la compra de insumos y servicios prestados por sus proveedores.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Experiencia laboral:

El investigador ingresó a la empresa agroindustrial en julio del 2018 en el cargo de Analista de Operaciones Industriales donde se mantiene hasta la actualidad. Entre sus responsabilidades se encuentran:

- Planificación y control de la producción.
- Planificación de abastecimiento de materiales.
- Elaboración y control de presupuestos de planta.
- Proyectos de mejora e inversión de planta.
- Gestión de información de la producción en SAP.

Además, a partir de enero del 2020 realiza funciones de supervisión del proceso de enfriamiento, y proceso productivo de palta y espárrago frescos, siendo en esta última donde implementa el proyecto señalado en este estudio.

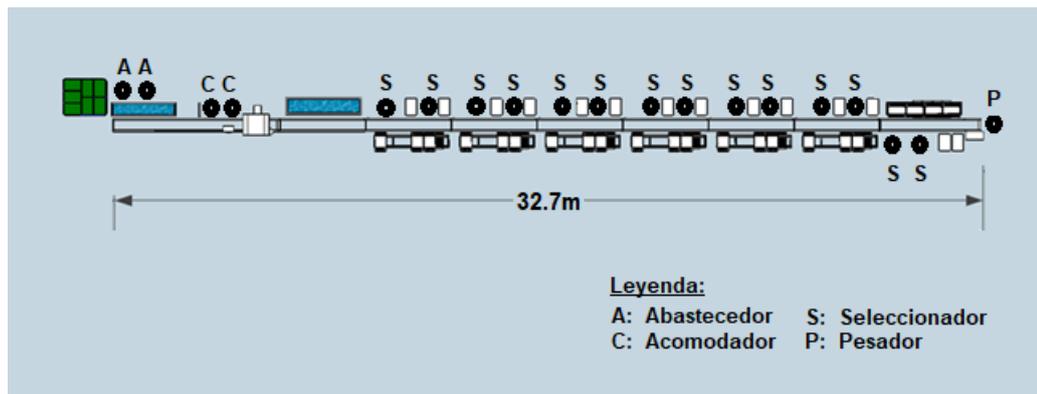
3.2. Procedimiento de investigación

El presente informe se centra en el proceso de producción de espárrago blanco fresco de una empresa agroindustrial ubicada en la región la Libertad, específicamente en la etapa de clasificación, donde se cuenta con 3 líneas de clasificación manual, responsables de procesar el 65% de todo el volumen, y 2 máquinas clasificadoras, que procesan el 35% restante.

La clasificación manual es una actividad que se paga por avance y que, por tanto, exige personal con conocimiento de las calidades y calibres (grosor) del espárrago. Cada una de estas líneas cuenta con 19 personas en promedio, de las cuales 2 se encargan de lanzar los turiones a la faja, otras 2 en acomodar correctamente los turiones en la faja que los transporta hacia la zona de selección donde operan 14 personas, quienes separan cada turión y los colocan en jabas según sus características, mientras que los turiones que no cumplen con los mínimos estándares de calidad caen al final de faja y se recogen en jabas; al espárrago que cae en esta categoría se le conoce como descarte.

También, hay una persona encargada de retirar las jabas llenas de espárrago, almacenarlas en la cámara de conservación y colocar jabas vacías en reemplazo. El proceso de clasificación manual alcanza productividades entre 1,400 y 1,600 Kg de espárrago lanzados por hora línea.

Figura 04: Diagrama del proceso de clasificación manual



Fuente: Elaboración propia

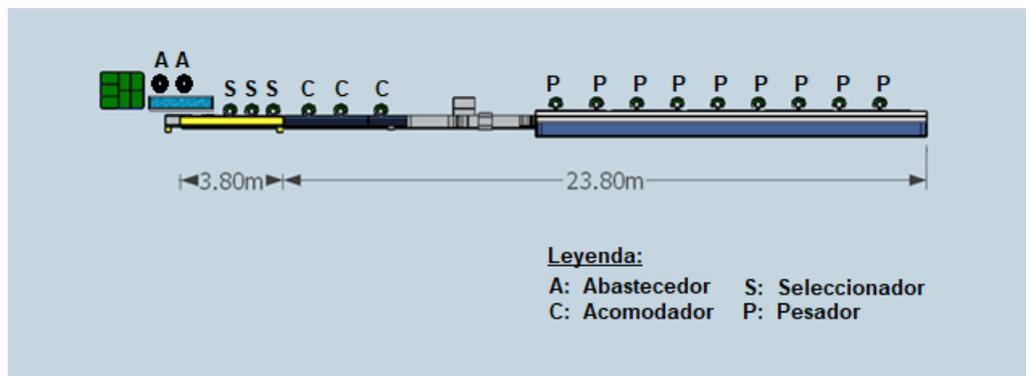
Por su parte, la clasificación en máquina es una actividad que se paga por horas y no requiere personal con elevado expertis, ya que las máquinas se encargan de clasificar los turiones en base a la programación que se le realiza. En este proceso se requieren 17 personas por línea, de las cuales 2 se encargan de alimentar las fajas.

