



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Modelo Green Lean para reducir el impacto ambiental
en una fábrica de néctares de Lima – Perú**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Jorge Enrique ORTIZ PORRAS

ASESOR

Dr. Oscar Rafael TINOCO GÓMEZ

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

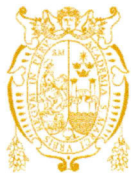
Referencia bibliográfica

Ortiz, J. (2025). *Modelo Green Lean para reducir el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jorge Enrique Ortiz Porras
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40523944
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-9605-3670
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Oscar Rafael Tinoco Gómez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08606920
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7927-931X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Leonardo Jave Nakayo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01066653
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Elmer Gonzales Benites Alfaro
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07867259
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	José Freddy Atuncar Yrribari
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	25527597
Datos de investigación	

Línea de investigación	C.0.2.8. Ingeniería y tecnologías del Medio Ambiente
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Olivos Urbanización: Villasol Avenida: Alfredo Mendiola 6050 Latitud: -11.960737, Longitud: -77.067178
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020 - 2023
URL de disciplinas OCDE	Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los once días del mes de junio del año dos mil veinticinco, siendo las quince horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000143-2025-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 03 de junio del 2025, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NÉCTARES DE LIMA - PERÚ»

Presentado por el Mg. **JORGE ENRIQUE ORTIZ PORRAS**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR** en **CIENCIAS AMBIENTALES**.

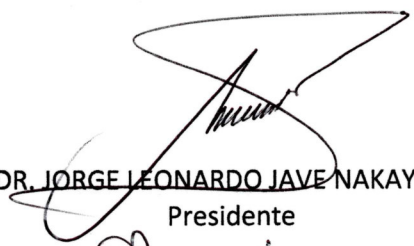
El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° UNMSM-20230095643 de fecha 17 de octubre del 2023, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 72 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Muy Bueno (18)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR** en **CIENCIAS AMBIENTALES** al Mg. **JORGE ENRIQUE ORTIZ PORRAS**.

Siendo las 16:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO
Presidente


DR. ELMER GONZALES BENITES ALFARO
secretario


DR. JOSÉ FREDDY ATUNCAR YRRIBARI
Miembro


DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Asesor



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N° 000097-2024-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es **«MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NÉCTARES DE LIMA - PERÚ»**, presentado por el MAGISTER JORGE ENRIQUE ORTIZ PORRAS para optar el Grado Académico DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES, **CERTIFICO** que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **15%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Lima, 31 de Marzo de 2025



Firmado digitalmente por TINOCO
GOMEZ Oscar Rafael FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31.03.2025 17:46:02 -05:00

Firma del Asesor:

.....

Nombres y apellidos del asesor:

Oscar Rafael Tinoco Gómez

DNI:

08606920

INDICE GENERAL

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación Problemática	1
1.2 Formulación del Problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Justificación	4
1.3.1 Justificación teórica	4
1.3.2 Justificación práctica	5
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Marco Filosófico o epistemológico de la investigación	7
2.1.1 Epistemología	7
2.1.2 Variable	7
2.1.3 Paradigma de investigación y Epistemología Regional	8
2.2 Antecedentes de investigación	10
2.3 Bases Teóricas	21
2.3.1 Lean Manufacturing	21
2.3.2 Enfoque Green	26
2.3.3 Impacto Ambiental	27
2.4 Marco Conceptual	30
2.5 Modelo Green Lean	28
CAPITULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES	32
3.1 Hipótesis de investigación	32
3.1.1 Hipótesis General	32
3.1.2 Hipótesis Específicas	32
3.1.3 Matriz de consistencia	33
3.2 Variables de investigación	34
3.2.1 Variable independiente	34
3.2.2 Variable dependiente	34
3.2.3 Matriz de operacionalización de variables	35
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA	37
4.1 Tipo y diseño de investigación	37
4.2 Unidad de análisis	37
4.3 Población y muestra	37
4.3.1 Población	37

4.3.2 Muestra	38
4.3.3 Selección de muestra	38
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
4.4.1 Técnicas de investigación	39
4.4.2 Instrumentos de investigación	39
4.4.3 Análisis e interpretación de la información	41
CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
5.1 Resultados Experimentales	42
5.1.1 Recolección de datos y mapeo de procesos	42
5.1.2 Elaboración de E – VSM actual y análisis de la causa raíz	51
5.1.3 Desarrollo e implementación de mejoras.....	57
5.1.4 Elaboración de E – VSM futuro y estandarización.....	62
5.2 Resultados Descriptivos	68
5.3 Resultados inferenciales.....	70
5.3.1 Pruebas de Hipótesis.....	70
5.3.2 Validación del modelo.....	80
5.4 Discusión de Resultados	81
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86
ANEXOS.....	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Gasto de recursos ecológicos	3
Tabla 2. Matriz de Consistencia	33
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables	36
Tabla 4. Validación del instrumento Ficha de registro de desperdicio de agua	39
Tabla 5. Validación del instrumento Ficha de registro de desperdicio de materia prima	39
Tabla 6. Datos recolectados en el test y retest	40
Tabla 7. Variable Gravedad	47
Tabla 8. Variable Frecuencia	47
Tabla 9. Variable Facilidad de detección	47
Tabla 10. Análisis Modal de Falla y Efecto	48
Tabla 11. Huella hídrica del proceso de lavado, desinfección y enjuagado	55
Tabla 12. Huella de carbono del proceso de acondicionado	55
Tabla 13. Propuestas de Mejora	58
Tabla 14. Ficha técnica de indicador N°1	59
Tabla 15. Ficha técnica de Indicador N°2	61
Tabla 16. Huella hídrica del proceso de lavado, desinfección y enjuagado	67
Tabla 17. Huella de carbono del proceso de acondicionado	67
Tabla 18. Huella hídrica antes y después de las mejoras	68
Tabla 19. Desperdicio de materia prima útil antes y después de las mejoras	69
Tabla 20. V de Aiken	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Modelo Green Lean para industrias alimentarias	29
Figura 2 Fórmula de cálculo de muestra	38
Figura 3 Mapa de Procesos	42
Figura 4 Mapeo del proceso de Selección y pesado	43
Figura 5 Mapeo del proceso de Lavado, desinfección y enjuagado	43
Figura 6 Mapeo del proceso de Acondicionado	44
Figura 7 Mapeo del proceso de Escaldado	44
Figura 8 Mapeo del proceso de Procesado	45
Figura 9 Mapeo del proceso de Refinado y Homogeneizado	45
Figura 10 Mapeo del proceso de Pasteurizado	46
Figura 11 Mapeo del proceso de Envasado	46
Figura 12 Project Charter Hoja 1	49
Figura 13 Project Charter Hoja 2	50
Figura 14 Project Charter Hoja 3	50
Figura 15 E – VSM actual área de Lavado, desinfección y enjuagado	52
Figura 16 E – VSM actual área de Acondicionado	54
Figura 17 Diagrama de Ishikawa del proceso de Lavado, desinfectado y enjuagado	56
Figura 18 Diagrama de Ishikawa del proceso de acondicionado	57
Figura 19 Poka Yoke N°1	58
Figura 20 Poka Yoke N°2	60
Figura 21 Poka Yoke N°3	61
Figura 22 Tablero de Control	61
Figura 23 E – VSM futuro área de Lavado, desinfección y enjuagado	64
Figura 24 E – VSM actual área de Acondicionado	66
Figura 25 Plan de control	68
Figura 26 Distribución de los datos de huella hídrica inicial	70
Figura 27 Distribución de los datos de huella hídrica final	71
Figura 28 Prueba T - student huella hídrica inicial vs final	72
Figura 29 Distribución de los datos de huella de carbono inicial	73

Figura 30 Distribución de los datos de huella de carbono final	73
Figura 31 Prueba T - student huella de carbono inicial vs final	74
Figura 32 Distribución de los datos de desperdicio de agua inicial	75
Figura 33 Distribución de los datos de desperdicio de agua final	76
Figura 34 Prueba T - student desperdicio de agua inicial vs final	77
Figura 35 Distribución de los datos de desperdicio de materia prima útil	78
Figura 36 Distribución de los datos de desperdicio de agua final	78
Figura 37 Prueba T - student desperdicio de materia prima útil inicial vs final	79
Figura 38 Recolección de desperdicio de agua	99
Figura 39 Recolección del desperdicio de materia prima útil	99
Figura 40 Instrumento de Juicio de Expertos	102
Figura 41 Validación del modelo – Experto 1	103
Figura 42 Validación del modelo – Experto 2	104
Figura 43 Validación del modelo – Experto 3	105
Figura 44 Validación del modelo – Experto 4	106
Figura 45 Validación del modelo – Experto 5	107

RESUMEN

La industria alimentaria genera un impacto ambiental significativo debido al elevado consumo de recursos y la generación de residuos. En particular, las fábricas de néctares enfrentan desafíos relacionados con el desperdicio de agua y las emisiones de carbono, lo que demanda estrategias eficientes para optimizar el uso de recursos. Ante esta problemática, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar e implementar un modelo de mejora de procesos basado en la integración de los enfoques Green y Lean para reducir el impacto ambiental medido a través de la huella de carbono e hídrica en una fábrica de néctares de Lima, Perú.

El estudio, de enfoque cuantitativo y diseño preexperimental, empleó la observación y cuestionarios como técnicas de recolección de datos, utilizando fichas de registro como principal instrumento. La metodología aplicada permitió analizar las variables del estudio para evaluar su impacto en la reducción de desperdicios. Como resultado de la implementación del modelo, se identificaron los principales desperdicios ecológicos en los procesos de lavado, desinfección, enjuagado y acondicionado.

Los hallazgos evidenciaron que la aplicación del modelo Green Lean permitió reducir la huella hídrica en un 2.37% y la huella de carbono en un 31.50%. Se concluye que la integración de enfoques Green y Lean es una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia en el uso de recursos en la industria alimentaria. En este sentido, se recomienda su implementación en empresas con problemáticas similares, tomando como referencia este y otros estudios afines.

Palabras clave: Green, Lean, Sostenibilidad, Impacto ambiental, Huella hídrica, Huella de carbono, Industria alimentaria.

ABSTRACT

The food industry has a significant environmental impact due to its high resource consumption and waste generation. In particular, nectar factories face challenges related to water waste and carbon emissions, requiring efficient strategies to optimize resource use. In response to this issue, this study aimed to develop and implement a process improvement model based on the integration of Green and Lean approaches to reduce the carbon and water footprints in a nectar factory in Lima, Peru.

This quantitative study, employing a pre-experimental design, utilized observation and questionnaires as data collection techniques, with data recording sheets as the primary instrument. The applied methodology enabled the analysis of study variables to assess their impact on waste reduction. As a result of the model's implementation, the main ecological wastes were identified in the washing, disinfection, rinsing, and conditioning processes. The findings demonstrated that applying the Green Lean model reduced the water footprint by 2.37% and the carbon footprint by 31.50%.

It is concluded that integrating Green and Lean approaches is an effective strategy for improving resource efficiency in the food industry. In this regard, its implementation is recommended for companies facing similar challenges, using this and other related studies as a reference.

Keywords: Green, Lean, Sustainability, Water Footprint, Carbon Footprint, Food Industry.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

Desde el inicio de la industrialización en el siglo XVIII, la industria ha experimentado un crecimiento constante, junto con sus impactos ambientales asociados, lo que ha generado una preocupación generalizada en todo el mundo (Zhao et al., 2023). Un ejemplo significativo de esto es el gigante productor asiático, China, que ha experimentado un gran desarrollo comercial. Sin embargo, este desarrollo no solo ha impulsado su economía, sino que también ha traído consigo graves problemas ambientales, lo que ha llevado al país a ocupar el primer lugar a nivel mundial en términos de emisiones de carbono (Song et al., 2023).

Por otro lado, la escasez de agua dulce limpia es otro problema preocupante a nivel mundial (Akindele et al., 2023). De acuerdo con Lipinski et al. (2013), aproximadamente el 24% del agua utilizada para la agricultura se desperdicia, lo que equivale a unos 173 mil millones de metros cúbicos de agua. Además, se proyecta que para el año 2050, la demanda de recursos como energía, agua y alimentos habrá crecido exponencialmente, lo que generará un impacto directo aún mayor sobre el medio ambiente (Mousavi et al., 2023).

En este contexto, la industria alimentaria tiene una gran responsabilidad en los problemas mencionados. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), aproximadamente un tercio de los alimentos producidos en el mundo se pierden durante el proceso de producción o consumo (FAO, 2018). Un claro ejemplo de esto es el caso de las frutas y hortalizas, donde los desperdicios representan aproximadamente el 45% de toda la cadena de suministro, siendo la etapa de procesamiento responsable de hasta el 18% de las pérdidas (Facchini et al., 2023). Además, se ha demostrado que los 344 millones de toneladas de desperdicio de alimentos evitables en el mundo son responsables de la pérdida de 4618 J de energía y 8269 m³ de agua (Coudard et al., 2021).

Esta pérdida y desperdicio generado por los alimentos representa alrededor del 8% de las emisiones antropógenas totales de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), lo que afecta al cambio climático (Skaf et al., 2021). Desde un punto de vista ambiental, estas pérdidas generan un incremento en los costos e impactos ambientales debido al uso masivo de recursos como agua, productos químicos y combustibles fósiles en su producción (Skaf et al., 2019). Asimismo, esto conlleva a que en el mundo se desperdicien aproximadamente 1.369 toneladas de alimentos al año (Coudard et al.,

2021), mientras que cerca de 822 millones de personas sufren desnutrición crónica (Skaf et al., 2019).

Es por ello que, en los últimos años, el problema ha recibido una mayor atención por parte de científicos y políticos, ya que se necesita con urgencia reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos para mejorar la sostenibilidad de los sistemas alimentarios desde un punto de vista ambiental, socioeconómico, ético y de salud. Esto es especialmente relevante en los países desarrollados, donde las tendencias de desperdicio de alimentos son mayores en comparación con los países en desarrollo (Skaf et al., 2021).

En el Perú, también se presenta un desperdicio sustancial de los recursos naturales debido a las diferentes industrias, lo que causa un impacto directo en el medio ambiente. Por ejemplo, en La Libertad, las plantas industriales consumen entre 200 a 250 m³/h de agua, lo que ocasiona que la napa freática aumente a niveles peligrosos en la ciudad, provocando hundimientos de tierras de aproximadamente 1 m a 1.5 m (Baca & Paredes, 2009). Asimismo, en la industria alimentaria de la ciudad de Arequipa, el proceso de lavado genera aguas residuales con alto contenido de materia orgánica, sales inorgánicas, grasas, sulfuros y otras sustancias que dañan el sistema de alcantarillado y los canales de regadío, generando un riesgo potencial para la salud de la población (Guillén et al., 2020). Además, se sabe que la industria siderúrgica emplea aproximadamente 325.000 litros de agua para producir una tonelada de acero, y la refinería emplea 10 litros de agua por cada litro de gasolina (Baca & Paredes, 2009).

Según Muth et al. (2019), en la actualidad se cuentan con numerosos estudios que pretenden reducir las pérdidas de recursos en las industrias. Sin embargo, es necesario incrementar los esfuerzos para evaluar la eficacia de las diferentes intervenciones que se llevan a cabo a lo largo de la cadena de suministro. Además, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tienen como objetivo mitigar este problema mediante la garantía de patrones de producción y consumo sostenibles, con el fin de reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos a lo largo de las cadenas de producción y suministro (ONU, 2020).

La empresa en la que se basa este estudio se dedica principalmente a la producción de néctares de fruta, con énfasis en los de manzana y piña. La calidad de sus productos, respaldada por más de 20 años de experiencia, ha permitido su consolidación en el mercado. Gracias a esta trayectoria, la empresa ha logrado posicionarse como un

referente en el sector, ofreciendo productos de alta calidad y satisfaciendo las necesidades y expectativas de sus clientes.

Sin embargo, a raíz del incremento de la importancia de la responsabilidad social, los procesos ecoamigables y la producción sostenible, la empresa optó por realizar un pequeño estudio para identificar el impacto ambiental causado por sus procesos. Como se puede apreciar en la tabla 1, los resultados muestran que tanto el consumo de agua como el consumo de energía y materia prima se incrementaron con respecto a los semestres pasados, lo que denota un aumento en el impacto ambiental.

Tabla 1.

