



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Implementación de un sistema de automatización para mejorar la
productividad del proceso de pelado y despepado de Palta Hass.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Ruiz Aspajo, Hugo ([orcid.org/ 0000-0002-5605-9605](https://orcid.org/0000-0002-5605-9605))

ASESOR:

Mg. Sovero Lazo, Nelly Roxana (orcid.org/0000-0001-5688-2258)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático.

TRUJILLO - PERÚ

2023

Dedicatoria

El presente documento lo dedico con amor, respeto, admiración y agradecimiento a mis queridos padres William y Yolanda, quienes me brindaron sus consejos, apoyo y enseñanzas en todas las etapas de mi vida.

Agradecimiento

En primer lugar, a DIOS TODOPODEROSO quien es mi guía y la luz de mi camino; así como a mi Alma Mater, la Universidad Cesar Vallejo en cuyas aulas recibí de sus Docentes mi valiosa formación académica.

Declaratoria de Autenticidad del Asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SOVERO LAZO NELLY ROXANA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Implementación de un sistema de automatización para mejorar la productividad del proceso de pelado y despepado de Palta Hass.", cuyo autor es RUIZ ASPAJO HUGO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 12 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SOVERO LAZO NELLY ROXANA DNI: 20048561 ORCID: 0000-0001-5688-2258	Firmado electrónicamente por: NRSOVEROS el 20- 07-2023 10:51:00

Código documento Trilce: TRI - 0587754



Declaratoria de Originalidad del Autor



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RUIZ ASPAJO HUGO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Implementación de un sistema de automatización para mejorar la productividad del proceso de pelado y despepado de Palta Hass.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
RUIZ ASPAJO HUGO DNI: 72411894 ORCID: 0000-0002-5605-9605	Firmado electrónicamente por: RRUIZAS el 25-07- 2023 19:03:56

Código documento Trilce: INV - 1259718



Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor	v
Índice de Contenidos	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras	ix
Resumen.....	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. <i>Automatización Industrial:</i>	11
2.2. <i>Tecnologías de la automatización industrial:</i>	13
2.3. <i>La Palta</i>	16
III. METODOLOGÍA	22
3.1. <i>Tipo y diseño de investigación.</i>	22
3.1.1 Tipo de investigación.....	22
3.1.2 Nivel de investigación.....	22
3.1.3 Diseño de investigación.	22
3.2. <i>Variables y operacionalización.</i>	23

3.2.1.	Variable Dependiente:	23
3.2.2.	Variable Independiente:	23
3.3.	<i>Población, muestra y muestreo.</i>	23
3.3.1.	Población:	23
3.3.2.	Criterios de inclusión:	23
3.3.3.	Criterios de exclusión:	24
3.3.4.	Muestra:.....	24
3.3.5.	Muestreo:	24
3.3.6.	Unidad de análisis:	24
3.4.	<i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.</i>	24
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos.	24
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos:	25
3.4.3.	Procedimientos:	25
3.5.	<i>Métodos de Análisis de Datos.</i>	26
3.5.1.	Análisis Cuantitativo.....	26
3.5.2.	Análisis de Diagnóstico.	26
3.5.3.	Análisis Predictivo.	26
3.5.4.	Aspectos éticos.....	26
IV.	RESULTADOS.....	27
V.	DISCUSIÓN.....	38
VI.	CONCLUSIONES.	41
VII.	RECOMENDACIONES.....	43
	REFERENCIAS	44
	ANEXOS.....	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Evolución de las exportaciones de Palta en el Perú.....	3
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Palta.....	17
Tabla 3. Propiedades alimenticias de la Palta.....	18
Tabla 4: Dimensiones y Parámetros de funcionamiento de la Tina Densimétrica.....	27
Tabla 5. Características Técnicas de la Tina Densimétrica:.....	29
Tabla 6. Volumen de Palta Recepcionada / Merma 1/ de las 5 líneas de pelado y despepado manual del día 15 de marzo de 2023.....	30
Tabla 7. Resultado de Evaluación de los Procesos Manual y Automatizado	31
Tabla 8. Indicadores de Mejora de la Productividad entre la línea de proceso manual y la línea de proceso automatizada	33
Tabla 9. Rentabilidad entre el proceso manual y automatizado del pelado y despepado de Palta Hass en un día de trabajo.....	35
Tabla 10. Utilidad Neta conformada por el ahorro económico al implementar la tina densimétrica en el proceso automatizado de pelado y despepado de Palta Hass en un día de trabajo.....	36
Tabla 11. Indicadores de Productividad entre el proceso manual y automático de pelado y despepado de Palta Hass.....	40

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso manual de despepado y pelado de palta.....	5
Figura 2. Automatización de riego y fumigación de cultivos.....	13
Figura 3. Diagrama básico de un sistema de control distribuido CDS.....	14
Figura 4. Interfaz hombre – maquina.....	14
Figura 5. Automatización del procesamiento de palta en agroindustrial Beta en Olmos (Lambayeque).....	15
Figura 6. Plataforma Spectrim: Clasificador automático de frutos.....	16
Figura 7. Palta Hass.....	17
Figura 8. Tipos de Palta.....	18
Figura 9. Palta cortada en cuadritos.....	19
Figura 10. Definición general de Productividad.....	20
Figura 11. Tipos y Características de la Productividad.....	21
Figura 12. Esquema de montaje de la Tina Densimétrica.....	28
Figura 13. Presentación fotográfica de la tina densimétrica.....	37

Resumen

El objetivo de la investigación fue la implementación de un sistema de automatización a través de una tina densimétrica para mejorar la productividad en el proceso de pelado y despepado de Palta Hass en una Empresa Agroexportadora; llevándose a cabo una investigación cuantitativa de tipo aplicada, nivel de investigación explicativa pre experimental. La población estuvo compuesta por las 5 líneas de proceso de pelado y despepado de Palta que hay en la empresa y la muestra fue una de ellas. La recolección de datos se realizó tanto para la modalidad de ejecución manual y luego de la implementación del proceso automatizado utilizando una tina densimétrica; se utilizaron Técnicas de Análisis Documental y Observación a través del uso de Fichas de Registro, Observación y Control para registrar volúmenes de palta procesados, tiempos de proceso y aprovechamiento de pulpa; con ellos se pudo cuantificar la mejora de la productividad mediante indicadores. Se desarrolló el análisis de rentabilidad comparando el proceso de pelado y despepado en forma manual y automatizado; la ejecución automatizada redujo el personal de 20 a 4 personas, el tiempo de procesado automatizado entre 20 y 30 minutos menos y el aprovechamiento de pulpa mejoró en un 5% a 10%.

Palabras clave: Automatización, productividad, indicadores de productividad, proceso productivo, rentabilidad.

Abstract

The objective of the research was the implementation of an automation system through a densimetric vat to improve productivity in the peeling and seeding process of Avocado Hass in an Agro-export Company; carrying out a quantitative research of applied type, level of explanatory research pre-experimental. The population was made up of the 5 avocado peeling and seeding process lines that exist in the company and the sample was one of them. The data collection was carried out both for the manual execution modality and after the implementation of the automated process using a densimetric vat; Documentary Analysis and Observation Techniques were used through the use of Registration, Observation and Control Sheets to record volumes of processed avocado, processing times and pulp use; with them it was possible to quantify the improvement in productivity through indicators. The profitability analysis was developed comparing the manual and automated peeling and desinching process; automated execution reduced staff from 20 to 4 people, automated processing time between 20 and 30 minutes less, and pulp yield improved by 5% to 10%.

Keywords: Automation, productivity, productivity indicators, production process, profitability.

I. INTRODUCCIÓN

Al destacar la importancia de la presente investigación Chamba Rueda, Laura Magali. Herrera Armas, Reynaldo (2022). Señalan que el diseño, fabricación e instalación de mejoras en equipos, modernidad y automatización permite reducir la cantidad de personal operario en los diversos procesos productivos y por lo tanto mejora la economía de la misma. Para Duran Acevedo, Cristhian Manuel. Castro Miranda, Reynaldo Alonso. (2018) la utilización de sistemas de comunicación inalámbrica por medio de la configuración de una computadora, PLC y SCADA a través de la tecnología Bluetooth para ser aplicado en un proceso de control y monitoreo, ofrece varias oportunidades para la aplicación de la automatización industrial en diversos campos permitiendo brindar gran estabilidad, respuesta y latencia durante el proceso. Rodríguez Torres, P. Álvarez Rau, J. (2021) indica que en el Perú las microempresas se constituyen como el motor principal de la economía nacional y son fundamentales para su crecimiento, y en particular las MYPES son una fuente directa de empleo, estas representan el 90% de dicha participación. El mercado internacional para la palta cuenta con una gran demanda insatisfecha, muestra de ello es el posicionamiento de la palta peruana como segundo proveedor en Estados Unidos, Francia, Japón, Canadá y Australia y como principal proveedor en el Reino Unido, Países Bajos, España, Alemania y China. Guevara Wilmer, Hidalgo. Alcaza Rojas, Jorge. (2021) manifiesta que los productores a través de los mercados Latinoamericanos son los que actualmente proveen alimentos como verduras y frutas hacia Europa y Asia, razón por la cual países como Chile, Perú y Argentina vienen incrementando más tierras de cultivo, represas de agua e instalación de tecnologías modernas de riego a fin de cubrir la demanda en el exterior. De la misma manera vienen creciendo cada año los volúmenes de exportación hacia el exterior, como signo del incremento de la productividad que trae como consecuencia directa el aumento del empleo que brinda mejor calidad de vida a los agricultores de las zonas productivas. Tapia Rodríguez, Atenas. Ramírez Dávila, José. Salgado Siclan, Martha. (2022) manifiestan que, en Buenavista, Michoacán, México, con un modelo de producción agrícola convencional, con absoluta certeza han logrado una muy buena productividad y rentabilidad con el cultivo de la Palta; estos dos factores identifican

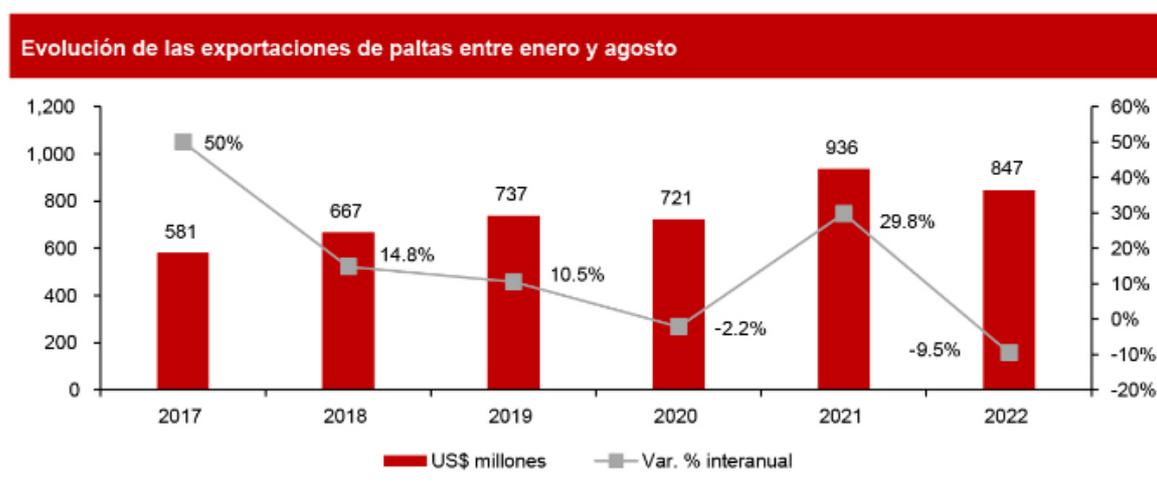
la producción agrícola y la relación costo – beneficio. Los métodos comparados son el tratamiento por unidad (sostenible y convencional) y el método aleatorio simple. Se usó el método estadístico de la prueba de Levene, Kolmogorov y la prueba ANOVA (no paramétrica) de Mann Whitney. La evaluación económica se basó en los indicadores: costo total de inversión ingreso total, relación costo-beneficio, rentabilidad y punto de equilibrio. El modelo sustentable demostró ser muy atractivo económicamente y tener un uso eficiente de los recursos naturales.

