

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
ARÁNDANOS FRESCOS DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL
MEDIANTE SIMULACIÓN PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

KEYTHY ANACELY DIAZ MUÑOZ

ASESOR

GABRIEL BLAS SANTOS CONFESOR

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2022

TRABAJO FINAL DE SIMULACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

4%

2

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

www.lania.mx

Fuente de Internet

1%

4

www.cien.adexperu.org.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.researchgate.net

Fuente de Internet

1%

6

agroskynet.pe

Fuente de Internet

1%

7

tjfeonline.com

Fuente de Internet

1%

8

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
I. Introducción	6
II. Marco teórico	7
III. Metodología	8
IV. Resultados	8
V. Discusión.....	16
VI. Conclusiones	16
VII. Referencias	17

RESUMEN

Esta investigación se enfoca en una empresa agroexportadora de arándanos ubicada en San José de Virú, la cual presenta una baja productividad debido a la falta de estandarización y automatización de sus procesos. De este modo, se diagnosticó la situación actual de la empresa, identificando que existen etapas que se realizan de forma manual, como la de selección, pesado y embalaje. Por lo tanto, se simula el proceso actual, y partir de ello se evalúan dos escenarios de solución: automatizar el proceso con la incorporación de una máquina de selección, pesado y embalaje, además como segundo escenario, aumentar el número de operarios en cada etapa. El escenario que generó mejores resultados frente al proceso actual fue el primero, se logró aumentar la producción en 12 tn/día y la productividad de mano de obra en 71,43%, siendo económicamente viable y recuperando la inversión en 3 meses.

Palabras claves: Productividad, simulación.

ABSTRACT

This research focuses on a blueberry agro-export company located in San José de Virú, which has low productivity due to the lack of standardization and automation of its processes. In this way, the current situation of the company was diagnosed, identifying that there are stages that are carried out manually, such as selection, weighing and packaging. Therefore, the current process is simulated, and from this two solution scenarios are evaluated: automate the process with the incorporation of a selection, weighing and packaging machine, as well as, as a second scenario, increase the number of operators in each stage. The scenario that generated the best results compared to the current process was the first, it was possible to increase production by 12 tons/day and labor productivity by 71.43%, being economically viable and recovering the investment in 3 months.

Keywords: Productivity, simulation.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el comercio internacional de frutas en fresco ha tenido una importante participación en las exportaciones durante el 2019 de los países: Estados Unidos (11,8%), España (7,8%), México (5,8%), Países Bajos (5,5%) y China (4,9%). Mientras que el rubro hortalizas lo encabeza China con una participación del 14.30%. Países Bajos y México representan 11.3% y 10.8%, respectivamente. España se posiciona como el quinto exportador mundial de hortalizas con una participación de 10.3% en el mercado. Estados Unidos, Canadá y Francia representan el 6.5%, 6.1% y 3.5% respectivamente [1]. En el Perú las exportaciones tanto para frutas y hortalizas en el país han sumado más de 2 801 millones de dólares entre enero y julio del 2021 logrando un crecimiento de 26% con relación al mismo periodo del 2020 cuando la cifra ascendió a 2,231 millones 635,000 dólares [2], y ello debido a la gran demanda internacional de consumidores que tienen preferencias por alimentos de buena calidad y que posean mayores propiedades nutricionales [3].

Actualmente, las empresas deben acoplarse al crecimiento constante que exigen los mercados internacionales con el fin de continuar ofertando sus servicios y productos de manera continua. Debido a esto, muchas organizaciones realizan estudios constantes y buscan implementar nuevas tecnologías y herramientas para mejorar su productividad y por ende sus utilidades. Una de estas herramientas es la simulación, donde mediante escenarios se puede evaluar y tomar la mejor decisión sin incurrir en altos costos o una mayor cantidad de tiempo. Las empresas agroindustriales cuentan con maquinaria automatizada para algunos de sus procesos; sin embargo, hay etapas que se realizan de forma manual originando cuellos de botellas.