Gasto de recursos ecológicos

Consumo ecológico	Incremento del consumo ecológico respecto al semestre anterior		
	2021 - II	2022 - I	2022 - II
Luz	16.57%	1.58%	0.36%
Combustible	32.24%	4.15%	5.38%
Agua	26.58%	7.32%	4.57%
Fruta	46.57%	6.32%	4.32%

Como se puede observar en la tabla 1, el consumo ecológico del semestre 2021 – II con respecto al 2021 – I creció considerablemente, sin embargo, esto se debe a la reactivación económica producida tras la pandemia del Covid 19. Sin embargo, el problema yace en los semestres 2022 – I y 2022 – II, en los que el consumo se elevó a pesar de que la producción se mantuvo casi estática. Por ello, la empresa en estudio decidió desplegar un proyecto de mejora continua para identificar los desperdicios ecológicos y minimizarlos, reduciendo el impacto ambiental en los procesos e incrementando la sostenibilidad.

Es así que el objetivo del presente trabajo es desarrollar e implementar un modelo basado en la integración de los enfoques Green y Lean para disminuir el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del impacto ambiental de una fábrica de néctares de Lima – Perú?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio de agua de una fábrica de néctares de Lima – Perú?

¿Cuál es el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio de materia prima útil de una fábrica de néctares de Lima – Perú?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación teórica

La presente investigación se enfoca en el desarrollo e implementación de un modelo basado en la integración de los enfoques Green y Lean para minimizar el impacto ambiental medido a través de las huellas de carbono e hídrica asociadas a las operaciones de una fábrica de néctares. Estos enfoques han demostrado ser efectivos en la optimización del uso de recursos y la reducción de desperdicios, lo que contribuye directamente a la mitigación de problemas ambientales como el consumo excesivo de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Desde un enfoque teórico, este estudio se fundamenta en los principios de la sostenibilidad ambiental y la gestión eficiente de recursos, abordando conceptos clave como la economía circular, la producción más limpia y la ecoeficiencia. La integración de Green y Lean permite identificar, medir y reducir los principales impactos ambientales a través de herramientas basadas en la mejora continua y la minimización del desperdicio. Al aplicar esta metodología en una industria con un alto consumo de recursos hídricos y energéticos, se busca demostrar su efectividad en la reducción de la huella de carbono e hídrica.

Además, este estudio contribuye a la literatura científica en gestión ambiental al proporcionar un modelo replicable que puede ser aplicado en sectores con problemáticas similares. Su principal aporte académico radica en la integración de enfoques complementarios que tradicionalmente han sido utilizados de manera independiente, ofreciendo una alternativa innovadora para la mejora del desempeño ambiental en la industria alimentaria.

En última instancia, los resultados de esta investigación pueden servir como base para la formulación de estrategias de sostenibilidad en la industria de los néctares y otros sectores con alto consumo de recursos, promoviendo prácticas responsables que

contribuyan a la reducción del impacto ambiental y al cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible.

1.3.2 Justificación práctica

A nivel global y en el Perú, la industria alimentaria es una de las principales responsables de impactos ambientales significativos debido al alto consumo de recursos y la generación de residuos a lo largo de su cadena de producción. En particular, las deficiencias en la etapa de procesamiento contribuyen al desperdicio de agua y energía, así como a la emisión de gases de efecto invernadero, lo que subraya la necesidad de adoptar estrategias que optimicen el uso de recursos y minimicen los efectos negativos en el ambiente.

En respuesta a esta problemática, el presente estudio plantea la aplicación de una metodología basada en la integración de herramientas Green y Lean con el propósito de reducir la huella hídrica y la huella de carbono en una fábrica de néctares. Esta propuesta no solo permite optimizar los procesos internos de la empresa estudiada, sino que también ofrece un modelo replicable para otras industrias con problemáticas similares. La implementación efectiva de esta metodología contribuirá a la adopción de prácticas más sostenibles, favoreciendo el cumplimiento de regulaciones ambientales y los objetivos de desarrollo sostenible en el sector industrial.

1.3.3 Justificación metodológica

Desde un enfoque metodológico, la presente investigación se fundamenta en la integración de dos enfoques complementarios: Lean y Green. La metodología Lean se enfoca en la optimización de procesos mediante la reducción de desperdicios y la mejora continua, lo que permite minimizar el consumo de recursos y aumentar la eficiencia operativa (Aravindh et al., 2023). Por su parte, la metodología Green tiene como objetivo principal la reducción del impacto ambiental mediante la implementación de estrategias que disminuyan la huella ecológica de las operaciones industriales, priorizando el uso eficiente de agua, energía y materiales (Pampanelli et al., 2014).

La combinación de ambos enfoques en un modelo integrado ofrece una estrategia innovadora para la industria alimentaria, ya que permite abordar simultáneamente la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental. Esta sinergia no solo facilita la reducción de residuos y emisiones, sino que también promueve una gestión ambiental más efectiva dentro de la industria de los néctares, proporcionando una base metodológica sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en otros sectores productivos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del impacto ambiental de una fábrica de néctares de Lima – Perú.

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio de agua de una fábrica de néctares de Lima – Perú.

Determinar el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio de materia prima útil de una fábrica de néctares de Lima – Perú.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

2.1.1 Epistemología

En la investigación sobre el desarrollo e implementación de un modelo Lean Green para reducir el impacto ambiental en una fábrica de néctares, se aborda la epistemología con el propósito de vincular directamente la adquisición de conocimiento con los objetivos y procesos del estudio.

Según Bunge (1960), en la antigüedad, los griegos priorizaban la sabiduría racional sobre el entendimiento práctico, considerándola esencial para el desarrollo. En este contexto, el término "Episteme" surgió para representar un conocimiento más elevado, subordinado al entendimiento filosófico y considerado como el conocimiento absoluto de esa era. Con la transición al latín, "Episteme" se transformó en "Ciencia", marcando la evolución del término "Epistemología" para denotar el estudio de la ciencia.

En la perspectiva de la presente investigación, esta evolución histórica de la epistemología es relevante al explorar cómo la ciencia y el conocimiento filosófico se entrelazan en la comprensión de los impactos ambientales en una fábrica de néctares. Álvarez (1997) destaca las discrepancias en la gnoseología, indicando que Bunge considera la gnoseología como el campo científico dedicado a la exploración, cuyo resultado es el saber científico. En este contexto, esta perspectiva enfatiza la importancia de aplicar métodos científicos rigurosos para entender y mitigar los impactos ambientales.

Hernández (2006) subraya que la epistemología aborda cuestionamientos filosóficos relacionados con la teoría del conocimiento. En la presente investigación, esto implica una evaluación minuciosa de las fuentes, criterios y formas de conocimiento utilizadas para medir la huella hídrica y huella de carbono en la fábrica de néctares. La relación entre el sujeto que conoce (investigador) y el objeto conocido (impacto ambiental) se convierte en un punto clave para comprender y mejorar los procesos.

En resumen, la epistemología, en el contexto de la presente investigación, no solo constituye un estudio de métodos y fundamentos, sino también una evaluación crítica de su validez y limitaciones en el desarrollo e implementación de un modelo Lean Green para reducir el impacto ambiental en una fábrica de néctares.

2.2.2 Variable

En la actualidad, la continua fluidez en la producción y el eficiente desempeño del sistema de trabajo se configuran como los fundamentos para asegurar el éxito de cualquier empresa dedicada a la manufactura. Por ende, se realiza una amplia investigación sobre cómo impactar positivamente en estos aspectos y optimizar su funcionamiento. Considerando este contexto, se persigue identificar cualquier característica específica de la producción que se vincule con estos pilares, y que sea susceptible de variar, medirse y evaluarse. Asimismo, esta característica debe cumplir con dos atributos esenciales: en primer lugar, debe ser conceptual, es decir, que se derive de un concepto que refleje una manifestación del conocimiento de la realidad en un nivel fundamental, abstracto y general. En segundo lugar, debe ser cuantificable, dado que se requiere la capacidad de actuar sobre una realidad tangible; en este sentido, la cuantificación facilita un mejor control de las variables.

Tomando en consideración las menciones anteriores, en esta investigación se adopta un enfoque metodológico basado en el modelo Green Lean, cuyo punto central es el impacto ambiental como variable de estudio. Esta característica se asocia con el fenómeno de la producción y muestra una tendencia a variar, siendo perfectamente mensurable y evaluable. Es importante destacar que su fundamento se origina en el conocimiento de la eficiencia ambiental en el proceso de producción y, por ende, se presenta como una cualidad conceptual. A su vez, se puede cuantificar a través de criterios como la eficiencia energética, hídrica y de recursos.

Dado el carácter conceptual de esta variable, sus explicaciones requieren un enfoque filosófico conceptual. Por este motivo, su estructura epistemológica se encuentra arraigada en la corriente filosófica del empirismo, la cual busca desglosar y configurar los elementos de la variable dentro de un marco epistemológico.

2.2.3 Paradigma de investigación y Epistemología Regional

Siguiendo las exposiciones vertidas por Rondinel (2015), se destila que un paradigma se teje como una urdimbre de concepciones intrincadas acerca de la realidad subyacente, la cosmovisión que alberga, el contexto y la ubicuidad que a sí mismo se arrojan los individuos inmersos en su seno, así como las interrelaciones que dicha posición avizora con lo considerado como ente.

De acuerdo con Cordero de Fernández (2009), el paradigma emerge como un indicador de lo legítimo, válido y razonable. Este paradigma se erige como una suerte de brújula o cartografía que faculta al investigador para vislumbrar la realidad desde una

perspectiva circunscrita, así, se moldea de manera significativa la forma en la cual aborda su proceso de investigación.

Según los postulados de Ramos (2017), durante la fase inicial de la concepción del tema de investigación, resulta imperativo para el investigador familiarizarse y adoptar una posición en un paradigma específico, puesto que iniciar una investigación sin previo conocimiento y una clara percepción del paradigma que guiará hacia el fenómeno de estudio es insoslayable.

En ese contexto, el enfoque metodológico de este estudio se fundamenta en el paradigma post-positivista. La pregunta epistemológica sobre la naturaleza de la relación entre el sujeto cognoscente y lo cognoscible halla respuesta mediante un dualismo modificado y el objetivismo, otorgando primacía a la existencia del hecho. Los resultados obtenidos en investigaciones regidas por este paradigma se consideran probablemente verdaderos.

La epistemología regional emerge como consecuencia de la edificación de epistemologías adaptadas a las características y necesidades de cada ciencia o campo del conocimiento. Bunge (1980) sostiene que, al abordar filosóficamente una clasificación en cualquier ámbito científico, se generan diversas ramas o epistemologías particulares.

Conforme a la epistemología de la Ingeniería Industrial, en este estudio se asume como desafío epistemológico primordial la ingeniería y la cultura, buscando el control, la autonomía y la teoría crítica de la tecnología.

Bunge (1980) arguye que un dominio de conocimiento puede ser calificado como tecnología únicamente si cumple con dos condiciones precisas: es concordante con la ciencia contemporánea y susceptible de ser controlado mediante el método científico; además, se aplica para crear, transformar o gestionar tanto elementos naturales como sociales. Por otro lado, postula que el saber filosófico se enfoca en la noción de que la realidad abarca todos los recursos, tanto naturales como humanos; y el conocimiento empírico se concibe principalmente como un medio para dominar una porción específica de la realidad de interés.

En virtud de lo expuesto, emergen cuestiones axiológicas inherentes a la tecnología que requieren ser exploradas y desarrolladas. En esta investigación, se abordan los siguientes interrogantes: "¿Es factible desentrañar los diversos valores que posee un artefacto tecnológico?, ¿Qué indicadores de valores tecnológicos resultan más

confiables: la relación beneficio/costo, el tiempo ahorrado u otros?, Los valores que se manifiestan en la teoría de la toma de decisiones y sus aplicaciones (por ejemplo, en ingeniería y administración) son subjetivos. ¿Sería viable y ventajoso reemplazarlos con valores objetivos, como el nivel de satisfacción de una necesidad o, en términos generales, el grado de consecución de un propósito?" (Bunge, 1980, p. 204).

2.2 Antecedentes de investigación

Saetta y Caldarelli (2023) condujeron una investigación cuyo objetivo primordial fue explorar y capitalizar el paradigma denominado "lean allows green", una premisa que sugiere que la introducción de enfoques Lean puede brindar la oportunidad de mejorar el desempeño ecológico en los procesos industriales. El enfoque seguido en su estudio adoptó una perspectiva de investigación cuantitativa y se enmarca en un diseño de tipo pre experimental, dentro de un contexto descriptivo que se basó en un estudio de caso particular. El estudio comienza con un análisis exhaustivo acerca de la importancia y las razones subyacentes a la innovación de carácter ecológico, resaltando cómo la integración de prácticas Lean puede, potencialmente, catalizar mejoras en términos ambientales y de sustentabilidad en las operaciones industriales. En este cruce entre Lean y Green, una herramienta fundamental resulta ser el Modelado y Simulación, que provee una representación tanto visual como cuantitativa de los procesos, permitiendo la evaluación de múltiples escenarios y la identificación de oportunidades para la mejora continua. Los resultados del estudio se basaron en la implementación de un modelo de simulación específico denominado "Green Foundry". A través de este modelo, se evaluó el impacto de la adopción de prácticas Lean en el desempeño ecológico de una instalación de producción. Un hallazgo esencial fue que, empleando un total de 9 máquinas al día, se podría satisfacer de manera efectiva todas las demandas de producción. Al considerar un valor promedio de 6 máquinas diarias con una desviación estándar inferior a 1 máquina por día, se alcanzó un nivel de confianza elevado, asegurando más del 99.7% de probabilidad de cumplimiento de las necesidades de producción. La implementación de prácticas Lean en la instalación de producción condujo a mejoras notables en el desempeño ecológico. En particular, se logró una reducción del 25% en el consumo de agua y una disminución del 18% en la generación de efluentes líquidos. Además, se observó una disminución del 12% en la huella de carbono total de la instalación. Estos resultados demuestran la efectividad de la combinación de enfoques Lean y Green para optimizar la eficiencia operativa y reducir el impacto ambiental, además de resaltar la importancia de minimizar el tiempo

improductivo y mejorar la eficiencia para facilitar la adopción de tecnologías más sostenibles y amigables con el entorno. A través de este estudio, se pone de manifiesto la utilidad del modelado y la simulación como herramientas sumamente valiosas para evaluar de manera ágil las restricciones y diseñar posibles escenarios de producción en el contexto de la innovación ecológica.

El estudio llevado a cabo por Costa et al. (2018) se enmarca en una revisión sistemática de la literatura, cuyo objetivo central consistió en consolidar y examinar el conocimiento existente acerca de la implementación de la filosofía Lean en la industria alimentaria. El propósito de este estudio fue amplio y ambicioso: analizar la evolución de la adopción de Lean en este sector, así como identificar y profundizar en aspectos críticos de su implementación. Para lograr este propósito, los investigadores optaron por una metodología de enfoque cualitativo, respaldada por un diseño pre experimental y correlacional. La metodología empleada fue meticulosa y rigurosa. En su búsqueda de artículos relevantes, se enfocaron en publicaciones científicas revisadas por pares escritas en inglés y portugués, excluyendo manuales, editoriales, comentarios y ponencias en congresos. Esta selección cuidadosa permitió centrarse en investigaciones con una base académica sólida. Además, establecieron criterios específicos para incluir estudios que se enfocaron directamente en Lean, Six Sigma o Lean Six Sigma en la industria alimentaria, asegurando así la pertinencia y la coherencia temática de los artículos analizados. Para abordar sus objetivos de investigación, formularon dos preguntas principales que sirvieron como guía en su análisis: ¿Cómo está evolucionando Lean dentro de la industria alimentaria? y ¿Cómo se implementa Lean en la industria alimentaria? Para responder a estas preguntas, llevaron a cabo un análisis exhaustivo de diversos aspectos relacionados con los datos recopilados, incluyendo elementos como la naturaleza de la iniciativa de mejora, el año de publicación de los estudios, el país de origen, el tipo de industria alimentaria, el método de investigación empleado, los equipos de implementación, los factores que impulsaron la adopción de Lean, los elementos críticos para el éxito, las herramientas y métodos aplicados, las barreras enfrentadas, los beneficios obtenidos y las acciones de continuidad y mantenimiento. Los resultados obtenidos a partir de este minucioso análisis proporcionaron contribuciones significativas al conocimiento en el ámbito de la industria alimentaria. Los hallazgos presentados no solo ofrecen información valiosa para la comunidad académica, sino que también tienen implicaciones prácticas para los profesionales del sector. Estos resultados sugieren vías para futuras investigaciones, como la construcción de encuestas y el estudio de casos, con el objetivo de desarrollar un modelo operativo que tome en consideración el contexto específico de la industria

alimentaria. En conjunto, este estudio resalta la importancia de abordar la implementación de Lean de manera holística y cuidadosa en esta industria, mientras sienta las bases para la expansión del conocimiento y el perfeccionamiento de prácticas en un sector clave para la sociedad.