A diferencia del proceso de manual, en la clasificación máquina al momento de que los turiones son lanzados a la faja de la máquina, inmediatamente 3 operarios se encargan de seleccionar el espárrago no conforme (descarte) y retirarlo de la faja, mientras que los turiones conformes siguen avanzando por la faja hacia la siguiente sección, donde otros 3 operarios se encargan de colocar cada espárrago en los capachos, que son una suerte de ranuras y que funcionan como balanzas que determinan el peso de cada turión.

Finalmente, la faja de capachos ingresa con los turiones al interior de la clasificadora, pasando por el lente de la máquina que, a través de fotografías, permite distinguir la calidad de cada turión y en función de ello redirecciona a cada turión a una salida, donde operan 9 pesadores que se encargan cambiar las jabas cada vez que éstas se llenan con espárrago.

Aquí se registran productividades cercanas a los 850 Kg por hora línea; sin embargo, como se hizo referencia anteriormente, ambas máquinas están diseñadas para alcanzar productividades de hasta 1,500 Kg por hora (dependiendo de las características del espárrago), lo que significa que las máquinas se encuentran operando al 57% de su capacidad.

Figura 05: Diagrama del proceso de clasificación máquina sin mejora



Fuente: Elaboración propia

De este modo, se decidió implementar una mejora en el área de clasificación para mejorar la productividad y, por ende, mejorar la rentabilidad de la empresa agroindustrial.

A. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de implementar una mejora en el proceso de clasificación de espárrago en la rentabilidad de una empresa agroindustrial en la región La Libertad?

B. Objetivo

- **Objetivo general**

Determinar el impacto de una mejora en el proceso de clasificación de espárrago en la rentabilidad de una empresa agroindustrial en la región La Libertad.

- **Objetivo específico**

Determinar las productividades y costos actuales del proceso de clasificación máquina de espárrago blanco.

Determinar el sobrecosto de mano de obra antes de la implementación de la mejora.

Desarrollar una propuesta de mejora para esta área.

Evaluar financieramente la propuesta de mejora.

C. Hipótesis:

La propuesta de mejora en el proceso de clasificación de espárrago incrementa la rentabilidad de una empresa agroindustrial en la región La Libertad.

D. Justificación del problema

- **Justificación teórica**

El presente estudio se sustenta en la implementación de herramientas y técnicas de la Ingeniería Industrial, necesarias para emprender una mejora en el proceso de clasificación de espárrago de una empresa agroindustrial.

- **Justificación aplicativa**

A su vez, desde un punto de vista aplicativo, el presente estudio se justifica en cuanto existe la necesidad por parte de la empresa de reducir sus costos operativos e incrementar su rentabilidad.

- **Justificación académica**

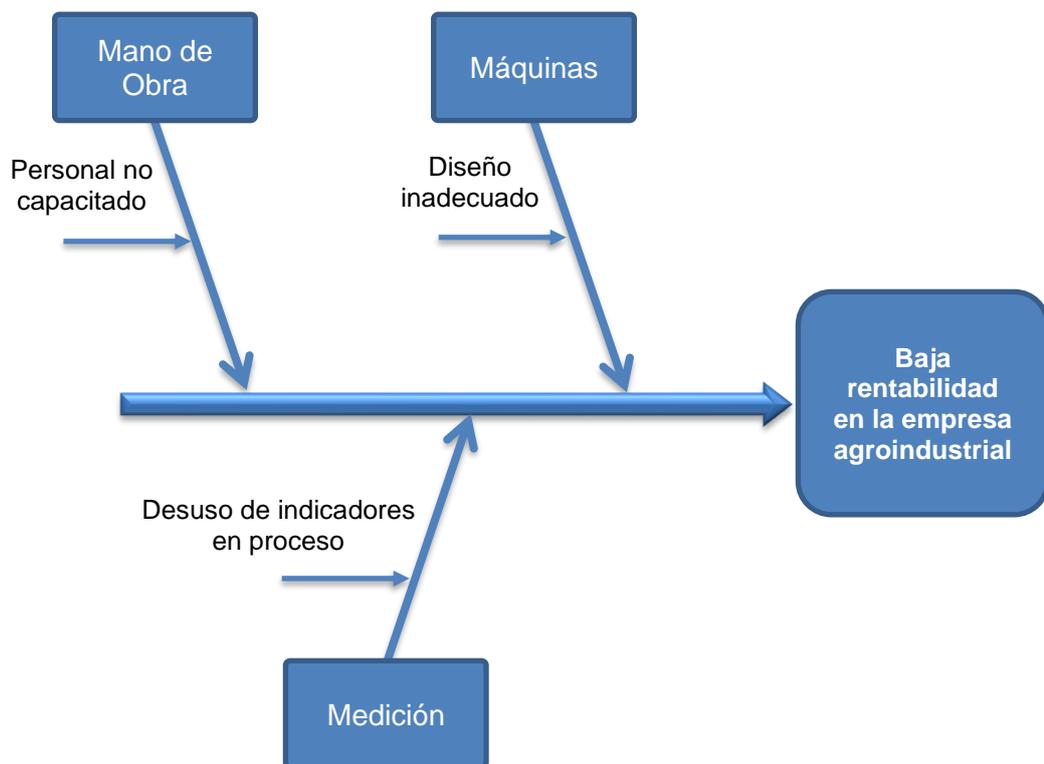
Finalmente, desde un punto de vista académico, el presente trabajo de investigación pretende servir como referencia para la elaboración de estudios posteriores relacionados al sector agroindustrial, específicamente al procesamiento de espárrago, así como de proveer herramientas que sirvan para la formación y preparación de futuros profesiones en Ingeniería Industrial.