De esta forma, la empresa agroexportadora en estudio, Agualima S.A.C., tomada como referencia de la investigación de Jacobo [4], se encuentra ubicada en San José – Virú, dedicada a la exportación de mandarina, arándanos, esparrago y palta. La presente investigación se centrará en el proceso productivo de arándanos, donde se pudo identificar una baja productividad por su principal limitante, la etapa de emclanshado y pesado con una duración de 65,85 segundos/tn debido a que se realiza de forma manual, ocasionando retrasos para las posteriores etapas; asimismo la falta de distribución de los operarios en las etapas críticas de Selección, Clasificación y Enclamshado, de la línea de producción, produce cuellos de botellas y demoras, lo que representa un sobrecosto actual, equivalente aS/ 72,000 soles.

Por lo anterior, se plantea la interrogante: ¿De qué manera la propuesta de mejora influye en la productividad del proceso productivo de los arándanos utilizando simulación? Para ello, el objetivo general es elaborar una propuesta de mejora del proceso productivo de arándanos mediante simulación para incrementar la productividad; teniendo como objetivos específicos, en primer lugar, realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, a partir de ello, diseñar un modelo de simulación utilizando ProModel para incrementar la productividad, y, por último, evaluar escenarios alternativos.

II.MARCO TEÓRICO

Sistema productivo:

Es un proceso mediante el cual se transforman un conjunto de entradas (materiales, energía, máquinas, información) para crear bienes o servicios útiles. El sistema productivo está inmerso en empresas, hospitales, universidades, entre otros. [5]

Productividad:

Es un indicador que mide la relación de los recursos de una empresa y los beneficios que obtiene de la misma. Se ve afectada por la disponibilidad de materiales, la capacidad de producción de las máquinas, de la mano de obra, la motivación de los gestores. La baja de productividad afecta a consumidores, contribuyentes y ciudadanos. No asociar producción con productividad, este último es visible, tangible y medible y se obtiene por cada unidad de trabajo. [6]

Simulación

Es un conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que permite comprender, analizar y mejorar las condiciones de un sistema. Por ejemplo, determinar la mejor localización de una nueva planta, diseñar un nuevo sistema de trabajo o efectuar el análisis productivo de un proceso ya existente pero que requiere mejoras. [7]

Tampubolon *et al.* [8] en su investigación **“Improve productivity in production part using Marvin e mundel method”**, tuvieron como objetivo aumentar la productividad en la pieza de producción utilizando el método de marvin e mundel. Para ello identificaron que la baja productividad se origina por el estancamiento en la planta procesadora de aceite crudo y almendra de palma por falta de mantenimiento de motores, lo que ocasiona tiempos extensos en espera donde la planta no produce. Se obtuvo como resultados que el índice de productividad pasó de 104,24% a 165,32%, es decir aumentó en un 59,28%

Kursun y Kalaoglu [9] en su investigación **“Simulation of Production Line Balancing in Apparel Manufacturing”**, se identificó como problemática que el trabajo de la mano de obra en la elaboración de prendas de vestir es intensivo por lo que se plantean como objetivo disminuirla intensidad del trabajo, para ello se realizó un estudio de tiempos y balanceo de la línea; y posterior a ello se configuró el modelo de simulación, luego se determinó el cuello de botella en la línea y se formularon tres escenarios: en el primero se incrementó un operador para el 4° proceso, en el segundo, para tres procesos y en el tercero, colocar cuatro operadores para cuatro procesos; obteniendo un incremento de la producción diaria de 7%, 24% y 52%, respectivamente para cada escenario.

Balarezo y Floríndez [10] en su investigación **“Aplicación de herramientas de lean manufacturing para incrementar la eficiencia de la línea procesadora de palta de una empresa agroexportadora”**, se plantea como objetivo aumentar la eficiencia de la línea a través de la eliminación de los desperdicios. Para ello, identificaron los desperdicios, los cuales están ligados a tiempos de espera y cambios de productos, transporte innecesario, productos defectuosos y superabundancia de inventarios; luego determinaron la eficiencia final de la línea, aplicando el VSM, las 5S's, el SMED, el mantenimiento preventivo, y controles visuales. Se obtuvo que tras la aplicación de estas herramientas se incrementó la eficiencia promedio semanal en un 32 %, asimismo la disponibilidad de la máquina en 10%, el rendimiento en 25 % y la calidad de 98% a 99%.