Al exponer la problemática respecto a la explotación agrícola en Colombia Castellano Montiel, A. G. Kato Vidal, E.L. Orozco Suarez, A.F. (2022) señalan que se ha perdido su potencial durante décadas debido a los conflictos armados y al narcotráfico; inseguridad de los derechos de tenencia de la tierra; falta de infraestructura, desarrollo e innovación tecnológica; y la falta de financiación e inversión; un ejemplo es su bajo crecimiento agrícola en comparación con otros países de la región durante los últimos períodos de altos precios agrícolas; así mismo analizan que el débil desempeño de la agricultura colombiana se debe a su bajo crecimiento de la productividad o la baja tasa de acumulación. De manera similar, hay evidencia de efectos de producción y crecimiento tecnológico sesgados en todos los casos donde los modelos econométricos permitieron esta estimación. Para González Filgueira y Francisco Javier Rodríguez Permuy (2018) la logística en los procesos de automatización industrial 4,0 brindan rapidez y eficiencia para procesos de llenado, clasificación, empaquetado y transporte; mejorando los ratios de eficiencia en especial en industrias alimentarias como son la fabricación de yogur, queso, mantequilla y postres; esto se puede lograr con el uso de PLC's comunicados mediante Profibus usando el protocolo Maestro – Esclavo y para comprobar el correcto funcionamiento del proceso se utiliza un Sistema de Adquisición de Datos. Scada. Gerardo.

Entre las causas que influyen en la agricultura de regadío está el escaso recurso del agua en la Costa y sierra del Perú, Gil Sevilla, M. Garrido Pardo, A. Gómez Ramos, A. (2019) justifican el análisis y el riesgo como resultado económico de la agricultura: Este estudio se inicia en función a los índices de precios de los cultivos, la tendencia de cultivos por temporada y la disponibilidad del agua; luego

se realizan simulaciones de la productividad utilizando funciones de distribución ajustadas del balance hídrico; esto incluye un sistema de gestión de sequías en tiempo real y se complementa con proyectos de almacenamiento de agua y riego tecnificado. Desde 2010 que el Perú inicio la exportación de palta Hass a lo EEUU, los especialistas Rodrigo Salazar. C. Gallegos Contreras, C. (2020) anuncian que este producto será el próximo espárrago; actualmente se envía 600,000 TM y hace 10 años eran 25,000 TM anuales Mientras el estadounidense promedio consume más palta, la producción en ese país (principalmente en California) viene decreciendo sostenidamente, por lo cual es necesario importar cada vez más. El Perú ya no se exportará casi por completo a Europa y con ello se podrán diversificar los mercados y los envíos, lo que permitirá que las exportaciones peruanas de este producto pasen de aproximadamente US\$365 millones en el 2019 a entre US\$850 millones en los próximos cinco años. Las pautas agroalimentarias brindan constante valoración de las normas agrícolas de cada nación a través de los indicadores. El sector agropecuario ha realizado cambios innovadores en tecnología, y debido al crecimiento de los costos agrícolas internacionales los ha llevado a un loable desarrollo económico.

Tabla 1. Evolución de las exportaciones de Palta en el Perú



Fuente: Sunat. Elaboración: ComexPerú.

Francisco B. Galarza. Guillermo Díaz, J. (2021) propone la apreciación de la producción haciendo uso de datos microeconómicos para el Perú. El procedimiento está basado en verificación de un servicio de productividad agraria, el cual consiste en recobrar la producción de un residuo y formar una adaptación constituye una aplicación directa para establecer metodologías en la apreciación de tareas de producción. Para Chamba Rueda, Laura Magali. Herrera Armas, Reinaldo (2022). la productividad de una planta y sus equipos se puede mejorar a través de la implementación automatizada, se muestra por los volúmenes de producción procesada y la rentabilidad del procesamiento de sus cultivos manteniendo constante, expansión y reingeniería de la capacidad instalada, el control de inventarios, capacitaciones continuas a los trabajadores, entre otros, sin dejar de considerar los factores externos como son las políticas de estado, convenios internacionales, acuerdos comerciales entre otros. El no evaluar la lectura de indicadores y aplicar sus resultados que tengan influencia en la toma de decisiones para una planificación sostenible, Castellano Montiel, A. G. Kato Vidal, E. L. Orozco Suarez, A. F. (2022) manifiestan que además que esto no ayudará al alcance de las metas de productividad. Es importante mencionar que un proceso productivo que utiliza a estos indicadores como herramientas en el sistema de gestión productiva y ayude a implementar mejoras, tales como renovación y modernidad de equipos y procesos tendrá como resultado el éxito de las empresas productivas. Dan Lerner. Medina Quispe, Celestino (2019) manifiesta que en el gobierno regional de Huancavelica en el año 2018 se llegó a contar con cinco mil hectáreas de Palta Hass instaladas. No obstante, según el área agrícola de Programa Sierra Centro, hoy este cultivo cuenta con alrededor de seiscientas hectáreas. Los problemas principales se generan de la organización en las comunidades; al igual que en muchos centros poblados distanciados de las grandes ciudades en el país, los de la cuenca media del valle del Mantaro no contaban con los límites establecidos los límites de sus propiedades de manera clara.

La problemática específica de la empresa agroexportadora en estudio, que actualmente ocupa el quinto lugar como agroexportadora en el Perú, requiere realizar mejoras continuas en su proceso productivo, y siendo las líneas de producción manuales las que generan mayores tiempos de producción y altos

costos en pago al personal que realiza dichos trabajos de corte, despepado y pelado de palta; en general toda esta línea de producción requiere de condiciones óptimas que se ajusten a normas de calidad que permitan que el producto sea aceptado por los clientes extranjeros. Las condiciones fundamentales son: la temperatura del producto envasado, el tamaño de la palta, la calidad de la pulpa y el tiempo de proceso; es por ello que este proceso debe ser fluido, sin que ello implique algún problema de manipulación que afecte su calidad; como se puede observar en la Figura 1, existe actualmente líneas largas de proceso y gran cantidad de personal operario realizando el trabajo de despepado y pelado de manera manual, y esta modalidad no permite una buena calidad de extracción de la pulpa, pues parte de esta se queda adherida a la pepa o en la cascara de la palta.



Figura 1. *Proceso manual de despepado y pelado de palta.*

La justificación tecnológica de la presente investigación es que la implementación de un sistema de automatización de la línea de producción en el proceso de pelado y despepado mediante el diseño, fabricación y montaje de una tina densimétrica para que por medio de la inmersión de la palta y con la acción de paletas se separa la cascara y pepa; ello implica una modernización y mejora de la línea de producción en cuanto a costos en personal operario, y optimización de los tiempos de producción, permitiendo procesar a mayor velocidad la palta y lograr un

mejor aprovechamiento de la pulpa. García, T., & Quintanilla, J. (2018), justifica teóricamente que los conceptos y principios teóricos de caudal, potencia e hidráulica a utilizar permiten realizar el diseño de la tina densimétrica de separación que cumpla con las funciones principales que esta debe tener como son el descascarado y despepado de la palta al final de la línea sin afectar la consistencia de la pulpa. Los cálculos estructurales de la tina deben garantizar estabilidad, rigidez y resistencia al momento de operar a plena carga sin que se tenga problemas de fugas, vibraciones o atoros. La justificación metodológica es que el diseño, fabricación y selección de materiales para la construcción de máquinas en la agroindustria de productos comestibles, requiere de un programa metodológico capaz de considerar todas las variables, aplicación, ventajas y posibles conclusiones acordes a la necesidad funcional y requerida en el proceso productivo; es decir poner en uso un método innovador en la ejecución de dicho proceso, se tendrá cambios en la mejora de tiempos, automatización y modernidad. Ashby, Michael. Jones, Juan. González, Benito. (2018), como justificación práctica señala que el cambio en la ejecución de pelado y despepado de palta de forma manual a automática significa un avance cuantitativo por cuanto se podrá procesar mayor número de paltas por unidad de tiempo y un avance cualitativo por cuanto la calidad del servicio representa una menor manipulación de la pulpa que puede originar una deficiente presentación. Fernández, P. M. (2019), en la práctica el proceso es mejor porque ahorra costos de salarios y toda la logística que se emplea actualmente en la programación y selección de personal.

Para la presente investigación se planteó las siguientes interrogantes: De manera general: ¿La implementación de un sistema de automatización en una línea del proceso de pelado y despepado de Palta Hass en una Empresa Agroexportadora mejorará su productividad? Y de manera específica: ¿Se podrán definir las dimensiones de longitud, ancho, altura; así como los principales parámetros de funcionalidad para la fabricación de la tina densimétrica?, ¿Cómo seleccionar las características técnicas de potencia, rpm de los equipos y motores necesarios para automatizar el movimiento del conjunto de paletas en el agua con la pulpa, cascara y pepa de la Palta?, ¿Se podrán utilizar las Fichas de Registro: PPR-06, RRHH-11 y CUN-14; las Fichas de Observación OEP-09 y las Fichas de

Control de datos RCM-12 para determinar por Lote los volúmenes de palta procesada, el tiempo de procesado y número de trabajadores que realizan el proceso de pelado y despepado de Palta Hass, tanto manual como automáticamente?, ¿Se podrá determinar la productividad a través de indicadores: peso de Palta procesada/ cantidad de personal, unidades procesadas /trabajador, costo de mano de obra/ peso de palta procesada; todo ello en el proceso de pelado y despepado por Lote, tanto para la forma manual como automática?, ¿Es posible determinar la rentabilidad del proceso de pelado y despepado de Palta Hass utilizando los formatos PPR-06, RRHH-11 y CUN-14 para el cálculo de la rentabilidad por Lote?