3.3. Propuesta de mejora:

Como punto de partida para la implementación de la mejora, la Gerencia de Planta fijó por objetivo que las máquinas clasificadores mantengan una productividad de 1,200 Kg de espárrago lanzados por hora, teniendo en cuenta que las condiciones fisiológicas de nuestro espárrago no se equiparan con las del espárrago en Alemania, lugar de procedencia de las máquinas, donde alcanzan productividades de hasta 1,500 Kg, ya que al tener mayor calibre (grosor) logran procesar mayor kilaje en las máquinas durante el mismo tiempo.

Para dicho fin, en colaboración con el equipo de Producción, se determinaron las principales causas que impiden alcanzar la productividad objetivo y afectan la rentabilidad de la empresa, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 06: Diagrama de Ishikawa del proceso de clasificación



Fuente: Elaboración propia

A continuación, calificaron el impacto de cada causa raíz en la baja productividad del proceso de clasificación máquina, siendo 10 el de mayor impacto y 1 el de menor impacto.

Tabla 05: Resultados de encuesta de calificación de causas raíz

Encuestado	Causas raíz		
	Personal no capacitado	Diseño inadecuado de máquina	Desuso de indicadores
Gerente de Planta	5	10	5
Sub Gerente de Planta	5	10	4
Jefe de Producción	4	10	3
Analista de Planta	4	10	4
Supervisor 01	3	10	2
Supervisor 02	4	9	3
Supervisor 03	3	10	2
Supervisor 04	3	10	2
Supervisor 05	4	10	4
Calificación	35	89	29
% Impacto	23%	58%	19%

Fuente: Elaboración propia

Es así como se determinó que la etapa de selección ralentiza todo el proceso, ya que por las dimensiones de esta sección de 3.8 metros (que se ven reducidos por la colocación de la tina de lavado a poco más de 2 metros) no pueden operar más de 3 operarios, que no son suficientes para retirar todo el descarte rápidamente, limitando la velocidad de abastecimiento para evitar que turiones no conformes pasen a la siguiente sección.

Así también, se determinaron los sobrecostos en los que se está incurriendo por la baja productividad de este proceso, calculando el costo de la mano de obra a partir del costo hora operario establecido por la empresa en US\$ 2.15 y la productividad antes de implementar la mejora.

Tabla 06: Costo de mano de obra sin mejora

Productividad sin mejora (Kg/h)	850
Operarios	17
Costo por kilo sin mejora	\$0.043

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, se calculó el costo de la mano de obra por kilo procesado teniendo en cuenta la productividad esperada:

Tabla 07: Costo de mano de obra con la mejora

Productividad con mejora (Kg/h)	1,200
Operarios	20
Costo por kilo con mejora	\$0.036

Fuente: Elaboración propia

Con esta información se calcularon los sobrecostos de mano de obra para los siguientes 5 años, trayéndolo a valor presente y considerando las proyecciones de campo ya que, en promedio, el 35% del total cosechado se procesa entre ambas máquinas clasificadoras.

Tabla 08: Sobrecostos de mano de obra en US\$

		2021	2022	2023	2024	2025
Proyección (Kg)		6,241,129	5,929,073	5,336,165	4,802,549	4,082,167
Máquina (Kg)	35%	2,184,395	2,075,175	1,867,658	1,680,892	1,428,758
Costos						
Costo sin mejora	\$0.043	93,929	89,233	80,309	72,278	61,437
Costo con mejora	\$0.036	<u>78,274</u>	<u>74,360</u>	<u>66,924</u>	<u>60,232</u>	<u>51,197</u>
Sobrecostos		15,655	14,872	13,385	12,046	10,239
Tasa	15%					
VP Sobrecostos		45,637				

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se elaboró una matriz de indicadores con las propuestas de mejora para abordar cada causa raíz, teniendo presente el valor presente de los sobrecostos y el impacto de cada causa raíz (según la encuesta realizada) en estos para cuantificar las pérdidas anteriores y beneficios post implementación.