Garza et al. (2018) presentaron un artículo con el propósito fundamental de introducir y explorar un enfoque basado en el ciclo PDCA para llevar a cabo un análisis sistémico de Environmental Value Stream Mapping (E-VSM) dentro del contexto de la fabricación industrial. El enfoque principal radica en mejorar el rendimiento ecológico de las operaciones al abordar los desafíos ambientales asociados con estas prácticas productivas. El artículo se enmarca en un enfoque cuantitativo, cuyo eje central reside en la medición y cuantificación de los desechos ambientales presentes en los procesos de fabricación, así como en la propuesta de estrategias cuantitativas encaminadas a su eliminación o minimización. El diseño adoptado por el artículo es de naturaleza aplicada, ya que busca instaurar un enfoque específico que ataque un problema concreto en el ámbito de la fabricación industrial, otorgando un énfasis particular en la optimización del rendimiento ecológico inherente a estas operaciones. Presenta un modelo pre experimental como una metodología estructurada de mejora continua, sugiriendo una secuencia de pasos controlados y progresivos en la búsqueda de la eficiencia ecológica. A su vez, el artículo implica la aplicación de herramientas y técnicas Lean adecuadas que respaldan las estrategias orientadas a la eliminación o minimización de desechos ambientales. En este sentido, estas herramientas constituyen pilares fundamentales en el proceso de optimización del rendimiento ecológico. La investigación alude que la implementación exitosa del enfoque propuesto pueda conllevar a la reducción significativa del consumo de energía y la producción de residuos en distintas etapas del proceso de fabricación. La implementación adecuada de herramientas y técnicas Lean condujo a notables mejoras en la gestión de desechos verdes. Se logró una reducción del consumo energético en un 20% y una disminución del 15% en la producción de basura en varias etapas del proceso de fabricación, lo que refleja el impacto positivo de estas prácticas en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia operativa. Este aspecto resalta el impacto potencialmente positivo que puede resultar de la adopción de prácticas y estrategias orientadas a la sostenibilidad ambiental en la fabricación industrial. En términos de conclusiones específicas por parte de los autores, subrayan que el enfoque propuesto podría constituir una alternativa viable para mejorar el rendimiento ecológico de las operaciones industriales, y que, si se implementa de manera efectiva, la organización analizada podría experimentar una reducción considerable de los desechos ambientales, a la vez que mejora su rendimiento en

general. La investigación es importante ya que presenta un enfoque novedoso para abordar los desafíos ambientales en las operaciones de fabricación a través de la metodología E-VSM y el ciclo PDCA. Llena un vacío en la investigación al aplicar la herramienta VSM en el contexto ambiental, además ofrece un marco de referencia práctico para las organizaciones que buscan mejorar su rendimiento ecológico, proporcionando una metodología estructurada y secuencial para identificar, reducir y eliminar desechos ambientales en sus procesos.

Rodríguez et al. (2019) realizaron una investigación con el objetivo principal de determinar el estado del conocimiento y la práctica de la implementación del mapeo del flujo de valor para el análisis de sostenibilidad en cadenas de suministro agroalimentarias. El artículo busca explorar cómo el mapeo del flujo de valor, combinado con enfoques como el análisis del ciclo de vida, puede identificar mejoras factibles y contribuir a la sostenibilidad en este contexto específico. El enfoque del artículo es cualitativo, descriptivo y con un modelo pre experimental, basado en la revisión sistemática de la literatura y el análisis de los conceptos relacionados con el mapeo del flujo de valor y su aplicación en la sostenibilidad en cadenas de suministro agroalimentarias. El diseño del estudio se presenta como una revisión exhaustiva de artículos científicos, ponencias de eventos, libros y tesis doctorales. Se utiliza el mapeo del flujo de valor Value Stream Mapping (VSM) como herramienta central de análisis. Además, se menciona la combinación con simulación para mejorar la identificación de mejoras y los resultados de la aplicación. Se realiza una búsqueda sistemática en bases de datos reconocidas y se aplican métodos de búsqueda hacia atrás y hacia adelante. Se revisaron inicialmente 175 documentos relacionados con el tema, de los cuales 87 eran artículos científicos. Se analizaron 85 documentos relevantes VSM y 10 revisiones de literatura. Se destaca que el 60.42% de las publicaciones se realizaron en 7 revistas internacionales y el 32.43% en 3 eventos internacionales. Se mencionan los principales beneficios de la aplicación del VSM, como un mayor entendimiento del costo del producto, reducción de desperdicios, reducción de inventario, flexibilidad y mejora en la contribución de valor agregado. Se abordan las limitaciones y desafíos en la implementación del VSM, incluyendo la falta de compromiso de la dirección y la falta de documentación adecuada de procesos. El artículo concluye que el VSM es una herramienta poderosa para visualizar y entender los procesos y sus desperdicios, y que su implementación puede llevar a mejoras en la sostenibilidad. La combinación del VSM con simulación permite identificar cambios en el proceso de producción y evaluar su impacto. Se plantea la necesidad de considerar la dimensión social y ambiental en el análisis del flujo de valor en cadenas de suministro agroalimentarias y se sugiere

desarrollar métricas universales para evaluar la sostenibilidad. El artículo es importante ya que resalta el papel del mapeo del flujo de valor en la mejora de la sostenibilidad en cadenas de suministro agroalimentarias. Además, destaca la combinación con simulación como un enfoque efectivo para identificar mejoras y evaluar el impacto de cambios en el proceso de producción. También enfatiza la necesidad de considerar aspectos sociales y ambientales en la mejora de la sostenibilidad.

Molina y Torres (2020) presentaron una investigación cuyo objetivo central es implementar y evaluar la efectividad de las herramientas Lean en el ámbito de los agronegocios de productores primarios de aceitunas de mesa en el valle El Algarrobal, Ilo. El propósito fundamental es incrementar la productividad y reducir los desperdicios en los procesos agrícolas y de procesamiento, teniendo en cuenta las condiciones específicas y limitaciones de recursos que caracterizan este contexto. La investigación adopta un enfoque práctico y aplicado, centrado en la aplicación de la filosofía Lean y sus herramientas en el sector de los agronegocios. El estudio se enfoca en los retos particulares de los productores primarios de aceitunas de mesa, buscando optimizar los procedimientos y elevar la productividad al mismo tiempo que se minimizan los desperdicios en sus actividades cotidianas. El diseño metodológico seleccionado corresponde a un enfoque pre experimental, específicamente implementando un diseño de grupo único con mediciones previas y posteriores a la introducción de las herramientas Lean. En este sentido, se trabaja con un único grupo de agronegocios de productores primarios de aceitunas de mesa en el valle El Algarrobal, Ilo. La comparación de los datos previos y posteriores permite evaluar los efectos de la implementación de Lean en un entorno con recursos limitados. El diseño de grupo único con mediciones pre y post es un tipo de diseño pre experimental que, aunque no posibilita establecer relaciones causales sólidas, provee una aproximación inicial a la manera en que la intervención (en este caso, la introducción de herramientas Lean) impacta en la productividad y la reducción de desperdicios en los agronegocios estudiados. Las herramientas derivadas de la filosofía Lean desempeñan un papel fundamental en este estudio: el Mapeo de Flujo de Valor (VSM), se utiliza para identificar ineficiencias y áreas de desperdicio en los procesos, proporcionando una visión clara del flujo de trabajo y destacando oportunidades de mejora; el Just in Time (JIT), que implica la sincronización de actividades agrícolas y de procesamiento en momentos adecuados, ayuda a reducir los tiempos de espera y la acumulación de inventarios; el 5S, una herramienta que se enfoca en la organización y optimización del espacio de trabajo, eliminando elementos innecesarios y mejorando la eficiencia; y por último, la estandarización: establecer procedimientos consistentes basados en buenas prácticas

agrícolas y de procesamiento contribuye a minimizar la variabilidad y mejorar la calidad. Casos exitosos en la agroindustria han demostrado incrementos del 15% en la producción y un 11% en la capacidad de producción al adoptar herramientas Lean. El caso de estudio proyecta un aumento del 15% en la productividad, basado en un histórico similar. Tras implementar herramientas Lean, se anticipa una disminución de defectos del 25% al 15%, respaldada por el Just in Time (JIT), que sincroniza actividades agrícolas y de procesamiento para reducir defectos, y la estandarización que mejora la organización. En conjunto, se espera que la aplicación de estas herramientas mejore la rentabilidad, competitividad y calidad de los agronegocios. En base a los resultados alcanzados, se concluye que la aplicación de herramientas Lean en los agronegocios de productores primarios de aceitunas de mesa en el valle El Algarrobal, Ilo, efectivamente contribuye a la mejora de la productividad y la reducción de desperdicios. La implementación de herramientas Lean, incluyendo VSM, JIT, 5S y estandarización, muestra mejoras sustanciales en términos de organización, tiempos eficientes y minimización de desperdicios. Este estudio posee una alta relevancia tanto para los agronegocios de aceitunas de mesa en el valle El Algarrobal, Ilo, como para la industria agrícola en general. La implementación de herramientas Lean emerge como una estrategia eficaz para afrontar los desafíos de baja productividad y la presencia de desperdicios. Además, el enfoque pre experimental y el conjunto de herramientas empleadas pueden actuar como punto de partida para futuras investigaciones y aplicaciones en otros entornos agrícolas caracterizados por limitaciones de recursos y una intensa competencia. En última instancia, este estudio contribuye a la creciente comprensión de cómo las herramientas Lean pueden ser adaptadas para aportar beneficios positivos en el sector agrícola.

Luna y Quesada (2020) realizaron una investigación con el objetivo primordial de investigar en profundidad la viabilidad y efectividad de la implementación de la metodología Lean Manufacturing en el contexto agrícola, específicamente en el proceso de producción de zapallos en la región de Ica, Perú. El propósito central consiste en analizar cómo las herramientas y principios Lean, tradicionalmente aplicados en la industria manufacturera, pueden ser adaptados y aprovechados en el ámbito agrícola para optimizar la eficiencia, la gestión de recursos y la entrega de productos. El enfoque de esta investigación se centra en desarrollar un marco de implementación de herramientas Lean especialmente diseñado para el sector agrícola, con un énfasis en la producción de zapallos en Ica. A través de un enfoque experimental, se busca explorar cómo los conceptos Lean pueden ser adaptados y aplicados en un entorno agrícola real. Esta adaptación se examina en términos de su impacto en la mejora de procesos y

resultados en el contexto específico de la producción de cultivos agrícolas. En este artículo, a su vez presenta un diseño cuantitativo para analizar la implementación de la metodología Lean Manufacturing en el sector agrícola, específicamente en la producción de zapallos en la región de Ica, Perú. El enfoque cuantitativo se centra en la medición de resultados tangibles y observables derivados de la implementación de herramientas Lean en los campos de cultivo. Se implementa un programa piloto en los campos de cultivo de zapallo en la región de Ica, Perú. El estudio se desarrolla en tres fases clave: pre implementación, implementación y post implementación. Para obtener una comprensión integral y rica, se emplea una triangulación metodológica que incluye entrevistas, encuestas, diarios y observaciones. Las herramientas centrales utilizadas en este estudio derivan de la metodología Lean Manufacturing y se adaptan al contexto agrícola. En particular, se destacan la estandarización del trabajo, la gestión visual y la utilización de indicadores clave de rendimiento (KPI). Estas herramientas son seleccionadas y aplicadas a lo largo del programa piloto para mejorar la organización de tareas, facilitar la comunicación y medir el rendimiento de manera efectiva. Los resultados obtenidos del programa piloto arrojan luz sobre mejoras sustanciales en la estructura y el entorno laboral de los campos de cultivo de zapallo en Ica. Se observa un incremento en la eficiencia en el uso de recursos y en la entrega de productos. Estos cambios se traducen en un aumento aproximado del 20% en la eficiencia en el uso de recursos y una mejora del 15% en la entrega de productos. Las herramientas Lean, particularmente la estandarización del trabajo y la gestión visual, emergen como factores fundamentales en la optimización de procesos y en la comunicación eficaz entre los trabajadores. En línea con la adaptación de herramientas Lean al sector agrícola, esta investigación concluye que es viable y prometedor implementar algunas de estas herramientas con éxito en el contexto de la producción de zapallos. Si bien enfrenta desafíos inherentes a las diferencias entre los sectores agrícola y manufacturero, la estandarización del trabajo y la gestión visual se destacan como eficaces en la mejora de la eficiencia y la productividad. Se destaca la importancia de una preparación minuciosa y de abordar la adaptación de manera contextualizada para el éxito sostenible en la producción agrícola. Este artículo es de gran importancia al abordar la aplicación de herramientas Lean en la industria agrícola, un área de investigación relativamente inexplorada. Ofrece un marco de implementación concreto que puede servir de guía para los agricultores interesados en optimizar sus prácticas y gestión de recursos. Además, destaca la necesidad de adaptar las herramientas Lean al contexto agrícola para alcanzar mejoras sustanciales y sostenibles en la producción de cultivos como los zapallos en Ica, Perú.

Godofredo y Peceros (2021) presentaron un artículo con el objetivo fundamental de abordar y mejorar la productividad en la cadena de suministro agroalimentaria del arroz en la región de Camaná, ubicada en Arequipa, Perú. La principal estrategia adoptada es la aplicación de la metodología Lean, con el propósito de optimizar los procesos involucrados en la producción y distribución de arroz. A través de la eliminación de actividades que no generan valor y la estandarización de procesos, se busca lograr un incremento en la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios, lo que se traducirá en un aumento de la productividad en el sector. El enfoque central de este estudio recae en la implementación de la metodología Lean en la cadena de suministro del arroz en Camaná. Esta metodología, originada en el sistema de producción de Toyota, ha demostrado ser efectiva en la mejora de procesos en una amplia gama de industrias. En este caso, se busca aplicar sus principios a la cadena de suministro agroalimentaria para crear fluidez, eliminar actividades ineficientes y maximizar el valor entregado al cliente final. El enfoque es holístico, abarcando desde la producción de arroz hasta su distribución en el mercado. La investigación se desarrolla siguiendo un diseño de investigación aplicada. Se busca abordar desafíos reales en la cadena de suministro del arroz en Camaná y proponer soluciones concretas. Aunque el enfoque principal es cualitativo, empleando entrevistas en profundidad con agricultores y expertos en logística para comprender la situación actual y las áreas problemáticas, se mantiene un enfoque práctico y orientado a resultados. Este diseño permite adaptarse a las necesidades específicas del sector y proporcionar recomendaciones aplicables. El estudio se encuadra en el tipo de investigación pre experimental. Aunque no se establece un grupo de control directo ni se realizan comparaciones a gran escala, se busca implementar la metodología Lean en un entorno específico para observar sus efectos y mejoras en la cadena de suministro del arroz en Camaná. Esto permitirá evaluar cómo la implementación de Lean puede influir en la productividad, la eficiencia y la rentabilidad en un contexto agrícola. El estudio emplea diversas herramientas con el propósito de identificar áreas de mejora y optimización en la cadena de suministro agroalimentaria del arroz: Value Stream Mapping (VSM), se utiliza para visualizar y analizar los procesos actuales en la cadena de suministro, identificando cuellos de botella y actividades que no agregan valor; análisis de Causa-Efecto, se aplica para identificar las causas fundamentales de los desperdicios y problemas en la cadena de suministro; y por último, indicadores de gestión, se emplean métricas para evaluar el rendimiento de los subprocesos de compras, almacenamiento y distribución, permitiendo cuantificar la mejora y la eficiencia lograda. Al incorporar indicadores de gestión, se ha logrado cuantificar los resultados obtenidos: se observa una mejora del 25% en la eficiencia de los subprocesos de compras, almacenamiento y distribución en

la cadena de suministro del arroz. Estos resultados tangibles demuestran cómo estas herramientas han sido efectivas en la identificación y consecución de mejoras concretas en la cadena de suministro agroalimentaria. Ahora, los resultados de la metodología Lean se tradujeron en mejoras significativas en la eficiencia y reducción del desperdicio de comida en la cadena de suministro de arroz. Por ejemplo, se logró un aumento en el porcentaje de ahorro en compras, pasando del 7% al 25%, y una mejora en la calidad de los insumos, aumentando del 75% al 95%. Además, se alcanzó una mayor eficiencia en la entrega oportuna de pedidos, aumentando del 78% al 90%. Esto se tradujo en una reducción del desperdicio de comida en un 25%. Estos indicadores demostraron el impacto positivo de la metodología en la reducción del desperdicio y la mejora de la eficiencia en la cadena de suministro. El estudio concluye que la aplicación de la metodología Lean en la cadena de suministro agroalimentaria del arroz en Camaná puede conducir a mejoras significativas en la productividad, la rentabilidad y la competitividad. La estandarización de procesos, la identificación y eliminación de desperdicios, junto con la implementación de métricas de evaluación, son factores esenciales para lograr una gestión más eficiente en la cadena de suministro. Se resalta la importancia de la flexibilidad por parte de los agricultores para implementar las mejoras de manera sostenible y la necesidad de la asociatividad y la capacitación constante en la industria. Este estudio tiene relevancia tanto para la industria agrícola como para la agroalimentaria en general. Demuestra cómo la metodología Lean puede ser adaptada y aplicada en un contexto agrícola, específicamente en la cadena de suministro del arroz, para abordar desafíos y mejorar la eficiencia operativa. Los resultados y las conclusiones pueden servir como guía para otros agricultores y empresas del sector que busquen optimizar sus procesos y enfrentar los retos de manera efectiva.