La hipótesis general planteada, expresó que la implementación de un proceso automatizado utilizando una tina densimétrica para el proceso de pelado y despepado de Palta Hass de una línea en una empresa agroexportadora mejora su productividad. Por lo tanto, el objetivo general fue implementar un sistema de automatización a través de una tina densimétrica para el proceso de pelado y despepado de Palta Hass, para mejorar la productividad de una línea de proceso. Los objetivos específicos fueron: 1) Definir las dimensiones principales para la fabricación de la tina densimétrica, así como, sus parámetros de funcionamiento: velocidad, caudal, y volumen de procesamiento. 2) Determinar las características técnicas de los equipos y motor necesario para automatizar la línea de proceso de pelado y despepado de Palta Hass. 3) Determinar y controlar los volúmenes de Palta Hass procesados por lote (Formato PPR-06); así como los tiempos de procesado (Formato OEP-09) y el número de trabajadores que participan en dicha labor (Formato RRHH-11) de procesamiento en forma tanto manual como automática en una línea, a partir del 15 de marzo del 2023. 4) Determinar la mejora de la productividad utilizando los indicadores de productividad en el proceso de pelado y despepado de palta Hass por lote, a través de los datos de volúmenes de procesado, mermas y producto final realizados, tanto en su ejecución manual como automática implementada. 5) Determinar la rentabilidad del proceso automatizado de pelado y despepado de Palta por Lotes, comparándolo con el proceso manual a través de los resultados del número de personas, tiempo de proceso y aprovechamiento de la pulpa.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

La Revista Agraria de la Universidad Nacional Agraria de Lima. El objetivo de la publicación es el análisis de las microempresas en el Perú como el motor principal de la economía nacional y su importancia fundamental de su crecimiento a través de las MYPES que son una fuente directa de empleo, estas representan el 90% de dicha participación. La población está constituida por todas las Empresas Agroindustriales presentes en el Perú, y la muestra son aquellas dedicadas a la exportación de Palta; los instrumentos utilizados son los reportes publicados por el Ministerio de Agricultura, Comercio Exterior, Sunat y otros los cuales dan cuenta de los volúmenes y precios de exportación de manera periódica. Las conclusiones son aquellas relacionadas al movimiento agroexportador de Palta en el Perú, y cuyo aporte se manifiesta en el mercado internacional para la palta como una gran demanda insatisfecha, muestra de ello es el posicionamiento de la palta peruana en segundo lugar como proveedor en Estados Unidos, Francia, Japón, Canadá y Australia y como principal proveedor en el Reino Unido, Países Bajos, España, Alemania y China (Rodríguez Torres, P. Álvarez Rau, J. 2021).

Las organizaciones modernas constantemente están actualizando sus procesos mediante sistemas automatizados y mediante el análisis de la medición de la automatización de procesos, se facilita el mejoramiento de sus actividades, así como la optimización de sus recursos y ahorro de costos en mano de obra. Los resultados de las oportunidades de mejora de automatización permiten tener una mejor visión para alcanzar mayores niveles de productividad (Mendieta Mendieta, Cristina 2018).

La implementación de un modelo de producción agrícola convencional que ha logrado con absoluta certeza una muy buena productividad y rentabilidad con el cultivo de la Palta; La población y muestra conformada por los sembríos de palta en el valle de Michoacán; Los métodos comparados son el tratamiento por unidad (sostenible y convencional) y el método aleatorio simple. Se usó el método estadístico de la prueba de Levene, Kolmogorov y la prueba ANOVA (no paramétrica) de Mann Whitney. Como conclusión la evaluación económica se basó

en los indicadores: costo total de inversión ingreso total, relación costo-beneficio, rentabilidad y punto de equilibrio. El aporte dado por la sustentación y factibilidad del modelo que demostró ser muy atractivo económicamente y tener un uso eficiente de los recursos naturales (Tapia Rodríguez, Atenas. Ramírez Dávila, José. Salgado Siclan, Martha. 2022).

La empresa industrias RESF. SAC fabricante de equipos para la industria alimentaria utiliza la Norma ASME, 2015 la cual establece el uso de acero inoxidable aisi 304 en todos los componentes que están en contacto con los productos alimenticios durante el procesamiento de los mismos; también recomienda el uso de la FDA (Food and Drug Administration) de USA (José Rodórico Sánchez Huamán 2017).

El presente trabajo de investigación: “Desarrollo de un sistema automático de selección de Palta Hass por sus índices de calidad para la empresa Agroindustrias Verdeflor S.A.C. desarrolla la implementación de un sistema automático de selección para Palta Hass mediante índices de calidad como: rozamiento, quemaduras y manchas negras; para ello integra un hardware y software, que se inicia con un algoritmo de procesamiento de imágenes, detectando desordenes en los frutos y clasificándolos adecuadamente (Bermeo Vargas, Elías Israel. Zorrilla Ramos, Darío Pascual, 2019).

Artículo de la revista PUCP de la Pontificia Universidad Católica del Perú tuvo como objetivo estimar la productividad agrícola a partir de datos microeconómicos en el Perú. El método mencionado se basa en la evaluación de los servicios de producción agrícola, lo que permite recuperar la productividad como valor residual y representa una aplicación directa de los últimos avances metodológicos en la evaluación de actividades productivas con datos de panel. Dado que hay poca información para la estimación caso por caso de datos de panel, confiamos en la suposición de formas funcionales (Francisco B. Galarza. Guillermo Diaz, J. 2021).

El análisis de la productividad de la planta y sus equipos a través de la implementación de la mejora continua de su modernización, mantenimiento

continuo, ampliación y transformación de la capacidad instalada, la población y muestra estuvo conformada por una encuesta a 349 empresas ecuatorianas entre marzo y agosto del 2021. El modelo utilizado fue el de ecuaciones estructurales, el control de inventarios, capacitaciones continuas a los trabajadores, entre otros, sin dejar de considerar los factores externos como son las políticas de estado, convenios internacionales, acuerdos comerciales entre otros Chamba Rueda, Laura Magali. Herrera Armas, Reinaldo. 2022).

La finalidad es representar que tan importante es el estudio de la realidad social a escala regional a partir del uso de indicadores sociales e índices. La población de dicho estudio fue el cotejo temporal y espacial en la que se observan los logros en salud, y el incremento de las privaciones en educación y en el ingreso per cápita. Como conclusión se puede decir que al evaluar la lectura de indicadores y aplicar sus resultados que tengan influencia en la toma de decisiones para una planificación sostenible, los autores manifiestan que además que esto no ayudara al alcance de las metas de productividad. El aporte importante es mencionar que un proceso productivo que utiliza a estos indicadores como herramientas en el sistema de gestión productiva ayuda a implementar mejoras, tales como renovación y modernidad de equipos y procesos tendrá como resultado el éxito de las empresas productivas (Castellano Montiel, A. G. Kato Vidal E. L. Orozco Suarez, A.F 2022).

El propósito de este artículo está relacionado con la aplicación del enfoque del índice competitivo divulgado propuesto por Balassa en la región Lambayeque del Perú para crear productos competitivos para esta región. La aplicación de un método numérico basado en la teoría de la integración económica revela ventajas competitivas que ayudan a medir la competitividad de los cultivos de exportación en la región de Lambayeque, entre los que se destacan aguacate, mango, plátano, espárrago, chiles secos. Como conclusión se tiene que las mayores ventajas competitivas se deben a los menores precios de cultivo, calidad del terreno y el clima. Se observa en la región poco desarrollo tecnológico, básicamente debido a una deficiente gestión; sin embargo, presenta buenas condiciones de inversión para generar una mejor competitividad. El Perú actualmente tiene una buena

clasificación de riesgo - país, así mismo se tiene el sector agroindustrial con mucho potencial.

Los resultados muestran que los cultivos más promisorios de la región Norte del Perú son: palta o aguacate, plátano, mango, espárrago, chile seco y café. Pero en comparación con otros países latinoamericanos como Chile y Brasil, solo los espárragos y los mangos son muy competitivos (Heredia Pérez, J. Huarachi Chávez. 2019).

El objetivo del presente trabajo trata del desarrollo y diseño sencillo y de fácil construcción de una máquina para la clasificación de frutos por tamaño: pequeño, mediano y grande, frutos tales como naranjas, mangos, paltas. El desarrollo, diseño y construcción de un sistema automatizado requiere del control y clasificación de variables, propiedades físicas o mecánicas tales como diámetro, esfericidad, masa, volumen, área proyectada, listado de materiales y equipos, estos teniendo en cuenta la delimitación y necesidad requerida del proceso a automatizar. La eficiencia de la máquina es de un 98% y su productividad o carga de trabajo es de 212 a 250 kg/hora. La muestra se desarrolla para un cultivo en Egipto en un área de 70,854 hectáreas, siendo la naranja el principal cultivo; como aporte se tiene que dicha máquina tendrá una producción de 2.9 millones de toneladas por año. (Nabil S. M. Elkaoud y Ragab K. Mahmmoud 2022).

Fundamento Teórico

2.1. Automatización Industrial:

La automatización industrial está conformada por un conjunto de sistemas computarizados, electromecánicos, electroneumáticos electrohidráulicos, electrónico digital o analógico integrados por varios equipos y elementos a fin de realizar diversas funciones o procesos agroindustriales como la detección, recolección de datos, clasificación, control, supervisión, y monitoreo relacionado con procesos industriales (Pimenta, Carlos 2017).

La mayoría de máquinas, equipos, procesos y herramientas automatizadas que se utilizan en los diversos tipos de industrias, permiten brindar niveles óptimos de información, calidad, productividad y seguridad al personal encargado de estas

tareas. Además, en el campo de la robótica industrial utilizada para tareas rutinarias, procesos en serie o producción continua están dejando de lado la participación laboral de gran cantidad de trabajadores; sobre todo en labores de riesgo con lo cual ofrecen grandes beneficios en múltiples procesos productivos. La automatización de por sí es costosa y requiere de muchos recursos humanos para diseñar o rediseñar una planta; por ello esto se debe hacer de manera planificada de la mano con las tareas de mantenimiento y control de lo automatizado (Pensa y Vilanova 2016).

La automatización de una planta requiere seleccionar cuidadosamente el equipo y herramientas adecuadas de manera que tengan las adecuadas cualidades ergonómicas que tanto al personal de planta, como a los clientes brinden confianza al operarlo, agilicen y mejoren los procesos, así como la calidad de los mismos (Ignasi Brunet 2014).

2.1.1. Automatización Agroindustrial

Las tecnologías, modernidad y avances en la agroindustria son las que actualmente garantizan la salubridad de los productos de consumo alimenticio; sin embargo, estos cambios deben ser diseñados de manera que operen con flexibilidad para diferentes frutos y verduras en las diferentes temporadas. La importancia principal de la automatización radica en la disminución de los tiempos de procesamiento y contratación de personal, lo cual se refleja en los indicadores de productividad empresarial. Los análisis estadísticos prevén que para el año 2050 se necesite 50% más de producción alimenticia, esto se puede lograr automatizando la agricultura y los procesos agroindustriales; de tal forma que se puedan maximizar la producción en los cultivos, disminuir la utilización de insumos y mejorar los rendimientos en las cosechas. El agua es el recurso más valioso para el ejercicio de la agricultura, lo cual requiere optimizar su uso utilizando sensores de temperatura, humedad y PH (Silva Diaz, LJ 2019).



Figura 2. *Automatización de riego y fumigación de cultivos*

2.2. Tecnologías de la automatización industrial:

Sistemas de control distribuido (CDS). - Consta de niveles de automatización llamados de campo, donde encontramos sensores y actuadores y niveles de control donde se ubican los PLCs o estaciones de automatización; niveles de control donde se ubican las estaciones de trabajo y los servidores de procesos; Además, las computadoras que consisten en

un software especial para la distribución de información, planificación y gestión de toda la producción de una industria o fábrica (Lelann, 2009).