Tabla 09: Matriz de indicadores de las propuestas de mejora

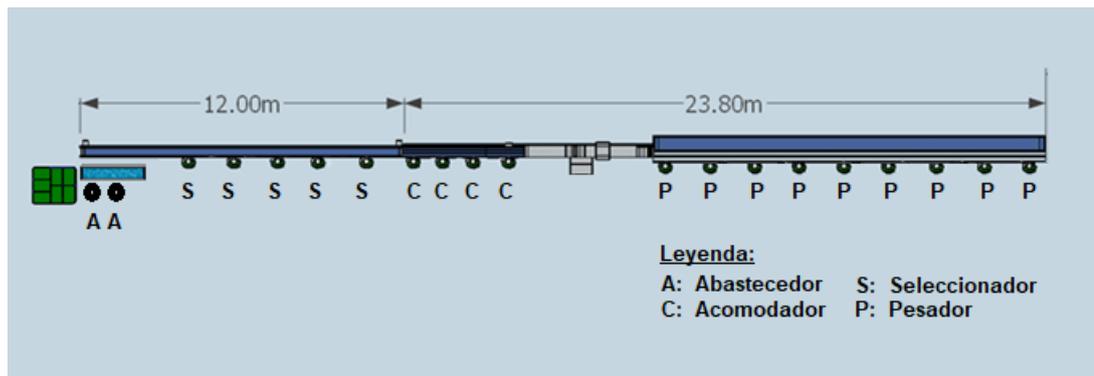
Causas raíz	Indicador	Fórmula	% Anterior	Pérdida anterior	% Meta	Pérdida reducida	Beneficio	Herramienta
Diseño inadecuado de máquina	% Proyecto implementado	$\frac{\text{Avance del proyecto}}{\text{Total del proyecto}} \times 100\%$	0%	\$26,547	100%	\$0	\$26,547	Rediseño de sección de selección
Personal no capacitado	% Supervisores capacitados	$\frac{\text{Supervisores capacitados}}{\text{Total de supervisores}} \times 100\%$	0%	\$10,440	100%	\$0	\$10,440	Capacitación externa
Desuso de indicadores	% Implementación de indicadores	$\frac{\text{Indicadores implementados}}{\text{Indicadores propuestos}} \times 100\%$	0%	\$8,650	100%	\$0	\$8,650	Implementación de indicadores de gestión
				\$45,637		\$0	\$45,637	

Fuente: Elaboración propia

3.4. Propuesta de mejora:

Por lo expuesto, se propuso rediseñar esta sección hasta alcanzar 12 metros de longitud, de modo que permita el ingreso de 2 operarios más, necesarios para incrementar la productividad sin comprometer la calidad del proceso.

Figura 07: Diagrama del proceso de clasificación máquina mejorado



Fuente: Elaboración propia

También, se propuso solicitar capacitación a la casa matriz de las máquinas para que envíen técnicos especializados que instruyan a los supervisores, operadores y técnicos de planta para mejorar la operación y mantenimiento de estas, y quiénes en los próximos años se encargarán de capacitar al personal operativo y nuevos ingresantes a planta.

Tabla 10: Cronograma de capacitaciones

Capacitación	Tema	Personal	2021	2022	2023	2024	2025
Externa	Operación	Supervisor, maquinista, técnicos	x				
	Mantenimiento	Técnicos, maquinista	x				
	Limpieza	Supervisor, maquinista, operarios de limpieza	x				
Interna	Operación	Supervisor, maquinista, técnicos		x	x	x	x
	Mantenimiento	Técnicos, maquinista		x	x	x	x
	Limpieza	Supervisor, maquinista, operarios de limpieza		x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia

Además, se plantea la utilización de indicadores de gestión para realizar el seguimiento de la productividad, costos y calidad, los cuales deben ser analizados en los comités de trabajo. En el caso de la productividad, esta graficarse y publicarse en pizarrones, monitoreando las velocidades alcanzadas cada hora bajo responsabilidad del Supervisor de turno, no siendo necesario contratar personal adicional para esta actividad.

Tabla 11: Indicadores de gestión

Indicador	Und.	Resp.	Fórmula	Valor Actual	Meta	Cumplimiento
Productividad	Kg/h	Jefe de Planta	$\frac{Kg \text{ procesados}}{Hora}$	850	1,200	71%
Costo MO	\$/Kg	Jefe de Planta	$\frac{Costo MO}{Kg \text{ procesados}}$	0.043	0.036	83%
Calidad fresco	%	Jefe de Planta	$\frac{Calidad fresco}{Kg \text{ procesados}}$	45%	50%	90%
Desempeño						81%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, tal como se señaló, se emplearán 2 operarios más para la selección y también se añadirá 1 operario más en la sección acomodo, pasando de 17 a 20 operarios por cada máquina con la implementación de este proyecto.

En cuanto a la evaluación financiera de este proyecto, se solicitó la información contable de las máquinas clasificadoras para determinar el valor actual de las secciones que se quieren modificar, ya que tendrían que ser retiradas para posteriormente ser reemplazadas por el nuevo rediseño.

Tabla 12: Información contable de las secciones de selección antiguas

Costo de adquisición	\$7,235
Vida útil	5.0 años
Vida útil restante	2.6 años
Valor contable	\$3,473

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con la implementación de la mejora, se solicitaron cotizaciones a distintos proveedores para que tomaran parte del proyecto y se determinó el periodo de vida útil en 5 años de acuerdo con las recomendaciones del área de Mantenimiento.