Giles et al. (2022) realizaron un artículo que tiene como objetivo principal presentar una metodología innovadora denominada "Mapa de Flujo de Valor Sostenible" (Sus-VSM), la cual se propone evaluar y mejorar los procesos de fabricación desde una perspectiva sostenible. Esta metodología busca integrar los aspectos económicos, sociales y ambientales en la evaluación de los procesos industriales, para evaluar el consumo de recursos como agua y energía, así como los riesgos y condiciones de trabajo para los operadores con el fin de identificar oportunidades de mejora que permitan optimizar la eficiencia de la producción y reducir el impacto ambiental y social. El enfoque del artículo es predominantemente cuantitativo, ya que se introducen métricas y cálculos numéricos para evaluar diversas variables relacionadas con la sostenibilidad en los procesos de manufactura. Estas métricas permiten cuantificar el consumo de recursos, las pérdidas

de materiales, el uso de energía, la generación de residuos y los impactos en la salud y seguridad de los trabajadores. El artículo sigue un diseño aplicado, ya que se implementa la metodología Sus-VSM en un caso de estudio concreto. Se elige una empresa que fabrica antenas parabólicas y se aplican las métricas propuestas para evaluar su proceso de fabricación desde una perspectiva sostenible. El artículo busca demostrar cómo se puede medir y evaluar la sostenibilidad en los procesos de manufactura. El artículo presenta una metodología llamada "Sustainable Value Stream Mapping" (Sus-VSM), que es una extensión del tradicional Mapa de Flujo de Valor en Lean Manufacturing. Esta metodología introduce métricas cuantitativas para evaluar el consumo de agua, energía y los riesgos de trabajo en los procesos de fabricación. Podemos encontrar herramientas utilizadas como: Métricas de consumo de agua que son métricas específicas para evaluar la cantidad de agua utilizada y perdida en cada etapa del proceso de fabricación, incluyendo la medición de pérdidas y la posibilidad de reciclaje; métricas de consumo de energía, para identificar y cuantificar el consumo de energía en cada proceso, incluyendo el transporte y el almacenamiento de materia prima. A su vez se menciona que la aplicación de la metodología Sus-VSM en la empresa de antenas parabólicas condujo a la identificación de mejoras. Estas mejoras incluyen la reducción del consumo de energía y agua, la disminución de pérdidas de materiales y la identificación de oportunidades de reciclaje. El análisis de sostenibilidad en la línea de producción de antenas parabólicas revela datos significativos. Según el Sus-VSM, el Tiempo de Valor Agregado es de aproximadamente 32 minutos, mientras que el Lead Time es superior a 12 días, evidenciando excesivo tiempo en actividades no productivas. El consumo de energía se estimó en 3,58 kWh por disco, con el proceso de lavado representando el 56% del consumo total. Los puntajes del Índice de Carga Física PLI fueron en general aceptables, excepto en el montaje de kits repetitivos. Se observó un 35% de material desperdiciado como chatarra, y en términos de riesgo ambiental, no hubo áreas críticas. En este sentido, se aplicaron métricas específicas de consumo de agua para analizar detenidamente la cantidad de agua utilizada y desperdiciada en cada etapa del proceso de fabricación. A través de la optimización de los métodos de lavado y el reciclaje de agua en ciertas etapas, el equipo logró disminuir la huella hídrica en un 1.5%, esto pudo lograrse ya que el desperdicio de agua fue de un 22%. Esto se tradujo en una disminución tangible de la cantidad de agua utilizada en el proceso de fabricación de las antenas parabólicas, de 2.3 litros por unidad a 1.8 litros por unidad. Esta reducción no solo benefició el medio ambiente al conservar este recurso escaso, sino que también tuvo un impacto positivo en los costos de producción. La disminución en los gastos de agua se tradujo en un ahorro del 12% en los costos operativos generales del proceso de fabricación. El Sus-VSM demostró ser visualmente

efectivo para evaluar la sostenibilidad en la producción de antenas parabólicas, brindando información no disponible previamente y señalando áreas de mejora con potencial. El autor concluye que la metodología Sus-VSM es una herramienta valiosa para evaluar la manufactura sostenible, ya que permite visualizar y abordar de manera integral los aspectos económicos, sociales y ambientales de los procesos de fabricación. La metodología ofrece una manera sistemática de identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización, generando beneficios tanto en la eficiencia productiva como en la sostenibilidad general de la empresa. Este artículo es de gran relevancia debido a que introduce una metodología novedosa que aborda la sostenibilidad desde una perspectiva integral en los procesos de fabricación. Proporciona a las industrias herramientas concretas para evaluar y mejorar su desempeño sostenible, lo que resulta esencial en un contexto donde la responsabilidad ambiental y social se vuelven cada vez más críticas. Además, al aplicar un enfoque cuantitativo, el artículo ofrece la posibilidad de medir y demostrar los resultados de las mejoras implementadas, lo que contribuye a la toma de decisiones informadas y orientadas hacia la sostenibilidad.

Singh et al. (2022) presentaron una investigación cuyo objetivo central es llevar a cabo una evaluación exhaustiva de las soluciones destinadas a superar las barreras en la implementación integrada de prácticas verdes y lean en el contexto de la industria manufacturera. El artículo se propone identificar y priorizar las soluciones más efectivas que permitan a las empresas enfrentar los desafíos asociados con la adopción conjunta de estos enfoques. Este artículo adopta un enfoque cuantitativo para evaluar y priorizar las soluciones propuestas. El diseño de este artículo es de naturaleza aplicada, orientado a abordar un problema práctico y tangible en el ámbito de la industria manufacturera. Se enfoca en analizar y evaluar las soluciones reales para superar las barreras que impiden la implementación efectiva de prácticas verdes y lean en las operaciones de manufactura. Dado que no hay un grupo de control separado y el estudio se enfoca en medir el impacto de las prácticas verdes y lean en una única muestra, se optó por un diseño pre experimental. Se recopilaban datos antes y después de la intervención, pero no se compararon con un grupo de control. Esto permitirá analizar el cambio dentro del mismo grupo de empresas antes y después de la implementación de las prácticas. Las herramientas clave utilizadas en este estudio son el Análisis de Jerarquía Procesada (AHP) difuso y la Técnica de Ordenación de Preferencia por Similitud a una Solución Ideal (TOPSIS) difuso. Estas técnicas permiten la comparación y priorización de soluciones en función de múltiples criterios y factores, ofreciendo una perspectiva cuantitativa y sistemática para la toma de decisiones en el ámbito de la implementación de prácticas sostenibles y lean. Los resultados obtenidos a través del

análisis muestran que varias soluciones se destacan por su efectividad en superar las barreras identificadas en la implementación de prácticas verdes y lean en la industria manufacturera. Entre estas soluciones, las más significativas incluyen la aplicación de herramientas de control de calidad, la reducción en los tiempos de entrega, la adopción del enfoque "hacerlo bien la primera vez" y la implementación de nuevas tecnologías e innovaciones en productos. Estas soluciones se presentan como pilares fundamentales para abordar los obstáculos y lograr una implementación exitosa. La investigación llega a la conclusión que la integración efectiva de prácticas verdes y lean puede lograrse mediante la aplicación de soluciones específicas para superar las barreras identificadas. Los resultados del análisis indican que las soluciones que priorizan la calidad, la eficiencia en la entrega, la excelencia en la ejecución inicial y la adopción de tecnologías innovadoras son esenciales para el éxito en la implementación conjunta de estos enfoques. Además, este estudio destaca la importancia de considerar un enfoque sistémico y cuantitativo para abordar los desafíos y mejorar el rendimiento ambiental y económico en la industria manufacturera. La relevancia de este artículo radica en su contribución al campo de la manufactura sostenible y lean. Proporciona a los gerentes y líderes de la industria manufacturera una guía clara y basada en evidencia para enfrentar los obstáculos en la implementación de prácticas verdes y lean. Al identificar y priorizar soluciones efectivas, este estudio permite a las organizaciones mejorar su desempeño ambiental y económico, así como reducir el desperdicio y promover la sostenibilidad. Asimismo, esta investigación es valiosa por ser uno de los primeros enfoques en examinar y evaluar soluciones concretas para superar barreras en la integración de prácticas verdes y lean, lo que lo convierte en una referencia importante para la toma de decisiones estratégicas en la industria manufacturera.

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing emerge como una filosofía y enfoque de gestión que revoluciona la manera en que las organizaciones abordan la producción y las operaciones. Inspirado en los principios pioneros del Toyota Production System, este enfoque busca optimizar la eficiencia y la calidad a lo largo de toda la cadena de valor (Huang et al., 2022). Se destaca por su enfoque meticuloso en la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicio, ya sea en forma de tiempo, recursos, movimientos innecesarios o ineficiencias en los procesos. Esta filosofía promueve la idea de que cada actividad y recurso debe agregar valor directo al producto o servicio final, lo que impulsa a las organizaciones a cuestionar constantemente sus procesos y a fomentar una cultura de mejora continua (Deshmukh et al., 2022). El enfoque de Kumar et al., (2022)

complementa esta perspectiva al resaltar la importancia estratégica del Lean Manufacturing. Según este punto de vista, el Lean Manufacturing no solo se trata de eliminar el desperdicio, sino que también se enfoca en la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Las organizaciones que adoptan este enfoque se esfuerzan por diseñar procesos y operaciones que sean ágiles, flexibles y adaptables, lo que les permite responder de manera efectiva a las demandas cambiantes del mercado. Gebeyehu et al., (2022) afirma que el Lean Manufacturing se convierte en una guía fundamental para la toma de decisiones, desde la gestión de la cadena de suministro hasta la optimización de los flujos de producción.

El paradigma de Lean Manufacturing, o Manufactura Esbelta, trasciende como una filosofía y enfoque gerencial de gran relevancia en la optimización de procesos y la mejora continua, particularmente en la industria alimentaria. Budianto et al., (2023) adentran en este concepto al analizar su aplicación en el ámbito de una panadería brasileña. Al adoptar prácticas como el Justo a Tiempo (JIT), el autor destaca cómo se logra un aumento en la eficiencia y la reducción de desperdicios, crucial en un sector en el que la eficiencia de producción y la calidad son imperativas. No obstante, esta implementación no se reduce a meras técnicas, sino que se sustenta en un cambio cultural que involucra a los empleados a todos los niveles, resaltando la relevancia de la capacitación y participación activa de los mismos para lograr una implementación exitosa. Complementariamente, Cuggia et al., (2020) exploran la implementación de Lean Manufacturing en empresas del sector alimentario, a nivel nacional e internacional. Destacan que este enfoque va más allá de la mera reducción de desperdicios, abarcando también aspectos como la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Inspirado en el Toyota Production System, el Lean Manufacturing se configura como un conjunto de principios y prácticas que fomentan la eficiencia en toda la cadena de valor. Su implementación efectiva en micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) del sector alimentario puede marcar la diferencia en términos de competitividad y rentabilidad. No obstante, esta adopción enfrenta desafíos, como la carencia de metodologías prácticas de implementación y los costos asociados, lo que limita su alcance en las organizaciones.

2.3.1.1 Mapeo de Flujo de Valor Ambiental (E - VSM).

En su investigación, Garza et al., (2018) definen el Mapeo del Flujo de Valor Ambiental (E-VSM) como una metodología que deriva de la herramienta de Lean Manufacturing llamada Value Stream Mapping (VSM), diseñada para visualizar y analizar los flujos de materiales, información y procesos en una organización o proceso, pero con un enfoque

específico en la identificación y mejora de los aspectos ambientales y la sostenibilidad. Según Bancovich Erquínigo et al., (2023), el E-VSM se utiliza para mapear y comprender tanto los elementos tradicionales de flujo de valor como las consideraciones ambientales, con el propósito de identificar oportunidades para reducir los impactos ambientales negativos, minimizar los desperdicios ambientales y mejorar la eficiencia en términos de sostenibilidad.

A la vez, Anass et al., (2017) explican que la importancia del E-VSM radica en involucrar y comprometer al personal en la mejora continua y en la creación de mapas de estado actual y futuro. El compromiso de los empleados es esencial para identificar oportunidades de mejora y para integrar consideraciones ambientales de manera efectiva en los procesos. Además, Gholami et al., (2021) informan que el E-VSM impulsa la mejora del conocimiento y la competencia del personal en temas ambientales, lo que es esencial para el éxito de las prácticas ambientales. La comunicación y la capacitación son vitales para lograr una implementación exitosa del E-VSM, transmitiendo los objetivos y beneficios de la metodología y alineando a todo el equipo hacia la mejora ambiental.

2.3.1.2 Poka Yoke.

Lazarevic et al., (2019) exploraron la naturaleza del Poka Yoke y su aplicación, es así como definieron el Poka-Yoke como una filosofía que busca diseñar sistemas que eliminen o reduzcan la posibilidad de cometer errores humanos, lo que a su vez garantiza la calidad y precisión en las operaciones. Estos sistemas pueden consistir en dispositivos físicos, herramientas, sensores o incluso procedimientos, que están diseñados para prevenir la aparición de errores o para detectarlos en una etapa temprana. Martinelli et al., (2022) indican que el objetivo principal del Poka-Yoke es evitar que los errores se propaguen y afecten el producto final o el servicio, lo que conduce a un aumento en la satisfacción del cliente y una mejora general en la eficiencia operativa. Widjajanto et al., (2020) afirman que el Poka Yoke representa un enfoque crucial en la mejora de la calidad y la prevención de errores en procesos de trabajo. En su estudio, identificaron que a lo largo del tiempo ha habido un crecimiento en la investigación y desarrollo de soluciones Poka-Yoke y si bien su concepto es ampliamente aceptado, existen diferentes enfoques y definiciones en la literatura académica y práctica. Wijaya et al., (2020) rescatan que la importancia del Poka Yoke radica en su capacidad para prevenir errores antes de que tengan la oportunidad de causar problemas en la cadena de producción o servicio, lo que conlleva a una reducción de costos y a una mayor confiabilidad en los procesos y con ello resaltan la

importancia del sistema Poka Yoke en la mejora de los procesos de producción y la reducción de errores humanos en la manufactura.

2.3.1.3 Diagrama de Ishikawa.

El Diagrama de Ishikawa es una herramienta de análisis de causas común en áreas de investigación. Este diagrama organiza gráficamente las posibles causas de problemas de datos en categorías convencionales, lo que mejora el razonamiento sobre las fuentes de estos problemas (Carvalho et al., 2021). Este modelo se utiliza para explorar, identificar y mostrar las posibles causas raíz de un efecto específico, generalmente un resultado de calidad o un defecto particular. El diagrama se desarrolla de derecha a izquierda para indicar cómo la investigación de las causas se retrocede desde el resultado principal hasta la causa raíz misma. (Cordell y Thompson, 2019). La importancia del Diagrama de Ishikawa radica en que facilita la identificación de causas subyacentes que podrían haber pasado desapercibidas, esto conduce a la comprensión de los factores que están afectando la calidad del producto y el proceso de producción en sí. Además, permite aportar claridad sobre las áreas de mejora necesarias, como la detección de cuellos de botella y la mejora de la comunicación entre empleados (Santos y Campos, 2021).