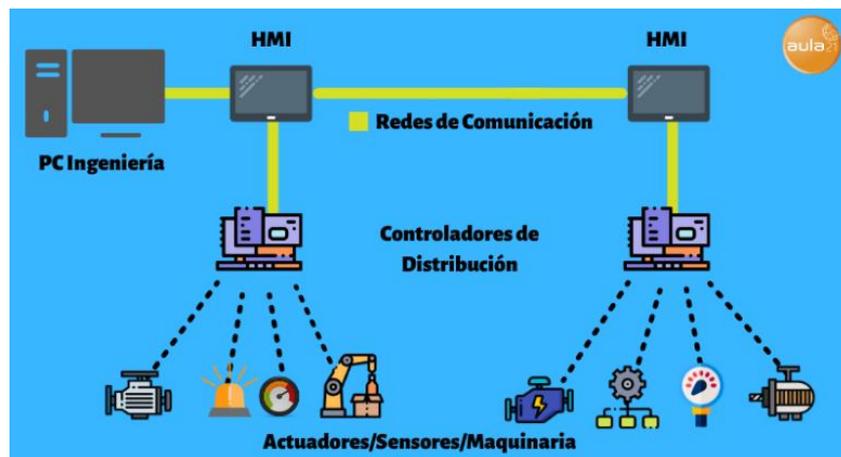


Figura 3. Diagrama básico de un sistema de control distribuido CDS

Interfaces hombre – máquina (HMI). - o también llamados interfases hombre –computadora (CHI) empleados para la comunicación con los PLCs y otras computadoras, a fin de controlar temperaturas, presión o para procesos que brinden respuesta a mensajes de alarma; básicamente viene a ser el panel mediante el cual el operario realiza el control del proceso en tiempo real, proporcionando gráficos visuales de proceso. Existen 4 tipos de interfaces hombre- maquina:

- Interfaz de línea de comando
- Interfaz controlado por menús
- Interfaz gráfica del usuario (Coulouris, 2012).

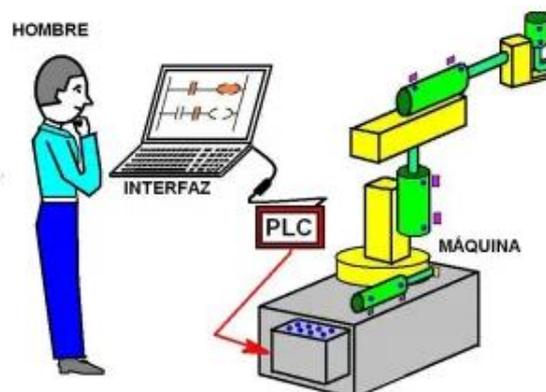


Figura 4. Interfaz hombre – máquina.

Prueba de Automatización. - Este es otro método de automatización que involucra computación de prueba, donde las computadoras controlan equipos de prueba automatizados que están programados para simular humanos probando aplicaciones manualmente. Esto generalmente va de la mano con herramientas automatizadas que crean instrucciones específicas que apuntan al hardware automatizado bajo prueba exactamente en la dirección correcta para ejecutar las pruebas (Monge, Raúl, 2004).

Aplicaciones Emergentes. - La automatización de procesos consta de varias aplicaciones y cubre varias áreas de diseño. Los avances en nuevas tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT/IloT), machine learning, inteligencia artificial, big data, sistemas de computación en la nube, realidad virtual y aumentada, blockchain, robótica, conectividad 5G, ciberseguridad, un contexto de Industria 4.0 permiten, entre otras cosas, para abrir nuevos campos de aplicación encaminados a optimizar los procesos productivos, fortalecer la cadena de valor, aumentar la eficiencia de las operaciones y aumentar la productividad de las empresas (Pajares y de la Cruz, 2012).



Figura 5. *Automatización del procesamiento de palta en agroindustrial Beta en Olmos (Lambayeque)*



Figura 6. *Plataforma Spectrim: Clasificador automático de frutos*

2.3. La Palta.

La palta o aguacate es un fruto de forma redonda y periforme, generalmente de cascara según su variedad de color verde, morado o negro; su pulpa es de colores entre amarilla y verdes claros. Es un fruto rico en calorías, minerales y vitaminas, dependiendo de la variedad tiene tamaño entre 8 y 15 cm. Industrialmente se pueden fabricar diversos productos como aceites, pure, tequeños, panecillos y galletas; también se utiliza en cosmetología como cremas, jabones, aceite para masajes; en alimentación se usa para preparar ensaladas frescas (Chávez, 2010). La palta es un fruto de propiedades altamente nutritiva, pero es altamente perecedera por lo cual requiere tratamientos adecuados en frío para su procesamiento y exportación; su oxidación o deterioro microbiológico reduce mucho su conservación (Cornejo, 2010). Dentro de las variedades de palta más importante se tiene la fuerte, Hall, Hass y Nabal. La Palta Hass es la más comercial a nivel mundial, por su muy buena calidad, disponibilidad todo el año, es de poca fibrosidad y un contenido de aceite promedio de 20%. En nuestro país su cosecha es alta entre los meses de octubre a diciembre (García y Quintanilla, 2013).



Figura 7. Palta Hass

La palta tiene su origen en América, básicamente en México, expandiéndose a Venezuela, Perú y Ecuador; su nombre deriva de la palabra nativa *aoacatl* o *ahuacatal*. Su clasificación taxonómica es:

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Palta

Especie	<i>Persea americana</i>
Nombre común	Palta, aguacate, advocado
Sub reino	Talofitas
División	Fanerógamas
Sub división	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Archiclatimédias
Orden	Ranales
Sub orden	Magnolineas
Familia	Laureaceas

La palta tiene un pericarpio delgado, un mesocarpio carnoso y semilla con dos cubiertas protectoras (Risco 2007).



Figura 8. *Tipos de Palta*

La composición química de la palta está conformada por un sin número de propiedades alimenticias por su alto contenido de aceites y grasas; así como un amplio complejo vitamínico (García & Quintanilla 2019).

Tabla 3. *Propiedades alimenticias de la Palta.*

Componente	Variedad	
	Hass	Fuerte
Agua (%)	74.4	71.20
Graso (%)	20.6	23.40
Proteína (%)	1.80	2.000
Fibra (%)	1.40	1900
Ceniza (%)	120	120
Ácido ascórbico (mg)	11.00	6.00
Niacina (mg)	1.90	1.50
Vitamina B6 (mg)	0.62	0.61
Potasio	480.00	460.00
Fósforo	14,00	29
Magnesio	23.00	23.00

Previamente al proceso de Pelado y Despepado de la palta; esta debe ser lavada y desinfectada por unos 5-10 minutos con agua clorada a 10 ppm, para luego ser enjuagada con agua potable. El proceso manual se realiza sobre una mesa de acero inoxidable, bajo estrictas normas de salubridad. El procedimiento

consiste en retirar primero el pedúnculo del extremo de la palta, luego se corta en dos partes longitudinalmente, se extrae la pepa y con una cuchara se retira la pulpa; el corte debe hacerse con cuchillos de acero inoxidable (Hernández, 2010). La palta estando en cuadritos debe ser llevado a los túneles de frío con temperaturas entre -5°C a -10°C , este tratamiento permite que permanezca la palta hasta por 15 días



Figura 9. *Palta cortada en cuadritos.*

2.4. Productividad

“La productividad es un nivel analítico del comportamiento de una empresa productiva para transformar materia prima en producto, se puede entender que esto requiere de la eficiencia y eficacia con la que se realiza un proceso”. (Robbins & Judge. 2013). “La productividad es una metodología, basada en métodos y leyes científicas que permiten el mejor aprovechamiento de la mano de obra y de los recursos para obtener un producto en el menor tiempo posible sin descuidar su calidad” (Taylor 2019). “La productividad laboral viene a ser el rendimiento y eficiencia de los trabajadores en su participación de una empresa” (Chiavenato). “Para producir un producto o servicio se requiere: trabajo, tierra y capital, donde cada uno de ellos percibe una utilidad; la suma de todos ellos se denomina “valor de cambio”, la cual viene a ser el costo de producción”. (Adam Smith).

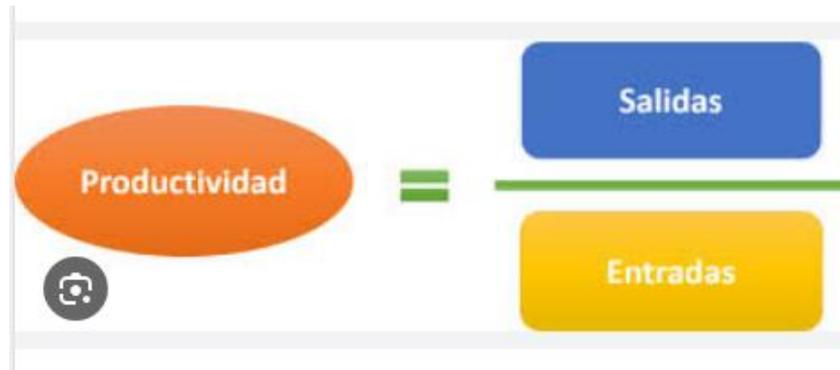


Figura 10. *Definición general de Productividad*

El cálculo de la productividad para la presente investigación, se realizó utilizando los siguientes indicadores:

- Productividad Laboral = (Productos Producidos) / Recursos Utilizados
- Productividad = (Unidades Producidas) / (Unidades de factores de Producción)
- Productividad = (Cantidad de Productos) / (Unidad de Tiempo)
- Productividad = (Unidades Producidas) / (Tiempo de Producción)
- Productividad = (Unidades Producidas) / (Unidades de insumos)
- Productividad = (Unidades Producidas) / (Monto de Capital)
- Productividad = (Unidades Producidas) / (Cantidad de Mano de Obra)

Los tipos de Productividad son:

Productividad Laboral, se define como la cantidad de productos o servicios producidos por hora de trabajo.

Productividad de los Factores, se expresa como la producción realizada entre cualquiera de los factores que han intervenido en el proceso productivo; como capital, mano de obra, número de horas u otros

Productividad Marginal, conformada por los productos producidos adicionalmente al hacer un cambio o modificación de uno de los factores intervinientes por única vez, sin afectar el proceso establecido.



Figura 11. *Tipos y Características de la Productividad*

Los Indicadores de Productividad Empresarial deben ser establecidos considerando la política económica, laboral y financiera de la empresa, de manera que brinden datos que permitan hacer cambios o modificaciones que mejoren el desenvolvimiento de la empresa, por lo tanto, deben ser: relevantes, medibles, conmensurables, entendibles, específicos y comparables; entre los principales tenemos:

- Ingreso por trabajador
- Productividad por Equipos
- Periodo Promedio de Cobro
- Margen de Utilidad Operativo
- Utilidad Neta
- Liquidez Corriente
- Satisfacción del Cliente

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1 Tipo de investigación.

Aplicada, (Lozada, 2014), indica que la investigación aplicada se basa en resolver uno o varios problemas específicos llegando a contribuir nuevos artículos, por ello esta investigación utiliza la teoría, conocimientos y principios del diseño y la automatización para diseñar una tina de pelado y despepado de palta en una empresa agroindustrial que se encuentra activa y en pleno proceso de exportación de Palta Hass al exterior para mejorar su productividad.