Tabla 13: Información contable de las secciones de selección mejoradas

Costo de adquisición unitario	\$12,735
Cantidad de fajas	\$2
Inversión en fajas	\$25,470
Vida útil	5.0 años
Depreciación anual	\$5,094
Valor residual	\$1,274

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se determinaron los ahorros de mano obra resultantes del aumento de la productividad y también los costos indirectos por el incremento de 6 operarios (3 por cada línea). Se agregaron también los costos de capacitación externa fijados en US\$ 4,500, que comprenden US\$ 1,000 por la capacitación a cargo de la productora de la máquina y otros US\$ 3,500 por conceptos de viaje y estadía del técnico en el país por 5 días; no se considera costo para las capacitaciones internas ya que serán brindadas por el propio personal de la empresa.

Del mismo modo, se estimaron los costos de la adquisición de materiales para realizar el seguimiento de la productividad de las máquinas, tomando como en cuenta la compra de 2 pizarras acrílicas por US\$ 20 cada una que se planean renovar al cuarto año (2024) y la compra de consumibles (plumones y motas) por US\$ 96 por año.

Finalmente, se realizó el análisis financiero sumando los flujos de caja de operación e inversión para obtener el flujo de caja libre del proyecto, considerando una tasa de descuento del 15% brindada por el área de Finanzas para evaluar las inversiones de la compañía.

Tabla 14: Reducción de costos en US\$ con la implementación de la mejora

		2021	2022	2023	2024	2025
Proyección Espárrago (Kg)		6,241,129	5,929,073	5,336,165	4,802,549	4,082,167
Clasificación máquina (Kg)	35%	2,184,395	2,075,175	1,867,658	1,680,892	1,428,758
<u>Mano de Obra</u>						
Costo MO actual	\$0.043	(93,929)	(89,233)	(80,309)	(72,278)	(61,437)
Costo MO con mejora	\$0.036	<u>(78,274)</u>	<u>(74,360)</u>	<u>(66,924)</u>	<u>(60,232)</u>	<u>(51,197)</u>
Reducción en MO		15,655	14,872	13,385	12,046	10,239
<u>Costos indirectos de fabricación</u>						
Transporte	6 personas	(375)	(375)	(375)	(375)	(375)
Indumentaria	6 personas	(780)	(780)	(780)	(780)	(780)
Alimentación	6 personas	(300)	(300)	(300)	(300)	(300)
Capacitación		(4,500)				
Monitoreo de indicadores	Materiales	<u>(136)</u>	<u>(96)</u>	<u>(96)</u>	<u>(136)</u>	<u>(96)</u>
Incremento en CIF		(6,091)	(1,551)	(1,551)	(1,591)	(1,551)
Reducción de costos		9,564	13,321	11,834	10,455	8,688

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Flujo de caja por la venta de las secciones de selección antiguas

Sección de selección antigua		2021	2022	2023	2024	2025
Depreciación		-	-	-	-	-
Venta		3,473	-	-	-	-
Valor contable		<u>3,473</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
Utilidad		-	-	-	-	-
Impuesto a la renta	15%	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
Caja		3,473	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Flujo de caja de la implementación de la mejora

Propuesta de mejora		2021	2022	2023	2024	2025
Inversión en mejora de máquina		25,470				
Depreciación		5,094	5,094	5,094	5,094	5,094
Venta						1,274
Valor contable						<u>-</u>
Utilidad						1,274
Impuesto a la renta	25%					<u>(318)</u>
Caja						955

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Evaluación financiera del proyecto de mejora

		2021	2022	2023	2024	2025
Reducción de Costos		9,564	13,321	11,834	10,455	8,688
Depreciación		<u>(5,094)</u>	<u>(5,094)</u>	<u>(5,094)</u>	<u>(5,094)</u>	<u>(5,094)</u>
Utilidad antes Tx		4,470	8,227	6,740	5,361	3,594
Impuesto a la renta		<u>670</u>	<u>1,234</u>	<u>1,348</u>	<u>1,072</u>	<u>899</u>
Utilidad después de impuestos		5,140	9,461	8,088	6,434	4,493
Inversión en mejora de máquina	(25,470)					
Venta de sección antigua	3,473					
Valor de salvamento de mejora						955
FC Operación		10,234	14,555	13,182	11,528	9,587
FC Inversión		<u>(21,997)</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>955</u>
FC Libre Proyecto		(21,997)	10,234	14,555	11,528	10,542
Tasa de descuento	15%					
VAN	18,408					
TIR	47%					
Periodo de recupero	1.81 años					

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Una vez aprobado el proyecto por la Gerencia General de la compañía, se envió la orden de servicio al proveedor y se implementó la mejora en la primera máquina en mayo del 2021, mientras que la segunda máquina espera ser mejorada en noviembre del mismo año.

Figura 08: Sección de selección con mejora



Fuente: Elaboración propia

Luego, el área de Mantenimiento ejecutó las conexiones correspondientes y se empezaron a realizar pruebas para su puesta en marcha. Además, se solicitó y se capacitó a personal operativo adicional para completar el personal requerido para el proceso operativo.