Cano, Campo y Gómez [11] en su investigación “**Discrete event simulation for production planning in modular garment manufacturing systems**”, tuvieron como objetivo resolver un problema de planificación de producción NP-Hard con variables estocásticas en una planta de fabricación modular con el fin de reducir costos por lote. Para ello tomaron como base un modelo de programación mixta que engloba los resultados obtenidos por un modelo de eventos discretos, teniendo en cuenta los tiempos de operación y actividades. Se obtuvo como resultado que la simulación es una herramienta de acceso simple y que permite evaluar escenarios nuevos.

R. Almamlook, A. Qwam Alden, A. Frefer, *et al* [13] en su investigación “**A Simulation Model for Productivity Efficiency Improvement Using Pro-Model: Case Study of Pip Factory**” mencionan que deben resolver las ineficiencias dentro de la planta mediante el uso de modelos de simulación discreta y sugerir métodos para incrementar la productividad centrándose en las estaciones y fuerzas de trabajo. Además, para cumplir con los requisitos del cliente y contar con productos en el almacén. La gerencia usó modelos de simulación para mejorar su productividad. El modelo inició con el establecimiento de supuestos, luego hipótesis. También se colocaron contadores en todo el modelo a fin de corregir errores que pudiesen aparecer. Después de simular los resultados se analizaron en el Software MINITAB. Los resultados demuestran que la empresa necesita incrementar solo la tasa de llegada para aumentar la productividad, además permitió a los gerentes obtener mayor perspectiva sobre la simulación de sistemas complicados.

III. METODOLOGÍA

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Se realizó el diagnóstico de la empresa agroindustrial identificando las etapas que se requieren para la maquila de palta, identificando el cuello de botella en la etapa de selección y paletizado, teniendo como base los tiempos estándar por etapa y se analizó las causas raíces de la baja productividad.

Diseño de un modelo de simulación para incrementar la productividad

Después de diagnosticar la situación actual, se realizó la simulación de la misma. Luego, en base a revisión bibliográfica sobre los tipos de tecnología y maquinaria que se pueden implementar para mejorar el proceso de la empresa, se plantean dos escenarios utilizando el ProModel.

Evaluar escenarios alternativos

Se evaluaron los escenarios, determinando que la mejor opción es el escenario 1, respaldando esta decisión con una evaluación económica de la propuesta, identificando el costo de las nuevas maquinarias, y sus utilidades para la empresa.

IV. RESULTADOS

Diagnosticar la situación actual de la empresa

La empresa Agualima S.A.C. se dedica a la maquila arándanos, siendo su producto principal la presentación en caja de 1,5 kg. Esta empresa trabaja con un turno de 8 horas al día, y un total de 103 operarios, la falta de distribución de los operarios en las etapas críticas de Selección, Clasificación, Enclamshado y embalaje, de la línea de producción, produce cuellos de botellas y demoras.

El proceso comprende diferentes etapas como se evidencia en la siguiente tabla.

Table 1: Tiempos estándar del proceso de los arándanos

Procesos	Tiempo Total (min/ tn)	N° de operarios
Recepción de MP	41,55	2
Selección y clasificación	64,5	35
Etiquetado y clamshell	57,39	7
pesado	65,85	14
Armado y etiquetado de cajas	36,8	5
Embalaje	60,97	12
Enzunchado	42,98	1
Enfriado	42,16	1
Total	412,2	77

Fuente: [4]

En la Tabla 1, se puede evidenciar que el cuello de botella es la etapa de enclamshado y pesado con una duración de 65,85 min/tn, debido a que esta etapa realiza de forma manual; seguido de la etapa de selección y clasificación. La empresa tiene una producción de 7,29 tn/día, una eficiencia de 78%% y una productividad de mano de obra de 0.09 tn/operario.

La empresa muestra elevados costos de producción debido a diversos factores, como se muestra en el siguiente diagrama de Ishikawa, resaltando la existencia de exceso de operarios, falta de presencia de tecnología y personal poco capacitado.