2.3.1.4 Análisis Modal de Falla y Efecto

El Análisis Modal de Falla y Efecto es una herramienta utilizada para evaluar el rendimiento de sistemas o procesos, donde se identifican y evalúan de manera sistemática los posibles errores. A partir de esta evaluación, se pueden desarrollar medidas de mejora (Von Ahsen et al., 2022). El Análisis Modal de Falla y Efecto es un método de ingeniería diseñado para identificar posibles modos de falla y sus causas en sistemas, evaluando los efectos que estos tienen dentro de un sistema dado. Un modo de falla se define generalmente como una fluctuación en los criterios de rendimiento del componente, por ende, el Análisis Modal de Falla y Efecto identifica las decisiones necesarias para prevenir fallas individuales en el sistema. (Oliveira et al., 2020). El Análisis Modal de Falla y Efecto es fundamental para evaluar y abordar riesgos en sistemas y procesos. Ayuda a desarrollar medidas de mejora y prevención para evitar que los sistemas no cumplan con los requisitos especificados. Su metodología proporciona una estructura para evaluar y priorizar los riesgos de manera cuantitativa, lo que contribuye a la toma de decisiones informadas y a la mejora continua de sistemas y procesos (Gupta, 2023).

2.3.1.5 Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Preventivo Total se refiere a una estrategia y enfoque de gestión que busca mantener y mejorar la eficiencia de los equipos y sistemas en una organización, con el objetivo de prevenir fallos y maximizar la disponibilidad y rendimiento de los activos (Rishi et al., 2016). El Mantenimiento Preventivo Total se basa en la idea de que cada miembro de la organización debe asumir la responsabilidad de mantener y cuidar los equipos, fomentando la cultura de la prevención y la mejora constante (Khalfallah y Lakhal, 2021). Su importancia es esencial para la optimización de operaciones en las organizaciones, especialmente en un entorno competitivo y tecnológicamente cambiante. Además, se demuestra que el Mantenimiento Preventivo Total puede tener un impacto positivo en la fabricación ágil, permitiendo a las empresas enfrentar los desafíos de la economía basada en el conocimiento y la globalización (Pandey et al., 2019).

2.3.1.6 Plan de control

Un Plan de Control se refiere a un conjunto organizado y detallado de actividades y herramientas de evaluación diseñadas para asegurar la calidad sostenible de un proyecto o sistema a lo largo del tiempo, este plan estratégico establece las acciones a seguir para supervisar y evaluar el rendimiento, identificar posibles imperfecciones o desafíos, y aplicar soluciones correctivas y preventivas cuando sea necesario (Baron et al., 2023). Un Plan de Control abarca acciones que un fabricante puede seleccionar o estar obligado a emprender con el fin de asegurar la eficiencia del producto. Este enfoque se elabora meticulosamente para gestionar y supervisar tecnologías, procesos o modificaciones en la producción que puedan influir en la calidad, la confiabilidad y el rendimiento del producto finalizado (Scarpellini et al., 2023). Un Plan de Control es esencial para garantizar una productividad y seguridad óptimas. Además, es de gran importancia que un Plan de Control bien definido aborde los objetivos de identificar y reducir riesgos, así como establecer procesos para asegurar que se cumplan los requisitos de credibilidad de las partes involucradas (Lillie et al., 2015).

2.3.1.7 Mapeo de procesos

Se entiende como Mapeo de Procesos a la actividad de representar visualmente los sistemas y procesos en los cuales se implementan intervenciones de mejora, y se considera valioso en proyectos de mejora de la calidad en diferentes ámbitos (Antonacci et al., 2018). El proceso de mapeo en las industrias es una herramienta consolidada para mejorar la eficiencia. Se define como una técnica de mejora de calidad que descompone una tarea en sus pasos individuales, utilizándolos posteriormente (Bowe

et al., 2021). La importancia del Mapeo de Procesos radica en que permite crear una representación visual de cómo funciona actualmente un proceso, capturando la realidad del mismo y revelando áreas de duplicación, desperdicio, variación no útil y pasos innecesarios (NHS improvement, 2018). El desarrollo de un mapa de procesos se considera un primer paso útil para generar ideas de mejora y así poder identificar múltiples oportunidades para la optimización de procesos, productos o incluso servicios en una organización (Johnston, 2022).

2.3.2 Enfoque Green

El enfoque Green es un término concebido para considerar un paradigma de fabricación que emplea estrategias y técnicas ambientales para lograr que las empresas sean más ecoeficientes (Santos et al., 2020). Este enfoque pretende eliminar los residuos relacionados con el medio ambiente, es decir, el uso innecesario de agua, energía y recursos, asimismo, aminorar la contaminación, los efectos invernadero, la basura y la eutrofización (Teixeira et al., 2021). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se estima que un tercio de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden durante el proceso de producción o consumo, lo que produce desperdicios en gran masa (FAO, 2018). En consecuencia, enfoques como Green son de gran ayuda para aminorar los desperdicios causados por la industria alimentaria ya que es su principal objetivo.

2.3.2.1 Sostenibilidad en los procesos.

Según Agustiady et al. (2012) la sostenibilidad es la utilización prudente o mesurada de los recursos. En otra palabra, describe restricciones en el uso de recursos renovables y no renovables para la producción de bienes y servicios (Gutiérrez et al., 2019). Sin embargo, en la actualidad los principales desafíos de sostenibilidad son enfrentados por las industrias, esto debido al aumento de la población mundial y los limitados recursos naturales presentes (Thakur et al., 2022). Es por ello, que es un tema de suma importancia y se espera que se adopten o propongan más soluciones de sostenibilidad en los próximos años (Hassoun et al., 2022).

2.3.2.2 Desperdicio hídrico

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en su informe de la ONU sobre el “Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021” el desperdicio hídrico es la pérdida de agua, es decir, agua que no es aprovechada de la mejor manera, esto se le atribuye al descuido y conciencia, ya que se le suele percibir sólo en términos de costo, obviando el inmenso valor que posee (Naciones Unidas, 2021). Sin embargo, el agua es un bien de relevancia para el

desarrollo económico, salud y para el medio ambiente, a pesar de ello, se encuentra delante de desafíos como la accesibilidad, la gestión y contaminación, desafíos directamente relacionados con el desperdicio de agua en el mundo; es por ello que parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por la ONU proponen soluciones a este problema (Acosta-Vega et al., 2023).

2.3.2.3 Desperdicio de comida

El desperdicio de comida son las pérdidas de alimentos que se genera en la etapa de producción hasta la venta, sumado a los desperdicios generados en la etapa de servicio de alimentos y consumo (Lévesque et al., 2023). Según la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se estima que aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o desperdicia 1.300 millones de toneladas cada año a lo largo de la cadena alimentaria, (FAO, 2012). Como consecuencia la pérdida de alimentos se posiciona como tercer emisor de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es por ello, que se creó la meta 12.3 en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas con el fin de reducir la pérdida de alimentos en un 50 % para 2030 (Lévesque et al., 2023).

2.3.3 Impacto Ambiental

Según Juan Pérez (2017) el impacto ambiental es una acción o actividad que trae como consecuencia una alteración en los componentes del medio ambiente, salud humana o bienestar de la sociedad. Las industrias en general generan un impacto ambiental desmedido, es por ello que existe una supervisión constante que regulan la protección ambiental con el fin de mejorar los estándares de emisión de contaminantes (Xie et al., 2023). Asimismo, se tiene un interés mundial por mejorar la seguridad energética, prevenir el agotamiento de los recursos y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante esfuerzos industriales y de investigación (Mousavi-Avval et al., 2023). En el caso de industria alimentaria existe un desperdicio de alimentos de aproximadamente 45%, lo que genera un gran impacto ambiental puesto que se desperdicia la tierra, agua, energía, recursos agrícolas, embalaje y transporte, sumado a los (GEI) que son emitidos a lo largo de toda la cadena alimentaria y la descomposición de los alimentos (Lévesque et al., 2023).

2.3.3.1 Huella hídrica.

La huella hídrica es un concepto que asegura el entendimiento o comprensión del papel fundamental que juega el uso del agua en la economía y en la gestión del agua como herramienta en los diferentes procesos de desarrollo económico, este concepto es relativamente nuevo en el mundo de la ciencia, sin embargo, ha ganado un gran interés

en un corto tiempo y ha sido objeto de muchos estudios (Akgün et al., 2023). Es así que el cálculo de la huella hídrica se emplea para definir el volumen de agua dulce empleado para producir el producto medido a lo largo de toda la cadena de suministro. Para el cálculo se considera los componentes de la huella hídrica azul, verde y gris; el componente azul se refiere al agua subterránea y superficial consumida, el verde se refiere al agua de lluvia consumida y el componente gris se define como el volumen de agua necesario para diluir el agua contaminada hasta alcanzar los estándares de calidad del agua aceptados (Aldaya et al., 2012).

2.3.3.2 Huella de carbono.

La huella de carbono es un indicador que mide los efectos del cambio climático, por ende, es una nueva variable de control muy importante para el diseño y producción de nuevos productos (Winter et al., 2023). En otras palabras, la huella carbono es la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y se encuentra expresada en CO₂e (Bronts et al., 2023). Es por ello que un requisito previo para gestionar y controlar la huella de carbono es calcularla de forma correcta y visualizarla de forma transparente (Winter et al., 2023). Para determinarla es necesario calcular las emisiones de GEI directas e indirectas producidas debido a las actividades de la empresa, las emisiones directas son las emisiones que tienen lugar en la propia empresa, mientras que las emisiones indirectas se dan en otros lugares como, por ejemplo, las emisiones de la producción de electricidad comprada por la empresa (Navarro et al., 2017).

2.4 Modelo Green Lean

El enfoque Lean tiene por objetivo reducir el desperdicio hasta su eliminación y depurar las actividades que no suman valor (Antony et al., 2020). Aunque su utilización en la industria alimentaria es aún incipiente, demuestra ser de alta eficacia. Esto se debe a que en este sector prevalecen actividades relacionadas principalmente con la higiene e inocuidad de los alimentos, más que con los procesos de manufactura (Costa et al., 2020). Por otro lado, el enfoque Green busca minimizar los efectos negativos en el medio ambiente mediante la reducción o eliminación de los desechos en los procesos. Esto resulta especialmente relevante en las industrias de manufactura, ya que contribuye positivamente a la empresa, las personas y el planeta al reducir los efectos ambientales adversos y optimizar el uso de los recursos disponibles (Touriki et al., 2021).

No obstante, cada una de estas metodologías tiene sus propias limitaciones. Con respecto al enfoque Green, por sí solo no tiene la capacidad de otorgar verdadero valor a los procesos. Esto se debe a que el rendimiento de fabricación no es solo influido por

el factor ambiental. Por tanto, la integración de Lean y Green emerge como una opción sumamente atractiva. Las herramientas utilizadas en las prácticas Lean, como VSM, JIT y DOE, contribuyen tanto directa como indirectamente a la reducción del impacto ambiental, permitiendo simultáneamente incrementar la sostenibilidad y el desempeño económico de la organización (Singh et al., 2022; Ahmad et al., 2021).

No obstante, la integración Lean-Green tiene sus propias limitaciones y contingencias. La más resaltante es que no está orientada hacia proyectos, ya que no contribuye al escrutinio ni a la focalización en la reducción de variaciones, mostrando inconvenientes de aplicación a largo plazo (Gholami et al., 2021). Por ello, existe una notoria necesidad de elaborar un modelo que ofrezca una guía de aplicación sistemática y enfocada a la resolución de objetivos.

Así es como en el presente estudio se ha desarrollado el modelo presentado en la Figura 1, que combina herramientas de mapeo de procesos, análisis de causas raíz, identificación de flujos, cálculo del impacto ambiental, establecimiento de indicadores y estandarización. Esto se realiza con el propósito de brindar a la literatura una guía de implementación dividida en 4 fases.

Figura 1

Modelo Green Lean para industrias alimentarias



2.5 Marco Conceptual

- **Calidad:** Según Juran (1999), la calidad se define como “la adecuación al uso” y está orientada a satisfacer las necesidades del cliente mediante la reducción de defectos y desperdicios en los procesos. En el contexto de esta investigación, se refiere a la optimización del uso de materia prima para minimizar pérdidas.
- **Defecto:** De acuerdo con la norma ISO 9000:2015, un defecto es la “no conformidad de un producto o servicio con un requisito especificado”, lo que implica una desviación que impide el cumplimiento de estándares de calidad establecidos.
- **Desperdicio:** Según Ohno (1988), el desperdicio es cualquier actividad que consume recursos sin agregar valor al producto final. En la industria alimentaria, esto incluye la materia prima descartada en el proceso de acondicionamiento y los residuos sólidos como cáscaras y corazones de frutas.
- **Eficiencia:** Para Drucker (1993), la eficiencia se define como “hacer correctamente las cosas”, es decir, utilizar los recursos de manera óptima para maximizar los resultados. En este estudio, se evalúa como la relación entre la materia prima utilizada y la cantidad de néctares comercializados.
- **Instructivo:** Según Chiavenato (2007), un instructivo es un documento técnico que proporciona información detallada sobre la ejecución de tareas o procesos en una organización. En este caso, se refiere a las guías operativas que detallan los procedimientos de producción de néctares.
- **Materia prima disponible:** De acuerdo con Heizer y Render (2014), la materia prima es “todo insumo esencial en un proceso productivo que requiere transformación”. En este contexto, es la cantidad de fruta en kilogramos que ingresa al área de acondicionado tras su selección y pesado.
- **Materia prima útil:** Según Slack et al. (2021), la materia prima útil es aquella que, tras su procesamiento, se encuentra lista para su incorporación en la producción sin generar desperdicio significativo. En este estudio, corresponde a la fruta pelada y descorazonada antes del escaldado.
- **Mejora continua:** Imai (1986) define la mejora continua como “un esfuerzo constante para incrementar la eficiencia y calidad en los procesos mediante

pequeñas modificaciones sucesivas". En este caso, se refiere a las estrategias implementadas para reducir errores en la producción de néctares.

- Variabilidad: Según Montgomery (2019), la variabilidad es "el grado en que los valores de un proceso o producto fluctúan en torno a un punto central", lo que puede afectar la calidad y eficiencia operativa. En esta investigación, el desperdicio es la variable sujeta a variabilidad.

CAPITULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis de investigación

3.1.1 Hipótesis General

El desarrollo e implementación del modelo Green Lean reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

3.1.2 Hipótesis Específicas

El desarrollo e implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de agua en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

El desarrollo e implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de materia prima útil en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

3.1.3 Matriz de consistencia

Tabla 2.

Matriz de Consistencia

Formulación del problema	Objetivos de investigación	Hipótesis de investigación	Procedimiento
Problema general ¿Cuál es el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del impacto ambiental de una fábrica de néctares de Lima – Perú?	Objetivo general Determinar el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del impacto ambiental de una fábrica de néctares de Lima – Perú.	Hipótesis general El desarrollo e implementación del modelo Green Lean reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú.	La huella hídrica y la huella de carbono se midieron en litros/kg y kg CO₂eq respectivamente; mientras que el desperdicio de agua se midió en litros y el desperdicio de materia prima útil en kilogramos. El estudio inició con el diseño del modelo basado en la integración de los enfoques Green y Lean, posteriormente se implementó las herramientas en base a las fases definidas dentro de este. Tras esto se recogieron y analizaron los resultados obtenidos antes y después de la implementación del modelo, definiendo el cambio la huella de carbono e hídrica, desperdicio de agua y de materia prima útil. Para determinar si estas técnicas son adecuadas para realizar un modelo, se realizará una validación por juicio de expertos por medio de la prueba de V de Aiken. Finalmente, para contrastar la hipótesis se utilizará estadística inferencial en complemento con el software Minitab 2018.
Problemas específicos ¿Cuál es el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio de agua de una fábrica de néctares de Lima – Perú?	Objetivos específicos Determinar el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio del agua de una fábrica de néctares de Lima – Perú.	Hipótesis específicas El desarrollo e implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de agua en una fábrica de néctares de Lima – Perú.	
¿Cuál es el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio de materia prima de una fábrica de néctares de Lima – Perú?	Determinar el efecto del desarrollo e implementación de un modelo Green Lean en la reducción del desperdicio de materia prima una fábrica de néctares de Lima – Perú.	El desarrollo e implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de materia prima en una fábrica de néctares de Lima – Perú.	

3.2 Variables de investigación

3.2.1 Variable independiente

Modelo Green Lean.

Definición 1: La integración Green y Lean aparece como una opción sumamente atractiva, esto debido a que utiliza herramientas prácticas de Lean enfocándolas directa e indirectamente en la reducción del impacto ambiental permitiendo simultáneamente incrementar tanto la sostenibilidad como el desempeño económico de la organización (Singh et al., 2022).