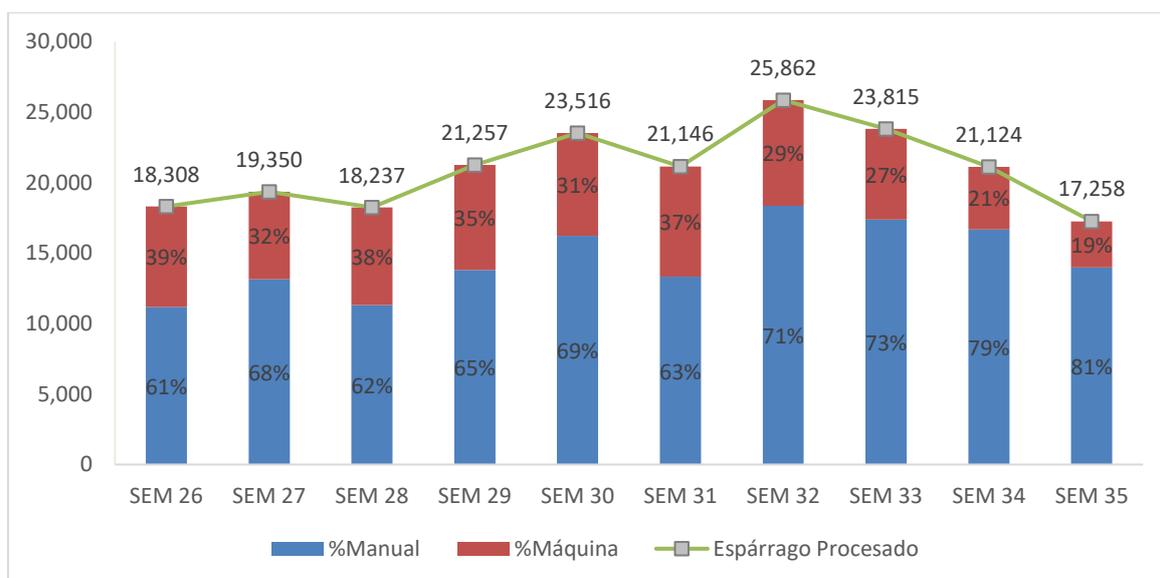
Tabla 18: Comparativo del personal requerido antes y después del proyecto

Puesto	Antes	Mejora
Abastecimiento	2	2
Selección	3	5
Acomodo	3	4
Pesado	9	9
Total operarios	17	20

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se empezó con el proceso de clasificación máquina en la semana 26 hasta la semana 35 del 2021, procesando en la máquina mejorada el 31% del total del espárrago cosechado en ese periodo; se espera que este porcentaje se incremente conforme crezca el volumen de cosecha y se ponga operativa la segunda máquina de clasificación.

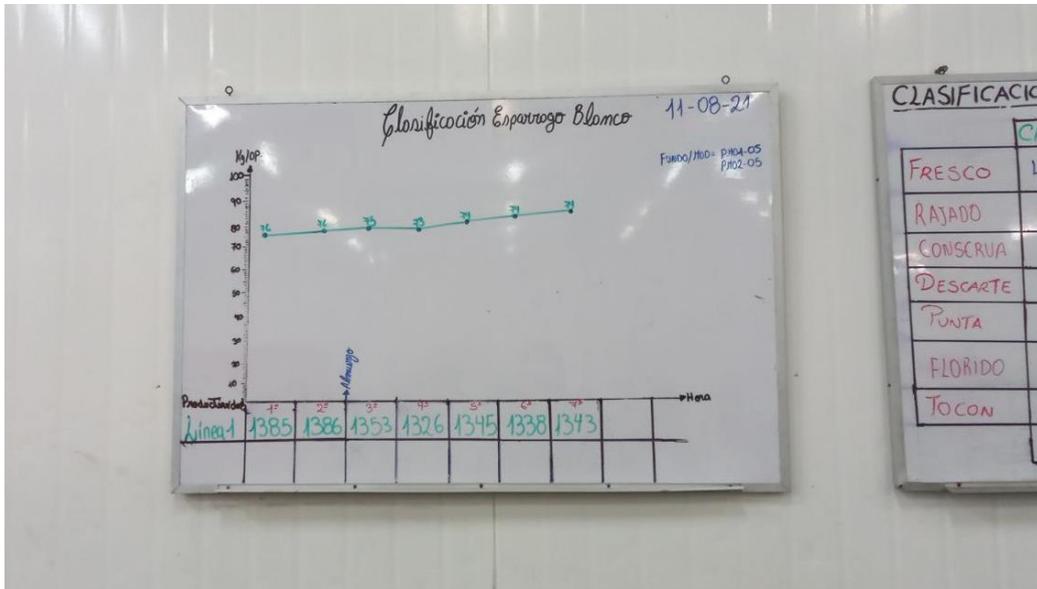
Figura 09: Espárrago clasificado máquinas y líneas manuales



Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se comenzaron a registrar las productividades alcanzadas por hora junto con otros indicadores en pizarras, tal como se muestran en la figura 10.