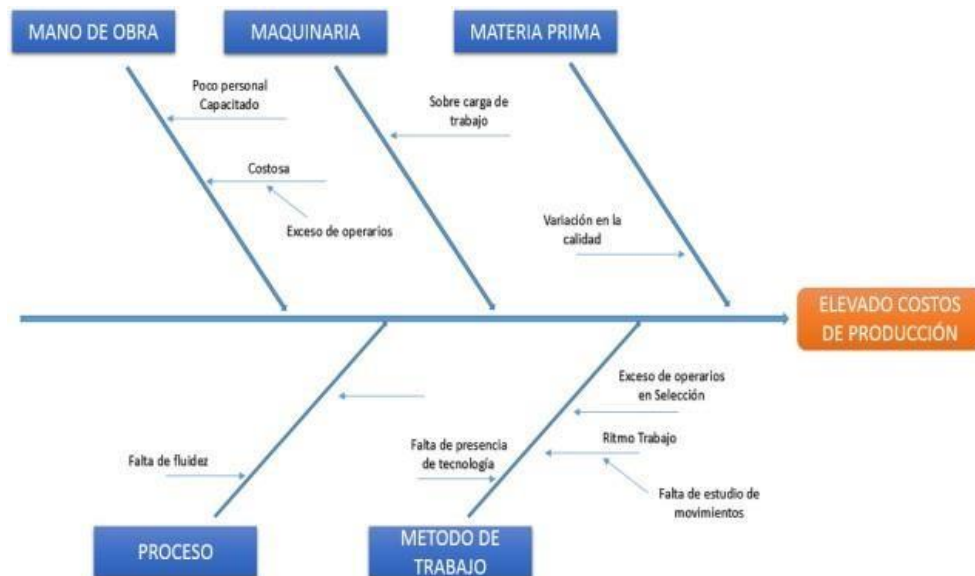


Figure 1: Diagrama de Ishikawa

Diseño de un modelo de simulación para mejorar la productividad

Para la simulación se ha considera la máxima capacidad de la planta, la cual es 15 tn/día teniendo en cuenta que ingresan en promedio 7,4 tn de arándanos por día, y que trabajan 8 horas al día, es decir 480 minutos; en base a estos se realiza la simulación del sistema como se muestra en la Figura 3.

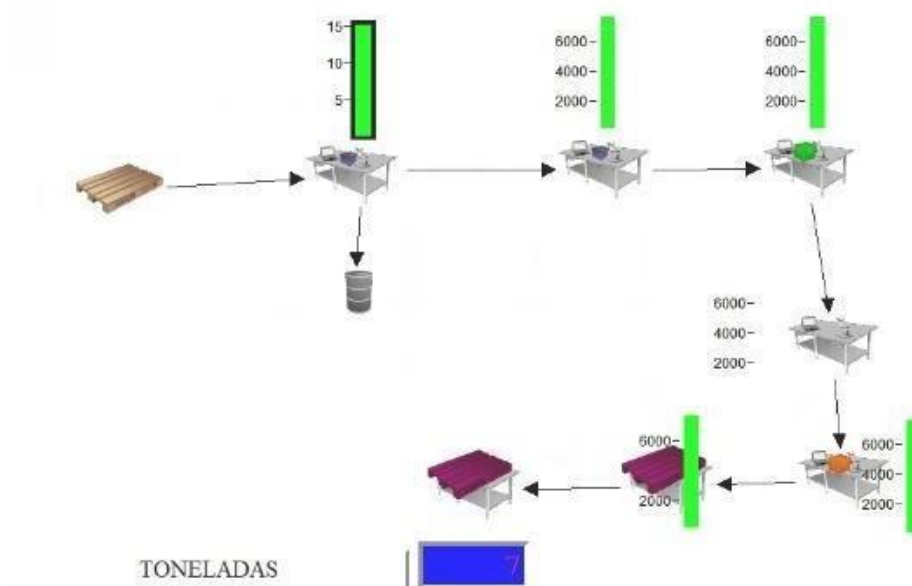


Figure 2: Simulación del proceso actual de la producción de arándanos

En la figura 3 se puede observar que el tiempo promedio en la etapa de selección es de 61,56 con una utilización de 89,78%; en la etapa de pesado se tiene un tiempo de 64,11 con una utilización de 66,78 y el tiempo de embalaje es de 50,82 con una utilización de 42,35; además se observa en la figura 4 que se obtienen 7 tn/día con un tiempo promedio de 409,64 min.