3.1.2 Nivel de investigación.

Explicativa, por cuanto la implementación de un diseño automatizado en una línea de proceso de pelado y despepado de Palta incrementará la productividad de la Empresa por una mayor rapidez del proceso y un mejor nivel de calidad del mismo.

3.1.3 Diseño de investigación.

Experimental – pre experimental por cuanto se trata de descubrir o buscar una forma de automatizar el proceso de pelado y despepado de palta, a fin de mejorar la productividad del servicio de una de las 5 líneas de proceso, dice que este tipo de diseños preexperimentales, inician la resolución de los problemas de un proyecto, estudiando variables independientes y dependientes y a través de ello determinar su factibilidad (Abreu, 2012).

Por ello se hace una observación del estado de proceso existente analizándose la productividad, para luego ir proponiendo cambios y mejoras viables a ser aplicadas en la línea de proceso productivo, como es el desarrollo de la automatización del mismo.

Luego, el diseño de investigación automatizado será de mucha utilidad para el planteamiento y elaboración del diseño, fabricación y montaje

de la automatización en la línea de proceso, así como la puesta en práctica de las normas, estándares e indicadores que permitan una buena gestión de calidad.

$$GE \longrightarrow O_1 \quad X \quad O_2$$

Dónde:

GE: Grupo experimental.

O1: Índice de productividad (preprueba).

X: Sistema de automatización.

O2: Índice de confiabilidad (posprueba).

3.2. Variables y operacionalización.

3.2.1. Variable Dependiente:

Mejora de la Productividad. Farfán, A. G (2021). La productividad agrícola se define como el cociente entre la producción y los factores productivos y vinculada con la eficacia y eficiencia del uso de los recursos.

3.2.2. Variable Independiente:

Sistema de Automatización. Gómez. (2018). Un sistema de automatización es aquel donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de sistemas de control y elementos tecnológicos para la reducción del recurso humano en un proceso.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población:

Las 5 líneas de proceso de pelado y despepado de Palta Hass.

3.3.2. Criterios de inclusión:

Se consideran las 5 líneas de proceso de pelado y despepado de Palta Hass de la empresa agroexportadora: 4 líneas de manera manual y una línea de manera automatizada.

3.3.3. Criterios de exclusión:

En la presente investigación se excluyen a los sistemas automáticos o semiautomáticos con los que cuentan algunas empresas para el pelado y despepado de Palta Hass.

3.3.4. Muestra:

La línea 1, que es una de las 5 líneas de proceso de pelado y despepado de palta que se tiene en la Empresa en estudio.

3.3.5. Muestreo:

El muestreo es de tipo no estadístico porque solo se analizará una única línea de pelado y despepado de Palta con proceso automatizado, que se tiene en la Empresa agroexportadora en estudio.

3.3.6. Unidad de análisis:

La unidad de análisis son los datos que se obtienen del proceso de pelado y despepado de Palta Hass mediante su ejecución de forma manual y luego con la implementación de la forma automatizada; todo ello para un Lote Promedio de 16 Toneladas de Palta que implica en cada caso lotes de 2 toneladas en promedio de cada uno en un horario comprendido entre las 7.00 am. hasta las 6.00 pm. descontando una hora de descanso que utilizan los trabajadores para ingerir sus alimentos.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

La recolección de datos para la Variable Independiente y Variable Dependiente, se llevará a cabo a través de las técnicas de Análisis Documental y Observación cuantificando los volúmenes de Palta a procesar por lotes, así como los tiempos en el que un determinado número de personas realizan el proceso de pelado y despepado de la palta. También se recogen datos de Merma para evaluar el aprovechamiento del proceso

en la obtención de pulpa de Palta, en ambas modalidades de procesamiento: manual y automática.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos:

Con la finalidad de recabar información de la observación del proceso realizado en las dos modalidades de ejecución se utilizarán Fichas de Registro (PPR-06, RRHH-11), CUN-14), Fichas de Observación (OEP-09) y Fichas de Control de datos (RCM-12), donde se consigna al número de personas a laborar, la cantidad de producto a procesar, los tiempos de inicio y final de proceso, los valores de las mermas, el grado de aprovechamiento de pulpa, así mismo el desempeño laboral de los trabajadores a través de una calificación cualitativa.

3.4.3. Procedimientos:

- 1° Identificación del peso exacto de la muestra a evaluar conformado por el peso total de la Palta en sus jabas al momento de ingresar a la planta.
- 2° Selección del personal a procesar la muestra de cada lote: peso de Palta fuera de las jabas.
- 3° Preparación de la logística a utilizar: personal, balanza, cronómetro, formatos, y fichas de observación y control de datos.
- 4° Toma de la hora o tiempo de inicio del proceso de pelado y despepado tanto en forma manual como automatizada.
- 5° Control de calidad de la ejecución del proceso, comprendido por la presentación y apariencia de la pulpa de palta, antes de pasar al proceso de congelado.
- 6° Toma de datos del tiempo al concluir con el procesado de pelado y despepado de las 16 Toneladas de Palta.

3.5. Métodos de Análisis de Datos.

3.5.1. Análisis Cuantitativo.

La presente investigación se desarrolla en base a unidades numéricas como son el número de trabajadores, el tiempo de procesamiento y los pesos de mermas y pulpa durante el proceso de pelado y despepado de Palta antes y después de implementar la automatización de dicho proceso. Para ello se utilizan formatos específicos a ser llenados correctamente y un cronómetro para el control de tiempos.

3.5.2. Análisis de Diagnóstico.

El análisis de diagnóstico consiste en la cuantificación de los indicadores de productividad utilizados para confrontar la productividad de los dos métodos en cuanto al número de trabajadores, tiempo de ejecución del proceso o rapidéz del proceso manual y del proceso después de implementar la automatización para el pelado y despepado de Palta en la empresa agroexportadora.

3.5.3. Análisis Predictivo.

En base a los datos de los indicadores de productividad referentes al número de trabajadores presentes para el proceso de pelado y despepado manual de palta es posible realizar predicciones de mejora en la productividad luego de la implementación del sistema de automatización.

3.5.4. Aspectos éticos.

La honestidad y la ética son virtudes a considerar en la transparencia, veracidad y exactitud al momento de la toma de datos y análisis de los mismos para lograr obtener indicadores de productividad reales que servirán para obtener información confiable y valedera, para su análisis posterior.

IV. RESULTADOS

Del Objetivo Específico N°1:

Definir las dimensiones principales para la fabricación de la tina densimétrica, así como, sus parámetros de funcionamiento: velocidad, caudal, y volumen de procesamiento.

La automatización del proceso de pelado y despepado de Palta Hass en la Línea 1 de proceso se llevará a cabo utilizando una tina densimétrica tipo Fruit Destoner, la cual está conformada por un tambor troquelado y un conjunto de paletas, las mismas que mediante un movimiento rotativo se encargan de separar la pulpa de la pepa y cascara; esta fue puesta en servicio desde el 3 de abril del 2023 en la Empresa en estudio; la cual tiene las siguientes dimensiones, parámetros de funcionamiento y componentes:

Tabla 4: *Dimensiones y Parámetros de funcionamiento de la Tina Densimétrica.*

Dimensiones:	Longitud: 18.00m.	Ancho:1.60m.	Altura: 2.50m.
---------------------	-------------------	--------------	----------------

Parámetros de funcionamiento:	
Peso de Palta en proceso:	450kg.
Volumen de Agua para proceso:	2,850lt.
Velocidad de Caudal:	1.8m/min.



Figura 12. *Esquema de montaje de la Tina Densimétrica*

Del Objetivo Específico N°2:

Determinar las características técnicas de los equipos y motor necesario para automatizar la línea de proceso de pelado y despepado de Palta Hass.

La tina densimétrica tipo Fruit Destoner implementada en la planta tiene las siguientes características:

Tabla 5. *Características Técnicas de la Tina Densimétrica:*

Componentes	Características
Material de Fabricación:	Acero Inoxidable 316L
Planchas de acero inoxidable	Espesor 1.9 mm
Motor Eléctrico Siemens	1LEO141-1AB56- 4AA4 Potencia 4 hp, 1,735 rpm Factor de Potencia 0.83
Motorreductor de eje axial	Marca: Siemens Índice de reducción 9.46
Chumaceras SKF Ac Inox	P2855 100- YTPSS

Del Objetivo Específico N°3:

Determinar y controlar los volúmenes de Palta Hass procesados por lote (Formato PPR-06); así como los tiempos de procesado (Formato OEP-09) y el número de trabajadores que participan en dicha labor (Formato RRH-11) de procesamiento en forma tanto manual como automática en una línea a partir del 15 de marzo del 2023.

En la **Tabla 6**, se presenta la siguiente tabla a manera de referencia para tener de conocimiento de los datos de ejecución del proceso de pelado y despepado en 5 líneas realizados de forma manual el día 15 de marzo del 2023 (antes de la implementación del sistema automatizado), que viene a ser lo que anteriormente se hacía; en la actualidad se procesan las líneas 2, 3, 4 y 5 de modo manual y la línea 1 con sistema automatizado.

Tabla 6. *Volumen de Palta Recepcionada / Merma 1/ de las 5 líneas de pelado y despepado manual del día 15 de marzo de 2023*

Dimensión:	Delimitación			
Indicador:	Volumen de Palta a procesar			
Técnica:	Análisis Documental			
Instrumento:	Ficha de Registro			
Título del Instrumento:	PPR-06 Formato de Registro de Producto			
	N° Jabas	Peso Bruto	Peso Neto	Merma 1
N° Línea		Kg.	Kg.	kg.
Línea 1	1354	15990.74	13905.58	2085.16
Línea 2	1355	16002.55	13915.66	2086.70
Línea 3	1353	15978.93	13895.31	2083.62
Línea 4	1354	15990.74	13905.58	2085.16
Línea 5	1355	16002.55	13915.66	2086.70
Totales	6771	79965.51	69537.79	10427.34

Tabla 7. Resultado de Evaluación de los Procesos Manual y Automatizado

Dimensión:	Delimitación
Indicador:	Tiempo de procesamiento y número de personas en la línea.
Técnica	Observación
Instrumento:	Ficha de Observación
Título del Instrumento:	OEP-09 Formato de Observación y evaluación del proceso.

Denominación	Manual	Automatizado
Cantidad de Personal	20	4
Tiempo de Procesamiento	1h 15'	55'
Calificación del proceso	A = 20%	A = 60%
	B = 80%	B = 40%

Interpretación:

La ejecución manual del proceso de pelado y despepado de Palta Hass de la empresa en estudio, en un día, en 1 línea de procesamiento es un promedio de 16 Toneladas contando con la participación promedio de 20 trabajadores por cada línea, teniendo un horario de trabajo desde las 7.00 am. hasta las 6.30 pm. Ello

implica un costo de mano de obra mayor; consumo de energía eléctrica, además del uso y desgaste en equipos de Protección Personal (EPPs) y con la consiguiente aglomeración de trabajadores alrededor de las líneas. También se puede observar que un 13% del Peso Bruto corresponde al peso de las jabas plásticas utilizadas, el mismo que consideramos como Merma 1.