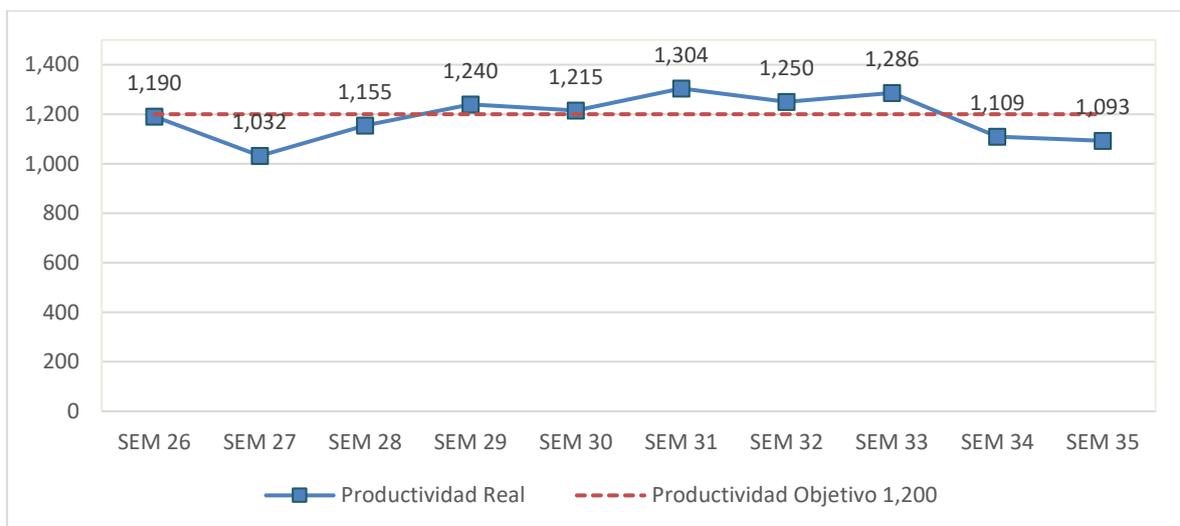
Figura 10: Implementación de pizarras para el seguimiento de la productividad



Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de la mejora se alcanzaron productividades de hasta 1,300 Kg de espárrago procesado por hora, siendo 1,187 Kg el promedio para estas 10 semanas trabajadas.

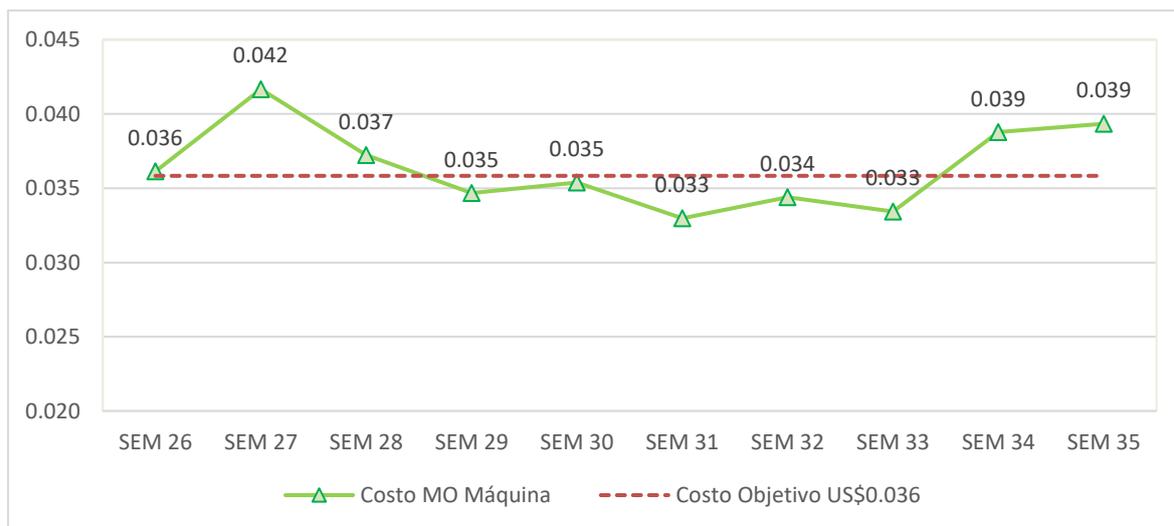
Figura 11: Productividad de clasificación máquina con la mejora



Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, en la siguiente imagen se detallan los costos unitarios de mano de obra por kilo procesado en máquina, logrando un costo promedio de US\$ 3.62 centavos por kilo procesado, cercano a los US\$ 3.58 (US\$ 3.6 redondeado) que se tiene por objetivo.

Figura 12: Costo MO de clasificación máquina con la mejora



Fuente: Elaboración propia

A partir de la semana 36, cuando empezó caer la curva de cosecha según el programa de campo y, de acuerdo con las directrices de la Gerencia de Planta para volúmenes bajos de producción, se continuó solo con el proceso de clasificación manual con la finalidad de mantener al personal de estas líneas, ya que son personal con elevado expertis en el manejo del espárrago.