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
RECEPCIÓN DE MP	8.00	4.00	32.00	57.10	3.81	4.00	4.00	95.17	
SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN	8.00	4.00	28.00	61.56	3.59	4.00	4.00	89.78	
DESECHO MERMAS	8.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Etiquetado y clamshel	8.00	4.00	24.00	62.99	3.15	4.00	4.00	78.74	
Enclavado y pesado	8.00	4.00	20.00	64.11	2.67	4.00	4.00	66.78	
Armado y etiquetado de cajas	8.00	4.00	16.00	36.80	1.23	4.00	0.00	30.67	
Embalaje	8.00	4.00	16.00	50.82	1.69	4.00	4.00	42.35	
Enzunchado	8.00	4.00	12.00	37.07	0.93	4.00	4.00	23.17	
Enfriado	8.00	4.00	8.00	41.97	0.70	4.00	1.00	17.49	

Figure 3: Resumen de los resultados de locaciones del proceso de arándanos en Promodel

Entidad Resum			
Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)
ARANDANO	0.00	12.00	0.00
DESCARTE	0.00	0.00	0.00
Etiquetado y Clamshell de Potes	0.00	4.00	0.00
CAJAS DE ARANDADO Y ETIQUETADO	0.00	4.00	0.00
PALETIZADO	7.00	5.00	409.64

Figure 4: Resultado de las principales entidades del sistema en Promodel.

Escenario 1: Automatizar el proceso adquiriendo una máquina de selección y una para máquina pesadora.

Se propone la implementación de una máquina de selección en la etapa de selección de arándanos, la cual posee un sistema automático que detecta defectos y clasifica los frutos a una velocidad de 46,15 min/tn, permitirá reducir la cantidad de operarios. Asimismo, se propone utilizar una máquina pesadora automática en la etapa de enclashado, que permitirá el pesado de 40 min/tn, está cuenta con un sistema PLC, motor y caja de cambios y una máquina de embalaje que realizará la etapa en 42 min/tn. En base a ello, se determina el nuevo tiempo en la etapa de selección, embalaje y enclashado, como se muestra en la siguiente tabla.

Table 2: Resumen del proceso incorporando la nueva maquinaria

Procesos	Tiempo Total (min/tn)	N° de operarios
Recepción de MP	41,55	2
Selección y clasificación	46,15	4
Etiquetado y clamshell	57,39	2
Pesado	40	8
Armado y etiquetado de cajas	36,8	2
Embalaje	42	2
Enzunchado	42,98	1
Enfriado	42,16	1
Total	349,03	22

Fuente: [4]

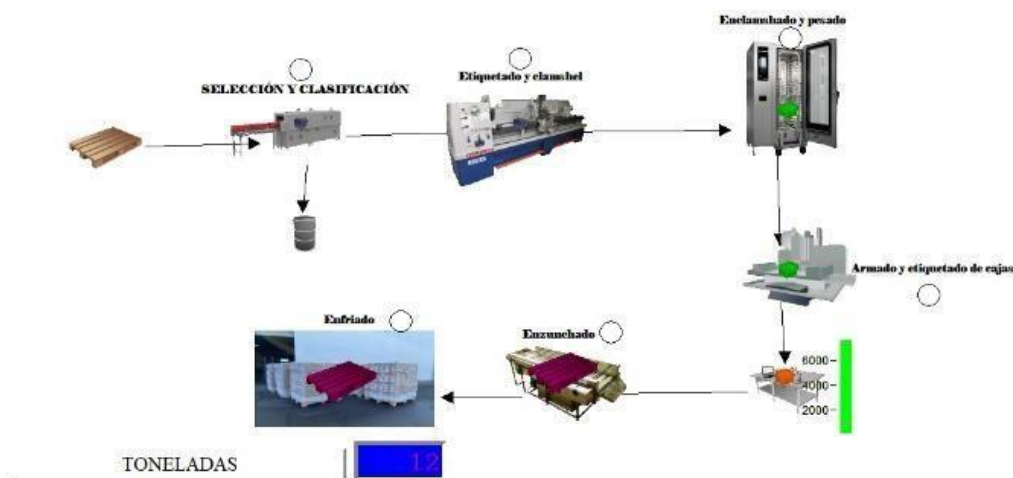


Figure 5: Simulación del escenario 1 en Promodel

En la Tabla 2, se evidencia que se reducen los tiempos de procesamiento, así como el número de operarios en las etapas donde se implementó la nueva maquinaria, a partir de ello se realiza la nueva simulación. Además, en la figura 6 se puede evidenciar que la producción diaria para el escenario 1 es de 12 tn/día, es decir se incrementó en 71,43% con respecto al proceso actual