Con la puesta en marcha del sistema de automatización utilizando la tina densimétrica en la Línea N° 1 se encontró como resultado principal la disminución vertiginosa de la cantidad de personal (20 personas) solo para la tarea de pelado y despepado a solo 4 personas quienes se encargan de retirar las pepas y cascara de la tina, la automatización permite mejoras en los niveles de productividad. Sin embargo, también se logran mejorar los tiempos de procesado en 20 a 25 minutos menos que hacerlo en forma manual y finalmente la calidad del producto en cuanto a textura y presentación es mucho mejor; sin dejar de mencionar que aumenta la mejora en la cantidad de pulpa extraída.

Del Objetivo Específico N°4:

Determinar la mejora de la productividad utilizando los indicadores de productividad en el proceso de pelado y despepado de palta Hass por lote, a través de los datos de volúmenes de procesado, mermas y producto final realizados, tanto en su ejecución manual como automática implementada.

Para el procesamiento manual de Palta Hass: elaborar, determinar, y controlar los volúmenes procesados por lote (PPR-06); así como los tiempos de procesado (OEP-09 y el número de trabajadores que participan en dicha labor (RRH-11), y el aprovechamiento de obtención de pulpa de Palta. Para determinar la productividad se utilizan los indicadores de productividad para cantidad de personal, tiempo de ejecución y aprovechamiento de extracción de pulpa.

Tabla 8. *Indicadores de Mejora de la Productividad entre la línea de proceso manual y la línea de proceso automatizada*

Dimensión:	Control
Indicador:	Número de personas en la línea de proceso, volúmenes de ingreso y tiempo de procesamiento.
Técnica	Observación
Instrumento:	Ficha de Observación
Título del Instrumento:	RRHH-11 Formato de Control de Personal.

Denominación	Manual	Automatizado
- Cantidad de Personal	20	4
- Procesamiento de kg de Palta promedio por trabajador.	2,000kg /20 trabajadores 100kg/trabajador	2,000kg/4trabajador 500 kg/trabajador
- Procesamiento promedio de kg de Palta por minuto.	2,000kg / 75' 26.67 kg/minuto	2,000kg / 55' 36.36 kg/minuto
- Obtención de kg de pulpa para un lote promedio de 16,000 kg.	11967.63/ 16002.55 0.75 kg pulpa/kg	12554.49/16018.40 0.78 kg pulpa/kg

Interpretación:

En la tabla de anexo 6, muestra la producción en la Línea 2 del día 15 de marzo del 2023, donde ingresan 16002.55 kg. de palta en jabas y luego de retirar las mermas 1 y 2, quedan 11967.63 kg. de pulpa de palta, lo cual indica que el 74.79 % del total de palta ingresada queda como producto final: pulpa de palta.

Al implementar la línea de automatización con la tina densimétrica, el día 15 mayo se procesaron 16018.40 kg. de palta en bruto y finalmente se obtuvo 12554.49 kg. de pulpa de Palta, lo cual indica que se obtuvo un 78.38% de aprovechamiento dado que en forma manual muchas veces parte de la pulpa se pierde en la pepa y en la cascara. En conclusión, hay una diferencia del 3.59% a favor de la extracción de pulpa de Palta.

Del Objetivo Específico N°5:

Determinar la rentabilidad del proceso automatizado de pelado y despepado de Palta por Lotes, comparándolo con el proceso manual a través de los resultados del número de personas, tiempo de proceso y aprovechamiento de la pulpa.

Las tres diferencias básicas en el proceso de pelado y despepado de palta de manera manual y automática son: la cantidad de personal empleado, el tiempo de proceso por lote y el volumen de aprovechamiento de la pulpa de palta; estos conceptos llevados a cifras económicas y utilizando Indicadores de proceso nos dan como resultado la rentabilidad entre el proceso realizado manualmente y el proceso automatizado. El análisis económico en base a un día de trabajo en una línea de proceso nos da los siguientes resultados:

Tabla 9. Rentabilidad entre el proceso manual y automatizado del pelado y despepado de Palta Hass en un día de trabajo.

Dimensión:	Rentabilidad	
Indicador:	Inversión de Mano de Obra	
Técnica:	Análisis Documental	
Instrumento:	Ficha de Registro	
Título del Instrumento:	RRHH-11	
Denominación	Manual	Automatizado
Personal	20 p.	4 p.
Costo S/.	1,250.00	250.00
Tiempo de Proceso	1h 15'	55'
Costo de aprovechamiento/kg	0	S/. 0.15/kg.
Indicador de Costo de Mano de obra por kg	S/.1,250 /2,000kg S/. 0.625 / kg	S/.250 / 2,000 kg S/. 0.125 / kg
Indicador aprovechamiento de pulpa.	S/.11.50 el precio por kg de pulpa S/.0.75*11.5. S/. 8.63 /kg	S/. 0.78*11.5 S/. 8.97 /kg

Interpretación:

La **Tabla 9** muestra los indicadores: Costo de Mano de Obra por kg de palta procesada, se tiene que en el proceso manual es de S/.0.625/kg; mientras que en el sistema automático es de S/.0.125/kg; es decir un 80% más barato, por lo tanto, más rentable. El indicador de aprovechamiento de pulpa en forma manual proporciona un ingreso por venta de S/. 8.63/kg, mientras que en forma automática es de S/.8.97/kg; es decir un 3.79 % más rentable.

Tabla 10. Utilidad Neta conformada por el ahorro económico al implementar la tina densimétrica en el proceso automatizado de pelado y despepado de Palta Hass en un día de trabajo.

Dimensión:	Rentabilidad
Indicador:	Utilidad Neta
Técnica:	Análisis Documental
Instrumento:	Ficha de Registro

Utilidad Adicional	Automatizado
Ahorro de mano de obra S/.	$(0.625 - 0.125) * 16000$
Ahorro en tiempo de proceso S/.	$(62.5 + 87.60) * 8$
Ahorro en provechamiento Pulpa S/.	$(0.78 - 0.75) * 16000$
Utilidad Adicional (A mano de obra +	
A en tiempo de proceso + ahorro en	S/. 9680.80
Aprovechamiento de pulpa) S/.	

Interpretación:

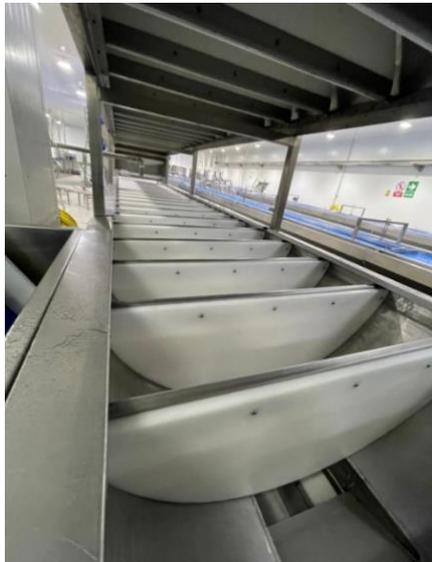
En este caso no tenemos alcance de precios de venta definidos, por cuanto estos varían con el tiempo, la oferta y la demanda; entonces consideraremos como utilidad adicional los ahorros o ganancias que nos brinda el sistema automatizado en comparación con el proceso manual.

Del Objetivo General

Implementar un sistema de automatización a través de una tina densimétrica para el proceso de pelado y despepado de Palta Hass, para mejorar la productividad de una línea de proceso.

Figura 13. *Presentación fotográfica de la tina densimétrica.*





Interpretación:

El sistema automatizado para el proceso de pelado y despepado de Palta Hass en una las 5 líneas con que cuenta la Empresa agroexportadora utilizando una tina densimétrica Tipo Fruit Destoner inicio su puesta en marcha el 3 de abril del 2023, luego de haber pasado por una etapa de pruebas de funcionalidad; el material utilizado en su diseño y fabricación es 100% de acero inoxidable, tal como indican las Norma ISO 22000 (del 20 oct 2022) a fin de garantizar la inocuidad de los frutos procesados.

V. DISCUSIÓN.

Del Objetivo Específico N° 1

Las características dimensionales, los componentes y los equipos que conforman la Tina Densimétrica, están calculados para procesar Palta Hass más allá de los volúmenes realizados de forma manual lo cual haga la diferencia positiva en cuanto a mejorar la productividad del proceso. José Rodórico Sánchez Huamán 2017, señala que el dimensionamiento de los componentes de un equipo para tratamiento de productos alimenticios debe estar seleccionado en base a los volúmenes a procesar.

Del Objetivo Específico N° 2

La implementación de la Tina Densimétrica en la línea 1 de pelado y despepado de Palta, cuenta con todas las normas de calidad para el tratamiento y procesamiento de productos alimenticios que preserven la calidad y garantía de ser utilizados por los consumidores; es por ello que 95% de su fabricación está hecha con acero inoxidable. José Rodórico Sánchez Huamán 2017 hace mención al uso del acero inoxidable AISI 304 como material preponderante en la fabricación de equipos para el tratamiento de productos alimentarios destacando el uso y aplicación de las normas ASME 2015 y La norma FDA (Food and Drug Administration) de USA.

Del Objetivo Específico N° 3:

En este objetivo específico se tiene como meta el cálculo de volúmenes de palta procesada, los tiempos de procesamiento y la cantidad de personal ocupado para esta tarea, antes y después de la automatización; los resultados muestran que mediante el proceso de pelado y despepado de Palta de manera automatizada aumentan los volúmenes de palta procesada por cuanto el tiempo de proceso disminuye y la cantidad de personal se reduce ostensiblemente; Mendieta Mendieta, Cristina 2018 Rodríguez Torres, P. Álvarez 2018 enfatizan el hecho al decir que las organizaciones modernas que constantemente actualizan sus procesos a través de sistemas automatizados tienen como resultado mayores niveles de productividad. En el mismo sentido Chamba Rueda, Laura Magali. Herrera Armas, Reinaldo. 2022 expresan que, al hacer un análisis de la productividad en una planta, la implementación de mejoras continuas a su modernización, mantenimiento y ampliaciones mejorando la capacidad instalada se obtienen indicadores altos de productividad.

Del Objetivo Específico N° 4:

Tomando como dato la producción de pelado y despepado de palta Hass del día 15 de marzo realizado de manera manual y la del día 15 mayo realizado con la tina densimétrica se encuentra una mejora de la productividad en base a los siguientes factores productivos:

Tabla 11. *Indicadores de Productividad entre el proceso manual y automático de pelado y despepado de Palta Hass.*

DENOMINACIÓN	MANUAL	AUTOMÁTICO	%
CANTIDAD DE PERSONAL	20p	4p	80% menos
TIEMPO DE PROCESO POR LOTE	75'	55'	26% menos
APROVECHAMIENTO DE PULPA	11967.63 kg	12554.49 kg	5% mas

Los tres factores: cantidad de personal, tiempo de proceso y aprovechamiento de la pulpa son los pilares principales que demuestran los resultados obtenidos que se podrán utilizar para los cálculos de productividad del proceso respectivamente; Castellano Montiel, A. G. Kato Vidal 2022 mencionan la importancia de utilizar indicadores productivos, de rendimientos personales y/o grupales como herramientas en el manejo de la gestión productiva y modernización de equipos y procesos a través de la automatización planificada y sostenible.