Definición 2: El modelo Lean & Green es un enfoque orientado a mejorar la eficiencia en los procesos productivos mientras se minimizan los impactos ambientales. Su fundamento radica en la eliminación de desperdicios y la aplicación de mejoras continuas, integrando estrategias sostenibles que optimizan el uso de recursos y reducen la contaminación (Reichert et al., 2018).

Definición 3: El Green Lean Six Sigma es un modelo sostenible que integra los principios de Lean y Six Sigma con el propósito de reducir la huella de carbono y garantizar la producción de bienes de alta calidad. Este enfoque promueve la optimización de la eficiencia operativa y la disminución de desperdicios, favoreciendo la sostenibilidad ambiental (Zokaei et al., 2016).

3.2.2 Variable dependiente

Impacto ambiental

Definición 1: El impacto ambiental puede analizarse a través de herramientas cuantitativas que permiten evaluar la presión ejercida por las actividades humanas sobre el entorno. Dos de los indicadores más empleados en este análisis son la huella de carbono, que estima la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas directa o indirectamente por una actividad, y la huella hídrica, que mide el volumen total de agua dulce utilizado en la producción de bienes y servicios dentro de un territorio específico (Wu et al., 2025).

Definición 2: El impacto ambiental se refiere a cualquier modificación en la estructura y función de los ecosistemas, originada por actividades humanas o fenómenos naturales, que influye de manera positiva o negativa en la biodiversidad, los recursos naturales y la calidad de vida de las personas. Estas alteraciones pueden manifestarse de forma directa, como en el caso de la contaminación del aire y el agua, o de manera indirecta,

a través de procesos como la fragmentación de hábitats y la reducción de servicios ecosistémicos esenciales (Fang et al., 2014).

Definición 3: Desde una visión socioeconómica, el impacto ambiental comprende las repercusiones de las actividades humanas sobre los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, influyendo en el bienestar social y el desarrollo económico. En el contexto del desarrollo sostenible, su análisis debe considerar el equilibrio entre el crecimiento económico, la equidad social y la preservación ambiental. La industrialización, la urbanización y el consumo intensivo de recursos han incrementado la presión sobre los ecosistemas, agravando problemas como la pérdida de biodiversidad, la contaminación y el cambio climático (Lavarelli et al., 2016).

3.2.3 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 3.

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Modelo Green Lean	La integración Green y Lean aparece como una opción sumamente atractiva, esto debido a que utiliza herramientas prácticas de Lean enfocándolas directa e indirectamente en la reducción del impacto ambiental permitiendo simultáneamente incrementar tanto la sostenibilidad como el desempeño económico de la organización (Singh et al., 2022).	Se midió a través de la reducción del desperdicio de materia prima (%), la disminución del desperdicio ecológico y la reducción o mantenimiento del tiempo de ciclo.	Modos de Falla	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)
			Desperdicio ecológico	Desperdicio Diario
			Tiempo de ciclo	Takt time
Impacto Ambiental	El impacto ambiental puede analizarse a través de herramientas cuantitativas que permiten evaluar la presión ejercida por las actividades humanas sobre el entorno. Dos de los indicadores más empleados en este análisis son la huella de carbono, que estima la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas directa o indirectamente por una actividad, y la huella hídrica, que mide el volumen total de agua dulce utilizado en la producción de bienes y servicios dentro de un territorio específico (Wu et al., 2025).	Se calculó el impacto ambiental a través del análisis de los indicadores: huella de carbono medido en kg de CO ₂ equivalente y la huella hídrica, medida en m ³ de agua utilizada al mes.	Desperdicio de agua	Agua desperdiciada (l)
			Desperdicio de materia prima	Desperdicio de materia prima (kg)

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1 Tipo y diseño de investigación

Enfoque: Cuantitativo

El enfoque cuantitativo se caracteriza por la recopilación y análisis de datos numéricos con el objetivo de identificar patrones, establecer relaciones entre variables y probar hipótesis mediante métodos estadísticos. Este enfoque busca garantizar la objetividad y la replicabilidad de los resultados a través de procedimientos estructurados y sistemáticos (Hernández, 2018).

Tipo: Aplicada

La presente investigación es de tipo aplicada, puesto que la investigación aplicada, empírica o práctica es aquella que hace uso de conocimientos teóricos previos y conocimientos proporcionados por la investigación básica para aplicarlos en la realidad y solucionar problemas específicos (Hernández, 2018).

Diseño: Experimental de tipo pre experimental

Asimismo, se rige bajo un diseño experimental de tipo pre experimental, esto debido a que el diseño pre experimental hace referencia a la investigación en la que se manipulan variables independientes para analizar el efecto de tal manipulación sobre una o más variables dependientes, todo dentro de un sistema de control propuesto por el investigador (Hernández, 2018)

4.2 Unidad de análisis

Según Hernández (2018), para elegir la unidad de análisis primero se debe identificar la fuente principal del estudio y sobre qué o quiénes se centrará la recolección de datos en base al planteamiento del problema, el alcance de investigación y la perspectiva del propio autor. Por ello, la unidad de análisis son los procesos pertenecientes a la línea de producción principal de una fábrica de néctares de Lima – Perú.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población de estudio está representada por 50 lotes de fruta que involucran 25 kg de manzana y 25 kg de piña utilizados en el proceso de producción. A través del análisis de esta población se extraerán todos los datos requeridos para trabajar en la presente investigación

4.3.2 Muestra

La muestra del presente estudio está conformada por 37 lotes de fruta utilizados en el proceso de producción.

4.3.3 Selección de muestra

El cálculo de la muestra se realizó por medio de un muestreo probabilístico aleatorio simple, en donde a través de la siguiente fórmula se seleccionó la muestra pertinente para el estudio.

Figura 2

Fórmula de cálculo de muestra

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

Ecuación Estadística para Proporciones poblacionales

n= Tamaño de la muestra
Z= Nivel de confianza deseado
p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)
q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)
e= Nivel de error dispuesto a cometer
N= Tamaño de la población

Fuente: Calculadora de muestras AEM, 2021.

En donde:

N: 50 lotes de fruta

Z: 95%

P: 50%

Q: 50%

e: 5%

Con ello se obtiene que el tamaño de muestra queda conformado por 37 lotes de fruta. Según Hernández (2018), en el muestreo probabilístico la elección del tamaño de muestra depende de la probabilidad de éxito y fracaso de la investigación, así como del nivel de confianza de esta.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas de investigación

Para el desarrollo del estudio, se emplearon técnicas de recolección de datos alineadas con el enfoque cuantitativo de la investigación. En primer lugar, se utilizó la observación estructurada para identificar las actividades y flujos operativos de la fábrica, permitiendo el mapeo inicial de procesos. Complementariamente, se aplicaron fichas de registro para cuantificar los desperdicios ecológicos en las áreas críticas, como el desperdicio de agua y de materia prima.

4.4.2 Instrumentos de investigación

Para la recolección de datos, se utilizaron instrumentos diseñados y validados por expertos en gestión ambiental e ingeniería industrial. Se emplearon fichas de registro estructuradas para documentar el consumo de recursos y la generación de desperdicios en cada etapa del proceso productivo. Estas fichas permitieron recopilar información cuantitativa sobre la huella hídrica y de carbono antes y después del desarrollo e implementación del modelo.

La validación de los instrumentos se llevó a cabo a través de la V de Aiken, para lo cual se realizó un juicio de expertos a través del uso de los formularios mostrados en el anexo 2. Es así como se obtuvo los resultados mostrados en las tablas 4 y 5.

Tabla 4

Validación del instrumento Ficha de registro de desperdicio de agua

ITEM	EXPERTOS					ACIERTOS	V de Aiken
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00

Tabla 5

Validación del instrumento Ficha de registro de desperdicio de materia prima

ITEM	EXPERTOS					ACIERTOS	V de Aiken
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00

Se precisa que los resultados obtenidos fueron los mismos para ambos instrumentos, por lo que se calculó una sola vez el valor de la V de Aiken. Esto se hizo a través de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{S}{n(c - 1)}$$

Donde:

S = Sumatoria de Si

Si = Valor asignado por el juez i

n = número de jueces

c = número de valoraciones en la escala (en este caso son 2)

$$\text{Por tanto, } V = \frac{5}{5(2 - 1)} = 1$$

Al ser $1 > 0.8$, se puede concluir que los instrumentos presentan claridad, pertinencia, coherencia, relevancia y suficiencia, con base en las respuestas del juicio de expertos.

Tras culminar la validación se procedió a evaluar la confiabilidad del instrumento, para lo cual se utilizó el análisis Test – Retest, que consistió en implementar un estudio piloto a la misma muestra en dos momentos distintos y comprobar su correlación a través del coeficiente de Pearson.

El procesamiento de la data se realizó a través de los resultados obtenidos en los test y retest mostrados en la tabla 6.

Tabla 6

Datos recolectados en el test y retest

N°	Desperdicio de agua (litros)		Desperdicio de materia prima (kg)	
	Test	Retest	Test	Retest
1	74	74	10.49	10.2
2	74	72	10.73	10.63
3	71	73	10.21	10.41
4	73	75	10.96	11.22
5	73	72	10.57	10.42

N°	Desperdicio de agua (litros)		Desperdicio de materia prima (kg)	
	Test	Retest	Test	Retest
6	76	75	10.94	10.76
7	71	70	10.98	10.81
8	74	77	10.6	10.78
9	72	71	10.95	10.84
10	70	67	10.59	10.33

Una vez recolectada la data se procedió a utilizar la fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \bar{X}^2][\sum_{i=1}^n Y_i^2 - n \bar{Y}^2]}}$$

Donde:

X = Datos tomados en el test de la prueba piloto.

Y = Datos tomados en el retest de la prueba piloto.

Es así como se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0.749 para la ficha de registro de desperdicio de agua, lo que, al encontrarse dentro del rango de 0.70 a 0.89, indica una correlación positiva alta, según los criterios de Bisquerra et al. (2004). Del mismo modo, la ficha de registro de desperdicio de materia prima presentó un coeficiente de 0.758, lo que reafirma la alta consistencia en las mediciones. En consecuencia, se concluye que ambos instrumentos poseen un nivel de confiabilidad adecuado para su aplicación en la investigación.

4.4.3 Análisis e interpretación de la información

El análisis e interpretación de la información se hizo a partir del uso de softwares específicos para cada momento de la investigación, por ejemplo, para el mapeo de procesos se hizo uso del programa Ms Visio; por otro lado, el E – VSM, Poka Yoke, Plan de Control, entre otras, se hizo a partir del uso del software Excel 365. En adición, se utilizó el software estadístico Minitab 2018 para contrastar la hipótesis. Además del software de uso libre Bizagi Process Modeler para el mapeo de procesos bajo la norma B.P.M.N (Business Process Modeling and Notation).

CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados Experimentales

5.1.1 Recolección de datos y mapeo de procesos

Con la finalidad de identificar sistemáticamente el funcionamiento de la empresa se realizó un mapeo de macroprocesos. Para cumplir con este propósito se identificaron las áreas funcionales dividiéndolas en procesos estratégicos, operativos y de apoyo. El resultado se muestra en la figura 3.

Figura 3

Mapa de Procesos



Tras ello, se propuso evaluar qué área funcional generaba un mayor impacto ambiental. Para esto, se realizó una reunión con la alta dirección y los gerentes de cada área, concluyendo que el estudio se realizaría en el área de Producción.

Una vez definida el área de acción, se mapearon todos los procesos pertenecientes a esta. Los resultados se presentan en las figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Figura 4