Entidad Resumen				
Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tierr
ARANDANO	0.00	12.00	0.00	
DESCARTE	0.00	0.00	0.00	
Etiquetado y Clamshell de Potes	0.00	4.00	0.00	
CAJAS DE ARANDADO Y ETIQUETADO	0.00	4.00	0.00	
PALETIZADO	12.00	4.00	361.43	

Figure 6: Resultados de las principales entidades del escenario 1 en Promodel

Escenario 2: Aumentar el número de operarios en la etapa de selección

En la tabla 1 se evidencia que, en el proceso actual, 35 operarios trabajan en la etapa de pesado, embalaje y selección, ya que en esta etapa se genera cuello de botella con 64,5 segundos/caja. En base a ello, se propone incrementar el número de operarios a 55, tomando como referencia la investigación de Salazar, quien mediante un diagrama bimanual logró suprimir los movimientos improductivos que ocasionan retrasos en dicha etapa, reduciendo de 12 a 8 actividades. Posteriormente, se calcula el tiempo estándar según la OIT, el ritmo de operación y finalmente la nueva cantidad de operarios (ver Tabla 3).

Table 3: Resumen del proceso con el incremento de operarios

Procesos	Tiempo	N° de operarios
	Total (min/tn)	
Recepción	41,55	2
Selección y clasificación	46,7	45
Etiquetado y clamshell	57,39	7
Enclamshado y pesado	42,33	19
Armado y etiquetado de cajas	36,8	5
Embalaje	45,72	15
Enzunchado	42,98	1
Enfriado	42,16	1
Total	355,63	95

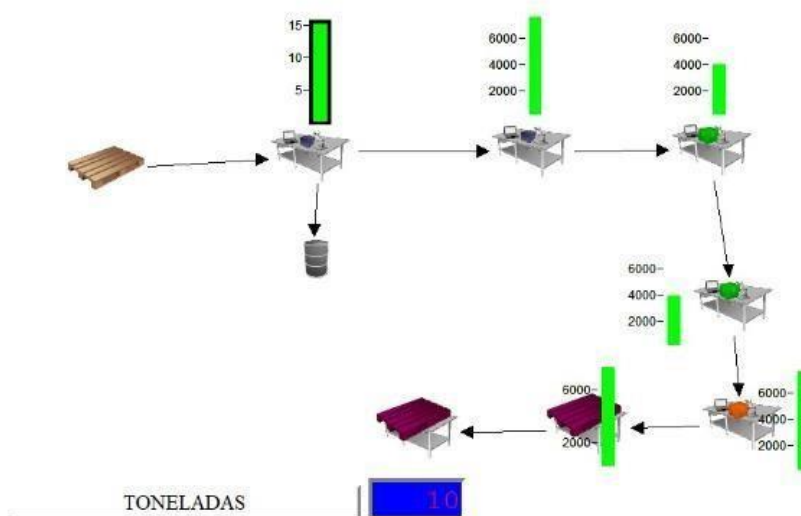


Figure 7: Simulación del escenario 2

Se evaluó el escenario 2 mediante la simulación en ProModel, donde se obtuvo que la producción diaria es de 10 tn/día, es decir que hubo incremento de 42,86% con respecto al modelo actual. Cabe indicar, que esta propuesta implica incurrir en costos de la contratación de operarios calificados; empero, estos son menores a los costos de inversión en la automatización del proceso.