No obstante, a partir de la semana 44 de noviembre cuando se proyecta que la curva de cosecha empiece a crecer se retomará el proceso de clasificación en máquina y se espera contar para entonces con la mejora implementada en la segunda máquina.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se identificó las principales causas raíz que disminuían la productividad del proceso de clasificación máquina y, por tanto, a la rentabilidad de la empresa: diseño inadecuado de la sección de selección de ambas máquinas, lo cual impedían incrementar el número de personal para esta actividad y la velocidad de abastecimiento, la falta de capacitación del supervisores y operadores de máquina y el desuso de indicadores para medir los resultados del proceso.
- Es así como se rediseñó dicha sección con aportes del área de Producción, Mantenimiento y Calidad, de modo que permitiera pasar de 3 a 5 seleccionadores por línea para incrementar la velocidad de abastecimiento sin afectar la calidad del proceso.
- Además, se solicitó la aplicación de una capacitación externa al proveedor de las máquinas para personal clave del proceso, quienes se encargarán en el futuro de capacitar a nuevos colaboradores y se establecieron indicadores de productividad, costos y calidad para monitorear el proceso.
- Por otra parte, se realizó el análisis financiero de esta propuesta, obteniendo un VAN de US\$ 18,408, un TIR de 47% y el periodo de recuperación de la inversión en 1.81 años, indicadores que reforzaban la implementación del proyecto y con los cuales la Gerencia General aprobó el proyecto.
- Así, con la puesta en marcha del proyecto, se logró incrementar la productividad en 40%, pasando de 850 a 1,187 Kg de espárrago procesado por hora en la línea de clasificación máquina.

- Al mismo tiempo, se redujeron los costos de mano obra en 21%, partiendo de US\$ 4.6 a US\$ 3.6 centavos por kilo procesado, muy cerca del objetivo de US\$ 3.58 centavos que va ligado a la productividad objetivo de 1,200 Kg/hora.

Recomendaciones

- Revisar continuamente los indicadores establecidos y cumplir con el registro de la productividad en las pizarras para que supervisores y controles de línea puedan tomar acciones correctivas de ser necesarias
- También, es necesario capacitar continuamente al personal operativo para que identifiquen y eviten actividades y/o movimientos que afecten la condición y vida útil de las máquinas adquiridas.
- Así mismo, se debe revisar diariamente los costos operativos para asegurarse que se están alcanzado los objetivos fijados por la Gerencia para la implementación del proyecto.

REFERENCIAS

- Aguirre, J., & Villavicencio, J. (2012). *Propuesta de mejora al proceso productivo agroindustrial del arroz en la empresa San Antonio, ubicada en el Km 50 Carretera Sur en el municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo, durante el segundo semestre del año 2012.* (Tesis de grado). Jinotepe: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Alayo, R., & Becerra, A. (2014). *Implementación del plan de mejora continua en el área de producción aplicando la metodología PHVA en la empresa Agroindustrias Kaizen.* (Tesis de grado). Lima: Universidad de San Martín de Porres.
- Dávalos, C. (2020). *Propuesta de mejora en el proceso de producción de azúcar para incrementar la productividad en una empresa agroindustrial en el Dpto. de La Libertad.* (Tesis). Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Leguizamon, J., Melo, C., Rodríguez, L., & Soler, J. (2020). *Propuesta para el mejoramiento de la productividad en el proceso de producción de uchuva en la compañía Colombia Paradise S.A.S.* (Tesis de grado). Bogotá: Universidad El Bosque.
- Mendoza, O., & Valdivieso, P. (2016). *Propuesta de mejora en el proceso productivo para incrementar la rentabilidad de la empresa Molino Agroindustrial San José S.R.L.* (Tesis de grado). Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Romero, R. (2011). *Propuesta para el mejoramiento de la línea de producción de conservas de corazones de palmito en una empresa agroindustrial.* (Tesis de grado). Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Rosado, M. (2015). *Propuesta de mejora en el proceso de empaqueo de mangos para exportación.* (Tesis de grado). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Juran, J., & Godfrey, A. (2001). *Manual de Calidad.* (5.ª ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Schroeder, R. (1992). *Administración de operaciones: toma de decisiones en la función de operaciones.* (3.ª ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Walton, M. (2004). *El método Deming en la práctica.* Bogotá: Norma.

Prom Perú. (20 de abril del 2021). *Desarrollo del Comercio Exterior Agroexportador 2020*. Lima.

Perú Retail (2020). *El espárrago: de pionero en las agroexportaciones a quedarse en el olvido*. Recuperado de: <https://www.peru-retail.com/el-esparrago-de-pionero-en-las-agroexportaciones-a-quedarse-en-el-olvido/>

SUNAT. (2021). *Información Aduanera - Exportaciones*. Recuperado de <https://www.sunat.gob.pe/estadisticasestudios/exportaciones.html>

Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior. (2021). *Producto: Espárrago - Partidas arancelarias del producto exportadas en los últimos años*. Recuperado de: https://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=172.17100&_portletid_=sfichaproductoinit&scriptdo=cc_fp_init&pproducto=85&pnomproducto=Esp

ANEXOS

Anexo 01: Foto de la nave de clasificación máquina



Anexo 02: Foto de la máquina clasificadora con la mejora



Anexo 03: Foto de la sección de acomodo u ordenamiento de la máquina clasificadora



Anexo 04: Fotos de la sección de procesamiento óptico digital de la máquina clasificadora



Anexo 05: Fotos de la sección de salida de espárrago pesado de la máquina clasificadora