Del Objetivo Específico N° 5:

Determinar la rentabilidad del proceso automatizado de pelado y despepado de Palta por Lotes, comparándolo con el proceso manual a través de los resultados del número de personas, tiempo de proceso y aprovechamiento de la pulpa

La mejora de la productividad reflejada a través de la rentabilidad en el presente trabajo queda demostrada en la elaboración y cálculo de los indicadores de productividad que demuestran mejores rendimientos económicos en cuanto al costo de mano de obra de personal, el tiempo de proceso y los niveles de

aprovechamiento de pulpa de palta, dado que los otros factores y costos son los mismos para ambos métodos como son el costo de compra de Palta, los gastos generales, etc. Heredia Pérez, J. Huarachi Chávez. 2019 expone que aplicando un enfoque de indicadores e índices competitivos se puede crear productos competitivos de menor precio y mejor calidad y satisfacción en los clientes, todos estos factores basados en la teoría de la integración económica del proceso dan como resultado ventajas competitivas sobre otros competidores.

Del Objetivo General:

La implementación de la Tina Densimétrica en la línea 1 del proceso de pelado y despepado de Palta Hass es una realidad por cuanto se encuentra en operación desde el 3 de abril del presente año y los resultados de su operatividad son bastante positivos y económicamente rentables como se demuestra a través de los indicadores relacionados a los factores principales: disminución de la cantidad de personal en el proceso, disminución del tiempo de procesamiento y aumento del aprovechamiento de pulpa extraída de la palta. Chamba Rueda, Laura Magali. Herrera Armas, Reinaldo. 2022), expresan que productividad de la planta y sus equipos va de la mano con la implementación de las mejoras continuas, modernización, mantenimiento continuo, ampliación y transformación de la capacidad instalada.

VI. CONCLUSIONES.

La automatización del proceso de pelado y despepado de Palta Hass utilizando una Tina Densimétrica en comparación con el mismo proceso realizado manualmente es económicamente más rentable y mejora la productividad en los siguientes aspectos:

6.1 La reducción del número de trabajadores en la línea de proceso de pelado y despepado de Palta Hass entre el proceso manual y automatizado es de 20 a 4 personas respectivamente., sus indicadores respectivos muestran:

- El procesamiento de palta por trabajador en forma manual es de 100kg/trabajador y en forma automática es de 500 kg/trabajador.
- El costo de mano de obra por kg de procesamiento de palta en forma manual es de S/. 0.625 / kg; mientras que en forma automática es de S/. 0.125 / kg.

6.2 La reducción del tiempo de proceso por lote de 2 Toneladas de Palta entre el proceso manual y el automatizado esta entre 20' a 25', lo cual en una jornada diaria representa un tiempo menos aproximado de 2h 40' que en ahorro de personal es de S/ 62.50.y en ahorro hora máquina representa un ahorro de S/. 87.60, considerando la hora máquina un valor de S/. 36.50; esto se corrobora a través de los siguientes indicadores:

- Procesamiento de kg de Palta por minuto; en forma manual es de 26.67 kg/minuto y en forma automática es de 36.36 kg/minuto.

6.3 Aumento del 3% al 5% en aprovechamiento de pulpa de Palta Hass, por cuanto no se pierde esta por estar adherida a la pepa o pegada a la cascara, lo que a un costo de S/. 0.15/kg representa una utilidad más de S/ 2,400 en una jornada diaria, expresado en indicador se tiene:

- Obtención de kg de pulpa para un lote aproximado de 16,000 kg, para el proceso manual es de 0.75 kg de pulpa/kg y en forma automática es de 0.78 kg de pulpa/kg.
- Indicador económico del aprovechamiento de pulpa, considerando un precio de venta de S/. 11.50/kg.; se tiene que en el proceso manual de S/. 8.67 /kg y en el proceso automatizado S/. 8.97 /kg.

6.4 La labor realizada por las 4 personas que realizan el procesado de pelado y despepado de Palta Hass es distensivo, por cuanto no genera tensión, ni presión en el trabajador que afecte su estado emocional o salud ocupacional.

6.5 El costo de implementación del sistema automatizado utilizando una tina densimétrica es de aproximadamente US \$ 28,000 dólares americanos; no es

motivo de este estudio la Tasa Interna de Retorno, por cuanto la utilización de este sistema es de gran demanda por los compromisos de venta pendientes en distintos mercados internacionales.

6.6 La utilidad neta del proceso de pelado y despepado de Palta Hass utilizando el sistema automatizado de la línea 1 con la tina densimétrica para un Lote de 16 toneladas procesadas en un día de trabajo, está conformada por el ahorro económico que se obtiene en los tres aspectos preponderantes de mejora: disminución de personal, disminución del tiempo de procesamiento y aprovechamiento de la pulpa.

Utilidad adicional = A Personal + A Tiempo Proceso + A Aprovechamiento Pulpa
Utilidad adicional = $(0.625 - 0.125) * 16,000 + (62.5 + 87.60) * 8 + (0.78 - 0.75) * 16,000$
Utilidad adicional = 8,000 + 1,200.80 + 480.00

Utilidad adicional = S/. 9,680.80

VII. RECOMENDACIONES.

Habiendo analizado los resultados en esta investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

7.1 Implementar sostenidamente la automatización del proceso de pelado y despepado de Palta Hass utilizando la tina densimétrica en las otras cuatro líneas existentes de la Planta en estudio.

7.2 Mejorar la implementación del proceso de pelado y despepado de Palta mediante un sistema automático de selección con calidad de palta utilizando sensores que permitan identificar tamaño, peso, consistencia de la pulpa, manchas negras, entre otros; en la actualidad esta tarea se hace de forma manual y no es suficientemente efectiva.

7.3 Rotar al personal del área de proceso de pelado y despepado de Palta Hass, entre el proceso manual y el automatizado, para que adquieran destreza y experiencia en ambos modos de procesamiento, de tal manera que en ausencia de alguno de ellos su remplazo no sea un problema.

REFERENCIAS

- (1) AGRICULTURA, M. D. (2019). "Manual técnico de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de palto".
- (2) AGUIRRE Patricia A. MUÑOZ Ricardo (2018). "Desarrollo de Negocios Agroalimentarios.
- (3) ACKERMAN Barbero, María. CORTELEZZI, Angela. (2020). Agro-Industrial Chains and Productive Vocation of Intermediate Cities in Uruguay: An Employment Approach.
- (4) ASHBY, Michael. Jones Juan. GONZÁLEZ, Benito. (2018). "Materiales y diseño en Maquinaria Agrícola" CORONADO.
- (5) BERMEO Vargas, Elías. ZORRILLA Pascual, Darío. (2019). "Desarrollo de un sistema automático de selección de paltas Hass por sus índices de calidad para la empresa Agroindustrias Verdeflor S.A.C.
<http://hdl.handle.net/10757/629958>
- (6) CANALES, A. (2018). "Impacto de China en la economía peruana, América Latina y el Caribe y China. Economía, comercio e inversión. Ciudad de México: Unión de Universidades de América Latina y el Caribe".
- (7) CELY, Niño. CIFUENTES, Héctor. (2018). Rational efficiency in agro-industrial process with cold chain: Thermodynamic and exergoeconomic measurement.
- (8) CEPEDA. M- AQUIJE, R. Bianco, O. (2021). "Estudio de la rentabilidad de la agricultura de la costa peruana y las inversiones para mejoramiento del riego".
[ISSN 1317-8822 / ISSN Electrónico 2477-9547](https://doi.org/10.15388/ISSN1317-8822/ISSN2477-9547)
- (9) CORONADO, J. J. Bijman, J. Omta, O. Lausik, A. O. (2019). "Relationship characteristics and Performance in Fresh Produce Supply Chains: The case of the Mexican Avocado Industry in Journal and chain and Network Science
redalyc@redalyc.org
- (10) CHÁVEZ, N. Y., & INCIO, S. A. (2018). Diseño de un sistema de empaquetado al vacío en la producción de cuy para incrementar la productividad en la empresa agroindustrial Santa Rosa S.A.C (Tesis de licenciatura).
- (11) CHING, D. & Bellodas, A. (2018). "Propuesta de mejora basada en la metodología de las 5S para aumentar la productividad en la empresa Industrial

- de la Hebilla S.A.C". <https://hdl.handle.net/11537/15255>
- (12) DAN LERNER. Medina Quispe, Celestino. (2018). "Las paltas del Mantaro". Revista Quehacer, Editorial DESCO.
- (13) DE PEDRO Sánchez, C., & JIMÉNEZ Blanco, J. I. (2019). "Comercio exterior y consolidación de las grandes bodegas del Jerez".
- (14) DURAN Acevedo, Cristhian Manuel. Castro Miranda, Reynaldo Alfonso, (2018). "Comunicación inalámbrica basada en tecnología Bluetooth para la automatización de procesos industriales". <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47824590011>
- (15) EGUREN, F. (2019). "La agricultura en la costa peruana". Exposición en Debate Agrario, Lima: CEPES.
- (16) FERNÁNDEZ, P. M. (2019). "Modelo de mejora de procesos para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Avesa E.I.R.L". <https://hdl.handle.net/11537/22187>
- (17) FRANCISCO B. GALARZA. Guillermo Díaz, J. (2019). "Productividad total de factores en la Agricultura peruana: estimación y determinantes".
- (18) GARCÍA, T., & QUINTANILLA, J. (2019). "Análisis del valor agregado: Producción de palta en trozos". gazateo@latinmail.com
- (19) GARZÓN Sellamen, Alexander. MURILLO Camacho, Andrés (2012). The International competitiveness and target markets of Colombian Blackberries.
- (20) GONZALEZ, Gerardo-Filgueira y Francisco Javier RODRÍGUEZ Permuy. (2018). "Automation of an industrial power plant through distributed control".
- (21) GONZÁLEZ, Ramón. PEREZ Ramos, Jovana (2019). Improvement of the agricultural productivity of lettuce and radish by using efficient microorganisms.
- (22) GESTIÓN (2019). "Sierra Exportadora: Perú sobrepasa las 18,000 hectáreas de Palta Hass".
- (23) GIL Sevilla, M. Garrido Pardo, A. Gómez Ramos, A. (2019). "Cómo vincular la Productividad agrícola, la disponibilidad y la demanda de agua en un contexto de riesgo". <https://www.upm.es/observatorio/vi/excel.jsp?anio>
- (24) HERNÁNDEZ, Ignacia. FUENTEALVA, Claudia. (2016). Factors associated with postharvest ripening heterogeneity of 'Hass' avocados (*Persea americana* Mill).