Entidad Resumen			
Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)
ARANDANO	0.00	12.00	0.00
DESCARTE	0.00	0.00	0.00
Etiquetado y Clamshell de Potes	0.00	4.00	0.00
CAJAS DE ARANDADO Y ETIQUETADO	0.00	4.00	0.00
PALETIZADO	10.00	6.00	365.54

Figure 8: Resultados de las principales entidades del escenario 2 en Promodel

En la Tabla 4 se muestra el cuadro resumen de los indicadores para el proceso actual y para los dos escenarios propuestos. Con respecto al escenario 1, se incrementó la producción diaria en 5 tn/día lo que representa un 71,43%; así mismo un incremento de 23% en la eficiencia, en un 45% en la productividad de mano de obra y en 71,43% la productividad de materia prima. Por otro lado, el escenario 2, incremento del número de operarios en la etapa de selección, si bien es cierto los valores son positivos, la diferencia es significativa

Table 4: Comparación de indicadores

Indicador	Fórmula	Proceso actual	Escenario 1	Escenario 2
Producción	Resultados obtenidos a través de la simulación en ProModel	$P = 7 \frac{tn}{día}$	$P = 12 \frac{tn}{día}$	$P = 10 \frac{tn}{día}$
Productividad de materia prima	$P_{MP} = \frac{Producción}{Tiempo}$	$P_{MP} = \frac{7 \frac{tn}{día}}{409,64 \frac{min}{día}}$ $P_{MP} = 0,017 \frac{tn}{día}$	$P_{MP} = \frac{12 \frac{tn}{día}}{361,43 \frac{kg}{día}}$ $P_{MP} = 0,33 \frac{tn}{día}$	$P_{MP} = \frac{10 \frac{tn}{día}}{365,54 \frac{kg}{día}}$ $P_{MP} = 0,027 \frac{tn}{día}$
Eficiencia	$E = \frac{\sum Ti}{n * Tc}$	$E = \frac{412,2}{9 * 65,85} = 70\%$	$E = \frac{349,03}{9 * 42} = 93\%$	$E = \frac{355,56}{9 * 42,33} = 90\%$
Productividad de mano de obra	$P = \frac{Producción}{n^{\circ} operarios}$	$P_{MO} = \frac{10 \frac{tn}{día}}{103 \frac{op}{día}}$ $P_{MO} = 0,097 \frac{tn}{op. día}$	$P_{MO} = \frac{12 \frac{tn}{día}}{22 \frac{op}{día}}$ $P_{MO} = 0,54 \frac{tn}{op. día}$	$P_{MO} = \frac{10 \frac{cajas}{día}}{95 \frac{op}{día}}$ $P_{MO} = 0,10 \frac{tn}{op. día}$

De lo anterior, se concluye que el escenario 1 es el que obtiene mejores valores en cuanto a producción y eficiencia, donde se propone automatizar las etapas de selección, pesado y embalaje, debido a que se realizan de forma artesanal. Por otro lado, cabe indicar que el proceso de automatización requiere una cantidad importante de dinero, que para analizar si le es factible a la empresa se realizará el siguiente análisis económico, que se detalla en la Tabla 6.

Para determinar en qué tiempo la empresa podrá recuperar la inversión de adquirir estas maquinarias, se tiene en cuenta que, con la automatización en las etapas de selección, pesado y embalaje, la producción se incrementa a 12 toneladas por día. Asimismo, teniendo en cuenta que la empresa trabaja 20 días al mes, se determina que en el tercer mes del primer año se recuperará el costo de las maquinarias (S/. 153 000,00), obteniéndose una utilidad de S/. 3 546 418,00

Table 5: Utilidad de la propuesta

Período	Año 1
Tn/día	12
Tn/mes	240
Tn/año	2 880
S/Tn	1 178
Costo Total (S/)	3 392 649
Costo de maquinarias (S/)	153 769
Utilidad (S/)	3 546 418

Table 6: Máquina de selección

	<p>Información General: Marca: Welly Precio FOB: \$4 900 Cantidad: 2 Capacidad: 500 kg/hora</p> <p>Dimensiones del equipo: Largo: 3 m Ancho: 1,5 m Altura: 2 m</p>
---	--

	<p>Información General: Marca: ZH-A14 pesador multicabezal Precio FOB: \$8 000 Cantidad: 1 Capacidad: 120 clamshell/min</p> <p>Dimensiones del equipo: Largo: 2 m Ancho: 1,5 m Altura: 3 m</p>
--	--

	<p>Información General: Marca: Plataforma Spectrim Precio FOB: \$22 000 Cantidad: 1 Capacidad: 13 tn/día</p> <p>Dimensiones del equipo: Largo: 6 m Ancho: 1,5 m Altura: 4 m</p>
---	---

V. DISCUSIÓN

Con respecto al análisis de la situación actual de la empresa exportadora la metodología usada concuerda con la indicada por BalarezoPLA y Floríndez [10], donde utilizaron el diagrama de Ishikawa para determinar las principales causas que ocasionaban la baja productividad.