Mapeo del proceso de Selección y pesado

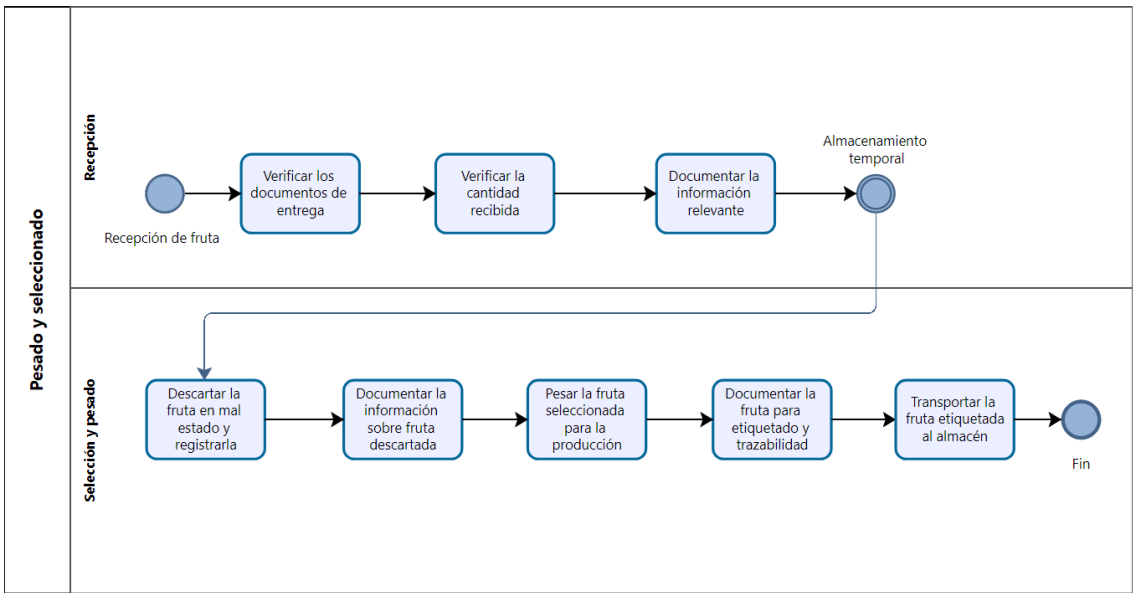


Figura 5

Mapeo del proceso de Lavado, desinfección y enjuagado

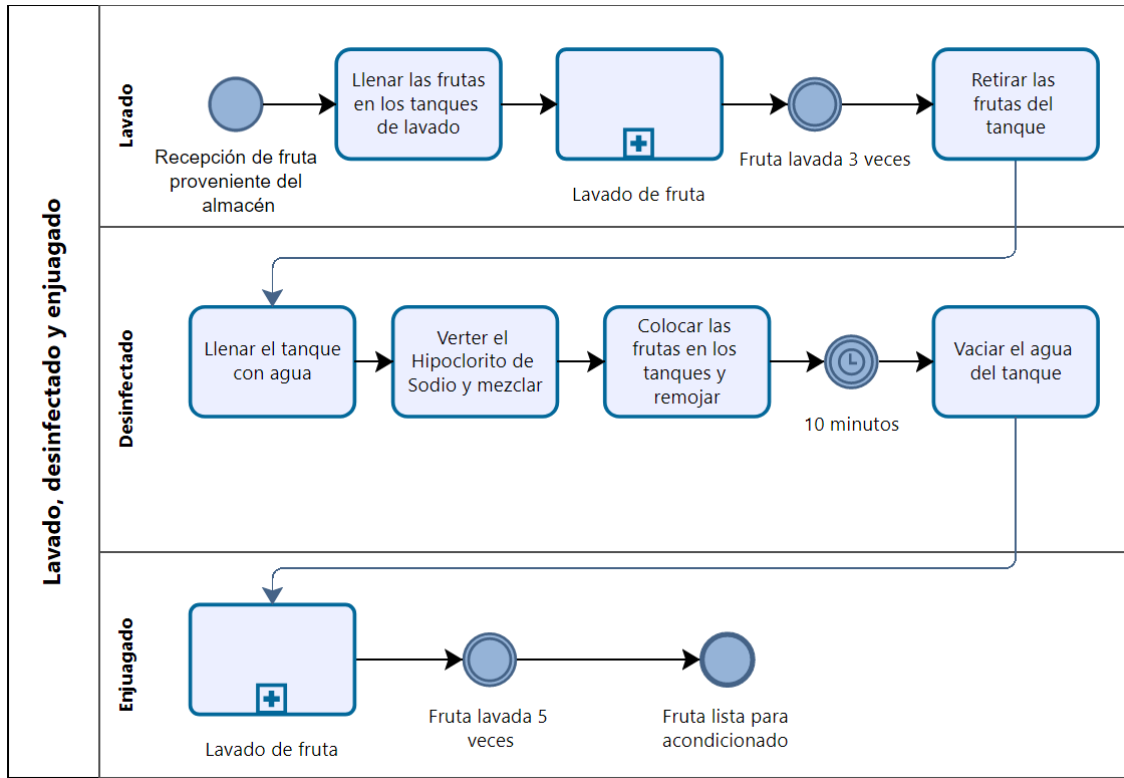


Figura 6

Mapeo del proceso de Acondicionado

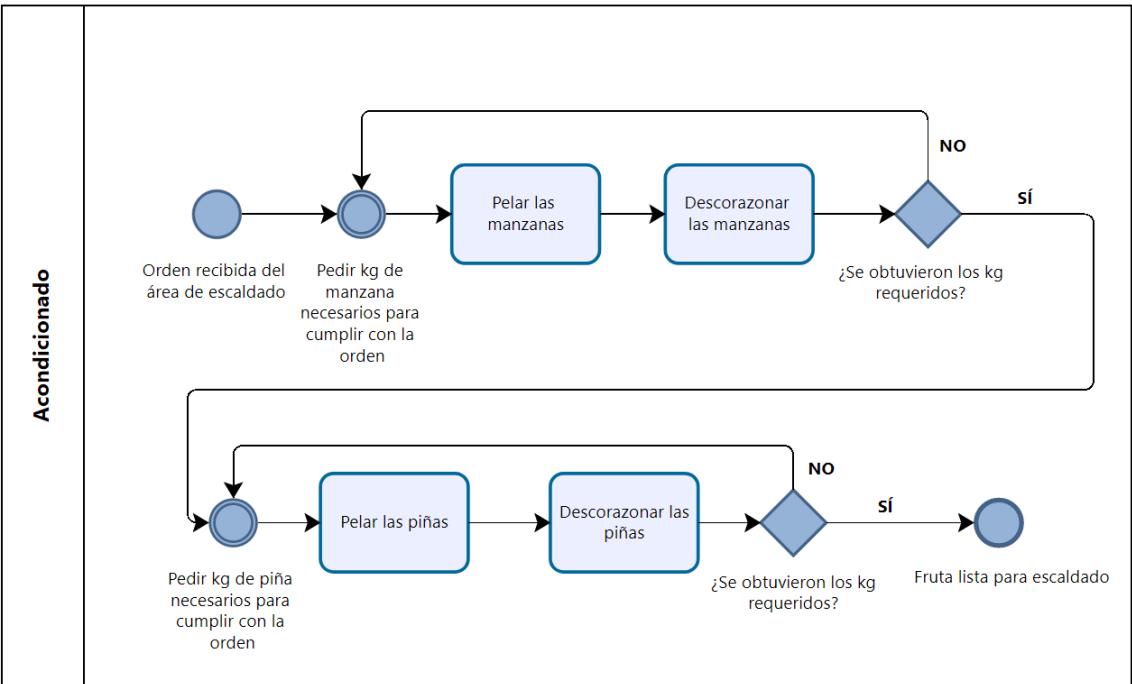


Figura 7

Mapeo del proceso de Escaldado

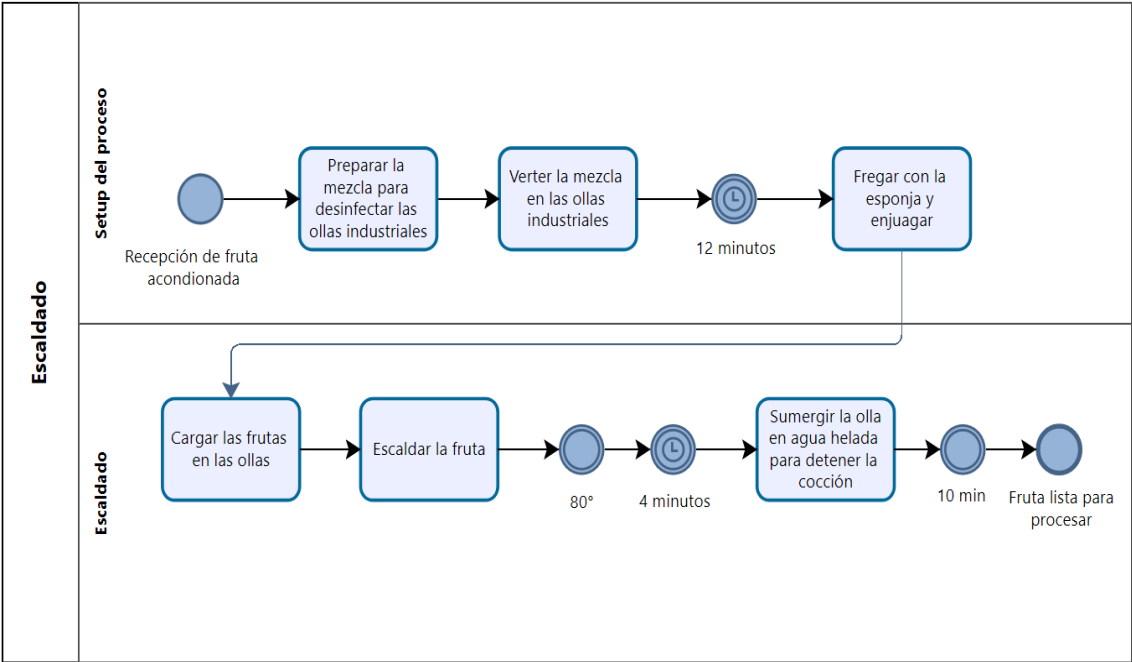


Figura 8

Mapeo del proceso de Procesado

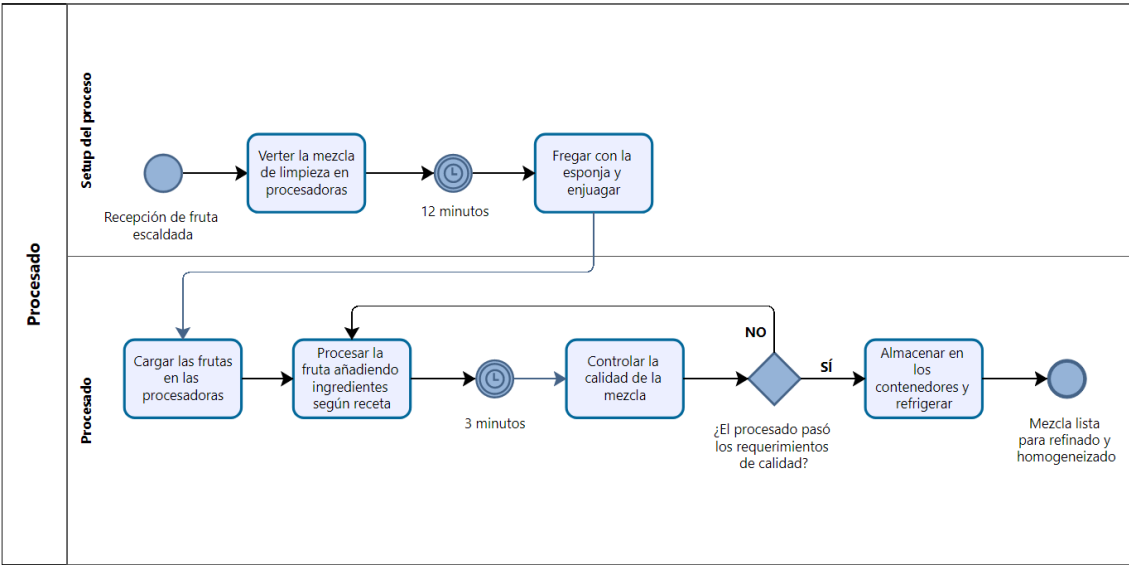


Figura 9

Mapeo del proceso de Refinado y Homogeneizado

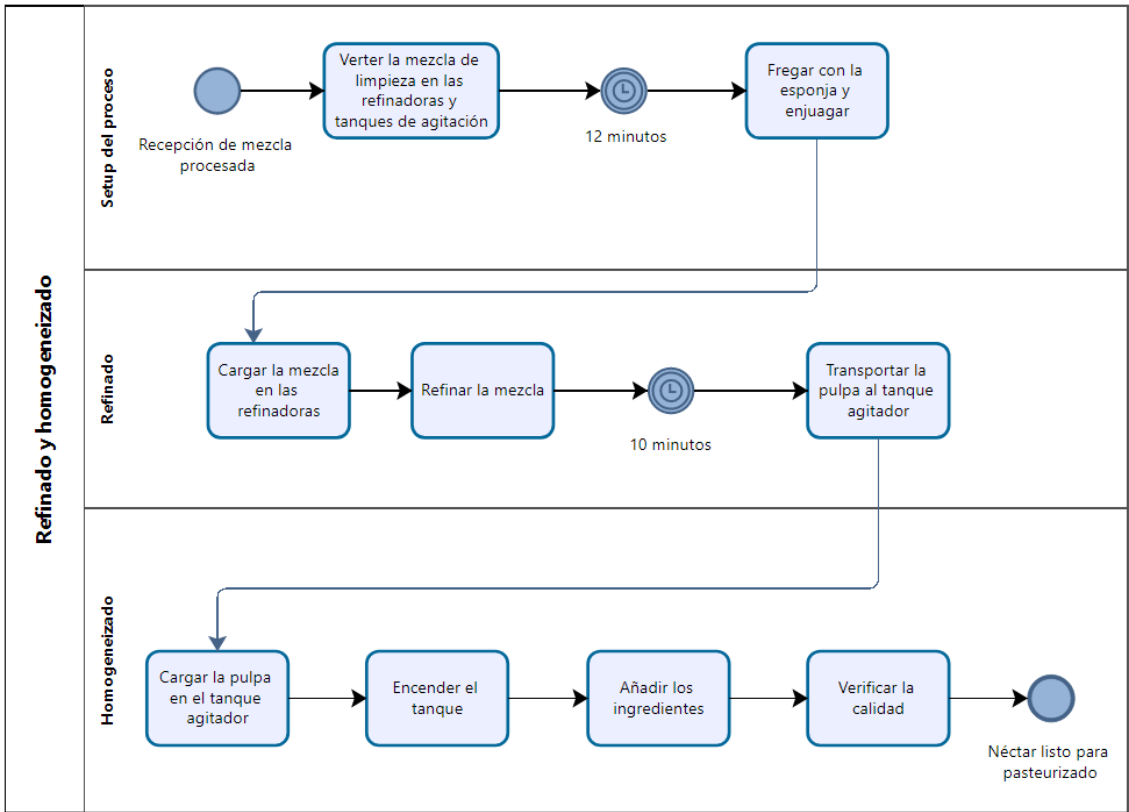


Figura 10

Mapeo del proceso de Pasteurizado

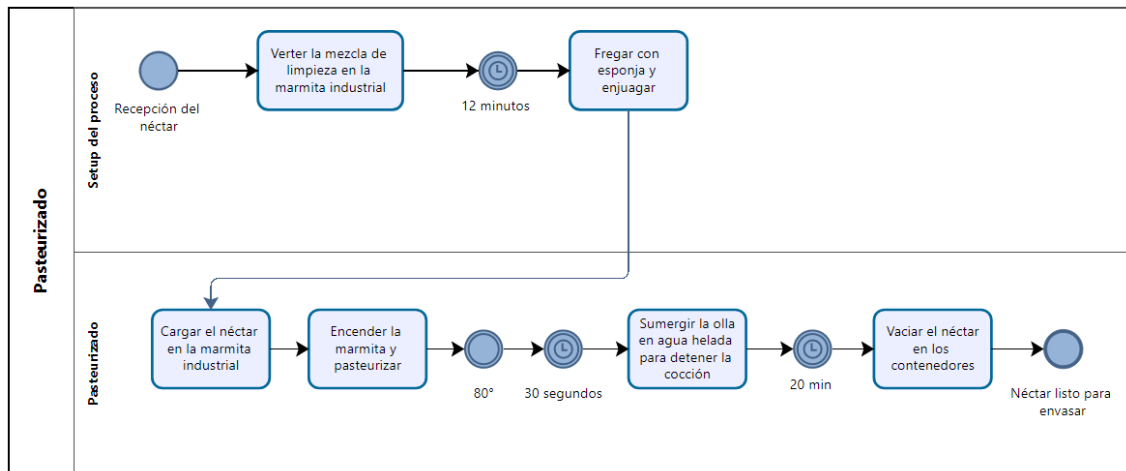
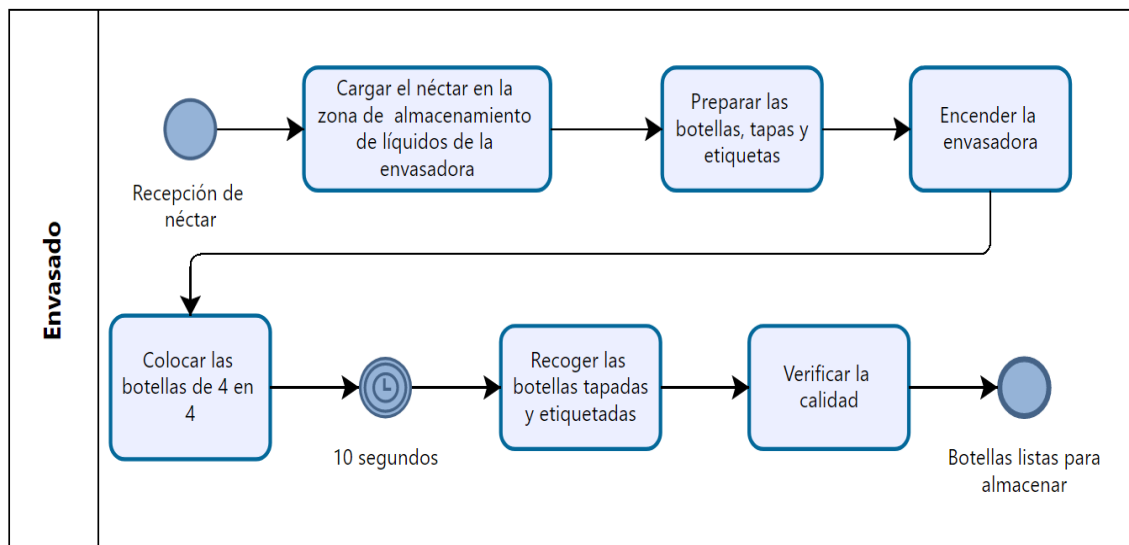


Figura 11

Mapeo del proceso de Envasado



Tras el mapeo de proceso se procedió a realizar una matriz de Análisis Modal de Falla y Efecto con la finalidad de identificar en cuál de estos se genera un mayor desperdicio ecológico.

Como se muestra en las tablas 7, 8 y 9 para el desarrollo del Análisis Modal de Falla y Efecto se plantearon 3 interrogantes que favorecerían la asignación de la Gravedad del fallo (G), la Ocurrencia (O) y la Facilidad de detección (D) para el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR).

Tabla 7.*Variable Gravedad*

Pregunta asignada	¿Qué tanto desperdicio ecológico cree que el fallo puede generar dentro del subproceso?	
Gravedad	Criterio	Puntuación
Muy baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine desperdicio ecológico real alguno en el subproceso.	1
Baja	El tipo de fallo genera una ligera cantidad de desperdicio ecológico en el subproceso. Sin embargo, está controlado.	2-3
Moderada	El fallo produce desperdicio ecológico, sin embargo, es subsanable.	4-6
Alta	El fallo puede generar desperdicio ecológico en gran cantidad.	7-8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial de generación de desperdicio muy crítico y en gran cantidad que involucra seriamente el incumplimiento de las normas reglamentarias ambientales.	9-10

Tabla 8*Variable Frecuencia*

Pregunta asignada	¿Con qué frecuencia se repite el fallo?	
Ocurrencia	Criterio	Puntuación
Muy baja	Ningún fallo se asocia al subproceso, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos en el subproceso. Es esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	El defecto aparece ocasionalmente en el subproceso. Probablemente aparecerá algunas veces.	4-6
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el subproceso.	7-8
Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Tabla 9*Variable Facilidad de detección.*

Pregunta asignada	¿Con qué facilidad se puede detectar el fallo?	
Detección	Criterio	Detección
Muy baja	El defecto es muy notorio. Resulta improbable que no sea detectado.	Muy baja
Baja	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	Baja
Moderada	El defecto es detectable, posiblemente se detecte en los últimos escalones de producción.	Moderada
Alta	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos.	Alta
Muy alta	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que pasará apercibido.	Muy alta

Tras la definición de criterios, se desarrolló la Matriz de Análisis Modal de Fallos y Efectos, la cual se muestra en la tabla 10.