- (25) HERNÁNDEZ, R., Fernández, C., y BAPTISTA, P., (2018). “Metodología de la Investigación”. México D.F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores. S. A. de C.V.
- (26) KREMER- Kohne, S. (2018). “25 years avocado rootstock development in South Africa. Proceeding of the 6th world Avocado Congress. Viña del Mar. Chile. <https://Stefank/hansmerensky.vo.za>
- (27) LOPEZ, A. AGUILAR, M. VÉLEZ, J. “Design of a vegetable production model: Z-farming” 2019.
- (28) MANUEL I. Jiménez, Philip. KENNETH Foster. (2018). “Estimación y análisis de la Productividad Agrícola en Colombia”
- (29) MÉNDEZ, C., (2022). “Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales”. México D.F., México: Limusa S. A.
- (30) MENDIETA Mendieta, Cristina Elizabeth (2018) Medición del Grado de Automatización de los process de una Organización. Universidad Politécnica Salesiana – Loja Ecuador
- (31) MIRANDA Ramírez, M. Aguilar García, O. Miranda Medina, D. (2020). “Comparación de productividad agrícola y económica de palta sustentable y convencional en Michoacán, México”. <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso>
- (32) PALANISAMY, S.S. Kumar, J.L. Narayanan, (2021). “Communication for industrial automation and control, Electronics Computer Technology (ICECT), 3rd International Conference.
- (33) RODRIGO Salazar. C. Gallegos Contreras, C. (2020) “Una vedette por madurar: EEUU muestra mayor interés por la exportación de palta Hass peruana, además de propiciar inversiones de empresas para exportar a ese mercado y expansiones de tierras para sembrar dicha fruta”.
- (34) SANCHEZ-García, José C. (2020). ” Emprendimiento e Innovación: Oportunidades para Todos, Dykinson, S.L., Políticas Agrícolas en Argentina, OECD.
- (35) SEYMOUR, R. B. (2020). “Material for engineering applications. ASM International”. [ISBN: 978-84-1324-379-5](https://doi.org/10.1007/978-84-1324-379-5)

- (36) SIDDIQ, M. ED. (2020). Handbook of banana production, postharvest science, processing technology, and nutrition. John Wiley & Sons, Incorporated.
- (37) SZABO, K. (2018). The guarantee of quality is the quality of management. Paper presented at the 490-500.
- (38) TELLO, M. D. (2018).” Productividad, Innovación y Difusión Tecnológica en la Agricultura Comercial Moderna en el Perú. Organización Mundial para la Agricultura (FAO), setiembre. <http://dx.doi.org/10.18800/economia.201601>
- (39) VERENA Otter (2018). “Organizational Structures in International High Value Food Chains: Evidence from Latin America”.
- (40) WHILEY A. W. Wolstenholme, B. Schaffer (2022) Avocado: Botany, Production and uses.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VI: Sistema de Automatización	Gómez. (2018). Un sistema de automatización es aquel donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de sistemas de control y elementos tecnológicos para la reducción del recurso humano en un proceso.	Sánchez Pérez, Joselito. Arroyo Ulloa, Maximiliano (2021) El diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la productividad realizado por un sistema autómatas Programable (API) se puede utilizar para el control en tiempo real de la secuencia de los procesos de manera que puedan permitir la delimitación en sus parámetros de funcionamiento.	Delimitación	Volúmenes de Palta Hass a procesar.	Razón
				Tiempos de Procesamiento de pelado y despepado.	
			Control	Número de personas en la línea de proceso.	
VD: Productividad	Farfán, A. G (2021) La productividad agrícola se define como el cociente entre la producción y los factores productivos y vinculada con la eficacia y eficiencia del uso de los recursos.	Chamba Rueda, Laura Magali. Herrera Armas, Reinaldo. (2022). La productividad de una planta y sus equipos se puede mejorar a través de la implementación automatizada, se muestra por los volúmenes de producción procesada y la rentabilidad del procesamiento de sus cultivos.	Producción Procesada	Volúmenes de ingreso.	Razón
				Tiempo de procesamiento	
				Mermas.	
			Rentabilidad	Inversión de Mano de Obra.	
				Utilidad Neta	

Anexo 2. Matriz de consistencia.

Problema General	Objetivo general	Hipótesis general
<p>¿La implementación de un sistema de automatización en una línea del proceso de pelado y despepado de palta Hass en una Empresa Agroexportadora mejorará su productividad?</p>	<p>Implementar un sistema de automatización a través de una tina densimétrica para el proceso de pelado y despepado de Palta Hass, para mejorar la productividad de una línea de proceso.</p>	<p>La hipótesis general planteada, expresó que la implementación de un proceso automatizado utilizando una tina densimétrica para el proceso de pelado y despepado de Palta Hass de una línea en una empresa agroexportadora mejorará su productividad.</p>
Problemas específicos		Objetivos específicos
<p>¿Se podrán definir las dimensiones de longitud, ancho, altura; así como los principales parámetros de funcionalidad para la fabricación de la tina densimétrica?,</p>	<p>Definir las dimensiones principales para la fabricación de la tina densimétrica, así como, sus parámetros de funcionamiento: velocidad, caudal, y volumen de procesamiento.</p>	
<p>¿Cómo seleccionar las características técnicas de potencia, rpm de los equipos y motores necesarios para automatizar el movimiento del conjunto de paletas en el agua con la pulpa, cascara y pepa de la Palta?</p>	<p>Determinar las características técnicas de los equipos y motor necesario para automatizar la línea de proceso de pelado y despepado de Palta Hass.</p>	
<p>¿Se podrán utilizar los Fichas de Registro: PPR-06, RRHH-11 y CUN-14; las Fichas de Observación OEP-09 y las Fichas de Control de datos RCM-12 para determinar por Lote los volúmenes de palta procesada, el tiempo de procesamiento y número de trabajadores que realizan el proceso de pelado y despepado de Palta Hass, tanto manual como automáticamente?</p>	<p>Determinar y controlar los volúmenes de Palta Hass procesados por lote (Formato PPR-06); así como los tiempos de procesamiento (Formato OEP-09) y el número de trabajadores que participan en dicha labor (Formato RRH-11) de procesamiento en forma tanto manual como automática en una línea a partir del 15 de marzo del 2023.</p>	

<p>¿Se podrá determinar la productividad a través de indicadores: peso de Palta procesada/ cantidad de personal, unidades procesadas /trabajador, costo de mano de obra/ peso de palta procesada; todo ello en el proceso de pelado y despepado por Lote, tanto para la forma manual como automática?</p>	<p>Determinar la mejora de la productividad utilizando los indicadores de productividad en el proceso de pelado y despepado de palta Hass por lote, a través de los datos de volúmenes de procesado, mermas y producto final realizados, tanto en su ejecución manual como automática implementada.</p>
<p>¿Es posible determinar la rentabilidad del proceso de pelado y despepado de Palta Hass utilizando los formatos PPR-06, RRHH-11 y CUN-14 para el cálculo de la rentabilidad por Lote?</p>	<p>Determinar la rentabilidad del proceso automatizado de pelado y despepado de Palta por Lotes, comparándolo con el proceso manual a través de los resultados del número de personas, tiempo de proceso y aprovechamiento de la pulpa.</p>

Anexo 5. Formato de cantidad de personal en la línea 1, en la semana del 13 – 18 de marzo del 2023

FORMATO CONTROL DE PERSONAL								FORM: RRHH - 11	
AREA PELADO Y DESPEPADO				LINEA 1				PAGINA	38
PERIODO SEM DEL 13 - 18 marzo									
IT	FECHA D / M / AÑO	NUMERO TRABAJAD	HORA INICIO	PUESTO DE TRABAJO	CALIFIC TRABAJ POR EXPERIENCIA	HORA TERMINO	TIEMPO LABORADO		OBSERVACIONES
			h /min			h /min	h /min		
1	13/04/23	20	07:00:00	PELADO / DESP	B	18:10:00	10h - 10'		
2	14/04/23	19	07:00:00	PELADO / DESP	A	18:15:00	10h - 15'		SIN EPPs CORRECTOS
3	15/04/23	20	07:00:00	PELADO / DESP	A	18:00:00	10h - 00'		
4	16/04/23	20	07:00:00	PELADO / DESP	B	18:10:00	10h - 10'		
5	17/04/23	19	07:00:00	PELADO / DESP	A	18:10:00	10h - 10'		DISTRAIDO
6	18/04/23	20	07:00:00	PELADO / DESP	A	18:15:00	10h - 15'		
7									
8									
9									
Σ		118					61h - 00'		
REVISADO POR		Sup: Carlos Arone Flores			CALIFICACION DE TRABAJADORES POR EXPERIENCIA				
					MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	MUY MALA
					A	B	C	D	E

Anexo 6. Formato: Cantidad de palta procesada en la línea 2, del día 15 de marzo del 2023

FORMATO DE REGISTRO DE CONTROL DE MERMAS									FORM: RCM - 12		
PRODUCTO		PALTA HASS			LINEA				2	PAGINA	6
IT	FECHA D / M / AÑO	PROVEEDOR	CODIGO PROVEEDOR	PESO BRUTO (jg)	PESO NETO (kg)	PESO MERMA 1	PESO SC/SP NETO (kg)	PESO MERMA 2	PESO FRUTO PURO	OBSERVACIONES	
				1	15/03/23	Fausto Ordoñez	FOV- 16	2007.7	1745.90		261.80
2	15/03/23	Jean Cortez	JCV - 9	1995.89	1735.63	260.26	1492.64	242.99	1492.64		
3	15/03/23	Silvia Pereda	SPCH - 3	1995.89	1735.63	260.26	1492.64	242.99	1492.64		
4	15/03/23	Teofilo Alvitez	TACH - 6	2007.7	1745.90	261.80	1501.47	244.43	1501.47		
5	15/03/23	Carlos Velarde	CVV- 5	1995.89	1735.63	260.26	1492.64	242.99	1492.64		
6	15/03/23	Ulises Fernandez	UFV - 2	1995.89	1735.63	260.26	0.79	242.99	1492.64		
7	15/03/23	Eduardo Lujan	ELV - 9	2007.7	1745.90	261.80	1501.47	244.43	1501.47		
8	15/03/23	Fausto Ordoñez	FOV-16	1995.89	1735.63	260.26	1492.64	242.99	1492.64		
9											
Σ				16002.55	13915.85	2086.7		1948.22	11967.63		
REVISADO POR:		Sup. Juan Castañeda			MERMA 1	DIFERENCIA DE PESO PALTA EN JAVA/ SIN JAVA					
					MERMA 2	DIFERENCIA PALTA CON PEPA Y CASCARA / SIN PEPA NI CASCARA					

FORMATO CONTROL DE PERSONAL								FORM: RRHH - 11	
TRABAJADOR					LINEA		PAGINA		
PERIODO									
IT	FECHA D / M / AÑO	CODIGO TRABAJAD	HORA INICIO	PUESTO DE TRABAJO	CALIFIC TRABAJ POR EXPERIENCIA	HORA TERMINO	TIEMPO LABORADO	OBSERVACIONES	
			h /min			h /min	h /min		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
Σ									
REVISADO POR					CALIFICACION DE TRABAJADORES POR EXPERIENCIA				
					MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	MUY MALA
					A	B	C	D	E

FORMATO DE REGISTRO DE CONTROL DE MERMAS									FORM: RCM - 12	
PRODUCTO						LINEA			PAGINA	
IT	FECHA D / M / AÑO	PROVEEDOR	CODIGO PROVEEDOR	PESO BRUTO (jg)	PESO NETO (kg)	PESO MERMA 1	PESO SC/SP NETO (kg)	PESO MERMA 2	PESO FRUTO PURO	OBSERVACIONES
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
Σ										
REVISADO POR:				MERMA 1	DIFERENCIA DE PESO PALTA EN JAVA/ SIN JAVA					
				MERMA 2	FERENCIA PALTA CON PEPA Y CASCARA / SIN PEPA NI CASCARA					