Con la propuesta del escenario 1, se logró incrementar la productividad de mano de obra en 71,43% con un tiempo de recuperación de 3 meses. Con respecto a la eficiencia, con la propuesta se incrementó en un 23%, mientras que en el trabajo de Balarezo y Floríndez [10] se aumentó en 33%.

VI. CONCLUSIONES

- Al analizar la situación actual de la empresa, se diagnosticó que la causa de la baja productividad es por la falta de estandarización y falta de capacitación de los operarios, que ocasiona tiempos largos y actividades improductivas, siendo el cuello de botella la etapa de pesado con 65,85 min/tn.
- Se simuló la línea actual del proceso, y a partir de ello, se evaluaron dos escenarios para mejorar la productividad: automatización en las etapas de selección, pesado y embalaje y aumentar la cantidad de operarios en las mismas etapas, se simuló durante 8 horas y se obtuvo un incremento de la producción diaria de 10 y 12 tn/día, respectivamente.
- Se evaluaron los escenarios, determinándose que el escenario 1 es la opción que permite incrementar la productividad, siendo respaldado por una evaluación económica, obteniendo que en el primer año se recuperaría el costo de las maquinarias y se obtiene S/. 3 546 418,00, adicionalmente.

VII. REFERENCIAS

- [1] On Global Market, «Estudio de internacionalización del sector agroindustrial peruano,» ADEX, Lima, 2020.
- [2] Andina, «Despachos de frutas y hortalizas superaron los US\$ 2,801 millones en periodo Enero - Julio,» 25 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-despachos-frutas-y-hortalizas-superaron-los-2801-millones-periodo-enerojulio-863061.aspx>. [Último acceso: 15 Noviembre 2021].
- [3] Agraria, «Exportaciones de frutas y hortalizas crecieron 14% en 2020,» 3 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-de-frutas-y-hortalizas-crecieron-14-en-2020-23809>. [Último acceso: 15 Noviembre 2021].
- [4] Y. Jacobo Caballero, «BALANCE DE LINEA EN EL PROCESAMIENTO DE ARANDANO FRESCO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AGUALIMA S.A.C,» Lima, 2020.
- [5] A. Suñe, F. Gil y I. Arcusa, Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos, España: Díaz de Santos, 2004.
- [6] J. Alamar Belenguer y R. Guijarro Tormo, El libro de la productividad en la empresa española, Valencia: RESULTAE, 2018.
- [7] E. García Dunna, H. García Reyes y L. Cárdenas Barrón, Simulación y análisis de sistemas con ProModel, México: Pearson Educación, 2013.
- [8] J. Tampubolon, Sembiring y Perangin angin, «Improve productivity in production part using Marvins method,» *Journal of Physics: Conf. Series* 1230, 2019.
- [9] «Simulation of Production Line Balancing in Apparel Manufacturing, » *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* , vol. 17, nº 4, pp. 68-71, 2009.
- [10] A. L. Balarezo Pairazamán y M. Floríndez Abanto, «Aplicación de herramientas de lean manufacturing para incrementar la eficiencia de la línea procesadora de palta de una empresa agroexportadora,» Trujillo, 2019.

- [11] J. A. Cano, E. A. Campo y R. A. Gómez, «Discrete event simulation for production planning in modular garment manufacturing systems, » *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia*, vol. 41, n° 1, pp. 50-58, 2018.
- [12] R. A. Ganoza Vilca, «Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa agroindustrial Estanislao del Chimú,» Trujillo, 2018.
- [13] R. Almamlook, A. Qwam Alden, A. Frefer, S. Hoon knew y Y. Agarw, «A Simulation Model for Productivity Efficiency Improvement Using Pro-Model: Case Study of Pip Factory, » *ausrevista*, pp. 133-142, 2019.