Tabla 10

Análisis Modal de Falla y Efecto

MACROPROCESO	Fabricación de néctar de uña de gato con manzana y maca con piña						
OPERACIÓN / FUNCIONALIDAD	DESCRIPCIÓN DEL SUBPROCESO	MODO DE FALLO	EFECTO	G	O	D	NPR
Selección y pesado	Se selecciona la fruta que está en mejor estado y se pesa para identificar el kilaje de entrada	Descartar fruta en buen estado	Desperdicio de fruta	5	4	2	40
Lavado, desinfección y enjuagado	Se utiliza el hipoclorito de sodio como desinfectante para las frutas y cereales, luego se enjuaga con abundante agua.	Utilizar agua en exceso	Desperdicio de agua	4	7	8	224
Acondicionado	Se pelan las frutas y se les extrae el corazón	Pelar en exceso	Desperdicio de fruta acondicionada	6	8	6	288
		Descorazonar en exceso	Desperdicio de fruta acondicionada	6	8	6	288
Escaldado	Se suprimen las enzimas de la piña y la manzana, ambas frutas peladas y descorazonadas, se colocan en ollas industriales y se hierven hasta eliminar las últimas bacterias	Sobrehervir la fruta acondicionada	Desperdicio de combustible	8	2	7	112
Procesado	Se licua el producto haciendo uso de procesadoras industriales	Sobrepresar la fruta escaldada	Desperdicio de combustible	6	4	3	72
Homogeneizado	Se mezcla en la marmita industrial con la pulpa obtenida en un tanque con agitador, en donde se añade planta medicinal, edulcorantes naturales y aditivos	Sobremezclar los componentes	Desperdicio de combustible	5	4	3	60
Pasteurizado	Se busca reducir la carga bacteriana, por lo que se eleva la temperatura a 80°C durante 20 minutos y luego se enfría rápidamente	Calentar por más tiempo del requerido.	Desperdicio de combustible	9	2	7	126

Como se puede apreciar en la tabla 10, el NPR más alto lo obtuvieron los subprocesos de Lavado, desinfección y enjuagado y Acondicionado, ya que, si bien la gravedad del fallo no es alarmante, la ocurrencia y la facilidad de detección sí lo son.

Cabe recalcar que, a pesar de que el desperdicio de combustible genera un impacto ambiental más elevado que el de los otros tipos de desperdicio, los subprocesos que los generan están muy bien controlados. Por ejemplo, en el proceso de Escaldado o Pasteurizado, sobrehervir o calentar por más tiempo del requerido podría cambiar las propiedades de la mezcla, incidiendo directamente en el sabor, la conservación y el valor nutricional; por ello, tienen controles muy estrictos.

De esta manera, tras haber definido todos los aspectos previos, se detalló el acta de constitución del proyecto, el cual se muestra en las figuras 12, 13 y 14.

Figura 12

Project Charter Hoja 1

CONTROL DE VERSIONES					
CONTROL DE VERSIONES					
VERSIÓN	ELABORADA POR	REVISADA POR	APROBADA POR	FECHA	MOTIVO
1	Jorge Ortiz	Gerente de Producción	Gerente de Producción		Original

ACTA DE CONSTITUCIÓN	
NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
REDUCCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	COR01 - 01
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO (Descripción del producto, servicio: características, funcionalidades, soporte entre otros)	
Desarrollar e implementar un modelo basado en los enfoques Green y Lean para reducir los desperdicios ecológicos (agua y fruta) entregados por las áreas de Lavado, desinfección y enjuagado y Acondicionado a través de la mejora continua de los procesos. Durante la campaña 2022-II (De agosto a diciembre), la empresa encontró un aumento inusual y considerablemente alto de agua e inversión en materia prima; aunque en costos asociados no generaba una diferencia alarmante, el impacto ambiental sí se incrementaba preocupantemente, por lo que es necesario realizar este proyecto con la finalidad de reducirlo, y como meta a largo plazo, incrementar la sostenibilidad en los procesos. El proceso de mejora estará compuesto por las siguientes fases: FASE 01: Fase preliminar • Recolección de data relevante sobre la empresa. • Mapeo de procesos • AMFE FASE 02: Identificación de flujo y causas raíz • Mapeo mediante E – VSM • Aplicación de herramientas de análisis de problemas • Cálculo de impacto ambiental inicial	

Figura 13

Project Charter Hoja 2

FASE 03: Desarrollo e implementación de propuestas de mejora • Diseño de propuestas de mejora • Implementación de propuestas de mejora • Elaboración de Ficha Técnica de Indicadores FASE 04: Identificación de flujo tras mejoras y datos del proyecto • Mapeo mediante E - VSM • Cálculo de impacto ambiental final • Estandarización ENTREGABLES: • Project charter. • Cronograma del proyecto • Registros de desperdicio. • Minuta de Reuniones. • Documento de evaluación de planes de acción. • Informe final del proyecto.	
ALINEAMIENTO DEL PROYECTO	
1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA ORGANIZACIÓN	2. PROPOSITO DEL PROYECTO
La organización está orientada a la mejora continua y sostenibilidad de los procesos.	Reducir el impacto ambiental en el proceso de producción
4. OBJETIVOS DEL PROYECTO	
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	4. CRITERIOS DE ÉXITO DEL PRODUCTO
Reducir el desperdicio de agua en 40% con respecto a la campaña 2022 - II.	Cumplir con las fases y entregables de la descripción del producto.
Reducir el desperdicio de materia prima útil en un 25% respecto a la campaña 2022 - II.	El tiempo de ejecución del proyecto no debe ser mayor a 8 meses.

Figura 14

Project Chárter Hoja 3

EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO	
5. FASES DEL PROYECTO	6. PRINCIPALES ENTREGABLES
Gestión del Proyecto	Involucrada en todas las fases
Fase 01	Mapeo de macroprocesos, mapeo de procesos, AMFE y Project Charter.
Fase 02	Mapeo de Flujo de Valor Ambiental, Análisis de causas raíz, Cálculo del impacto ambiental inicial.
Fase 03	Diseño de mejoras, Prueba en entornos controlados, Implementación de mejoras.
Fase 04	Mapeo de Flujo de Valor Ambiental, Cálculo del impacto ambiental final, Estandarización de mejoras, Documentación de lecciones aprendidas.
7. INTERESADOS CLAVE (Persona u organización que está activamente involucrado en el proyecto o cuyos intereses pueden ser afectados positiva o negativamente por la ejecución del proyecto o por el producto que elabora)	
Gerente de Producción de [REDACTED]	
Área de logística de [REDACTED]	
Área de Operaciones de [REDACTED]	
8. RIESGOS (Evento o condición incierta que, si ocurriese, tiene un efecto positivo o negativo sobre los objetivos del proyecto)	
Falta de compromiso del personal de Producción.	
Parada de Planta.	
9. EQUIPO DEL PROYECTO	
Líder de Proyecto	Jorge Ortiz
Juicio experto	Por designar

5.1.2 Elaboración de E – VSM actual y análisis de la causa raíz

Continuando con la fase 2 del modelo se recolectó datos para la elaboración del Mapeo de Flujo de Valor Ambiental (E – VSM). Para el caso del área de lavado, desinfección y enjuagado, se encontró:

- **Cantidad de operarios:** 2, 3 y 2 operarios para el lavado, desinfectado y enjuagado respectivamente.
- **Tiempo de ciclo:** 15, 12 y 25 minutos para lavado, desinfectado y enjuagado respectivamente.
- **Tiempo disponible:** En la empresa se tiene 1 turno de 8:00 am a 5:00 pm, con 30 min para almorzar y dos suplementos de 15 minutos. Por lo tanto:

$$\text{Tiempo disponible} = (8.5 \text{ h} * 60 \text{ min} - 2 * 15 \text{ min}) * 60 \text{ seg} = 28800 \text{ seg}$$

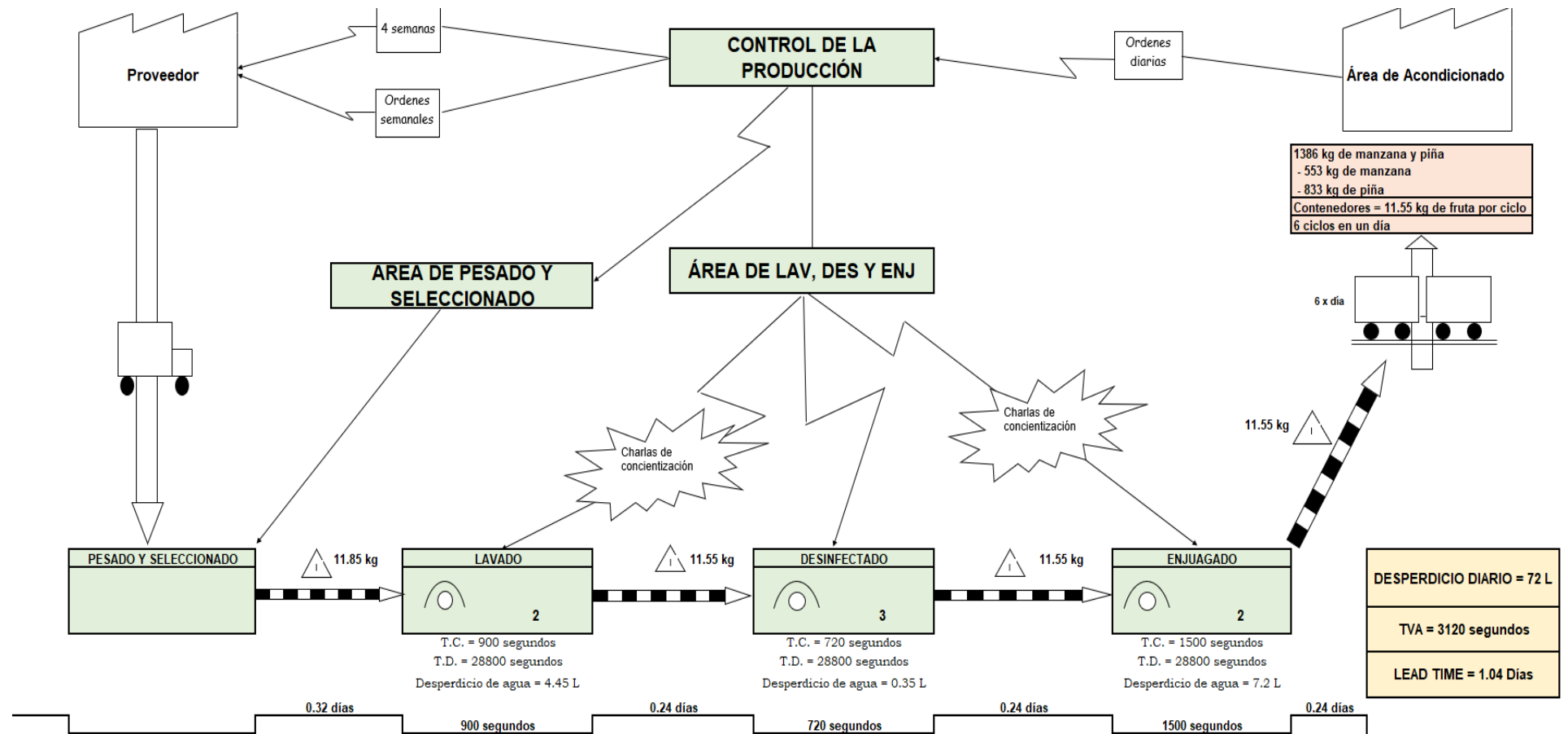
- **Desperdicio ecológico:** El desperdicio de agua se calculó con el medidor mediante la diferencia de cuánta agua se puede gastar en condiciones ideales, tratando de desperdiciar lo mínimo, pero sin afectar el flujo del proceso; y cuánta agua se gasta en condiciones normales.
- **Salida:** Es en promedio 11.55 kg/día entre ambas frutas, significa que la producción es variable.
- **Takt time:** Se tiene que entregar 70 kg/día, teniendo en cuenta que el tiempo disponible es 28800 segundos, el takt time vendría a ser:

$$\text{Takt time} = \frac{28800 \text{ seg/día}}{70 \text{ kg/día}} = 411.42 \text{ seg/kg}$$

Tras ello, se desarrolló el Mapeo de Flujo Valor Ambiental mostrado en la figura 15.

Figura 15

E – VSM actual área de Lavado, desinfección y enjuagado



Con respecto al área de Acondicionado se tiene:

- **Cantidad de operarios:** 3 operarios que se encargan de todos los subprocesos.
- **Tiempo de ciclo:** 5 y 10 minutos para el pelado y descorazonado de manzana, respectivamente; y 5 y 15 minutos para el pelado y descorazonado de piña.
- **Tiempo disponible:** En la empresa se tiene 1 turno de 8:00 am a 5:00 pm, con 30 min para almorzar y dos suplementos de 15 minutos. Por lo tanto:

$$Tiempo\ disponible = (8.5\ h * 60\ min - 2 * 15\ min) * 60\ seg = 28800\ seg$$

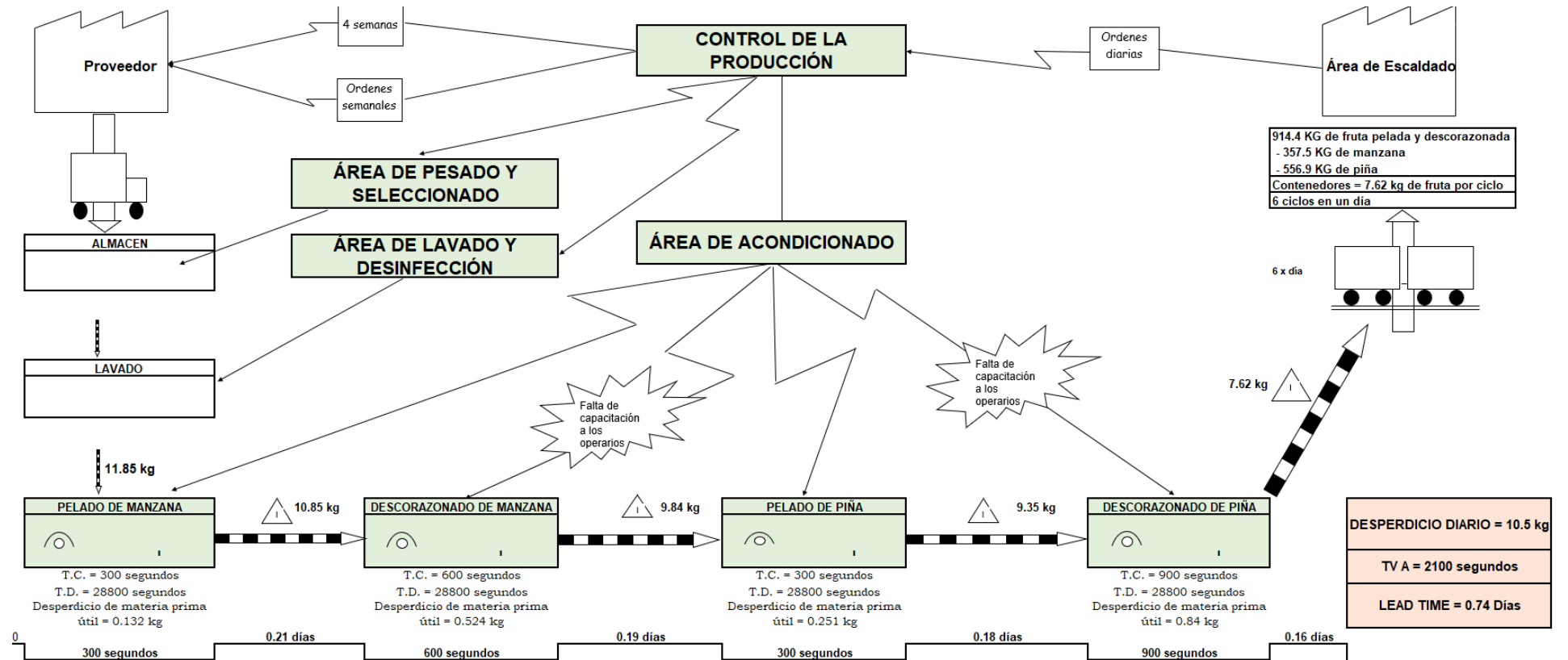
- **Desperdicio Ecológico:** El desperdicio de materia prima útil se calculó inspeccionando los residuos de los subprocesos, verificando si en la cáscara había pulpa que podría ser utilizada, de igual manera en los residuos del corazón de las frutas.
- **Salida:** Es en promedio 7.62 kg entre ambas frutas, significa que la producción es variable.
- **Takt time:** Mensualmente se tiene que entregar 45.72 kg/día, teniendo en cuenta que el tiempo disponible es 28800 segundos, el takt time vendría a ser:

$$Takt\ time = \frac{28800\ seg/día}{45.72\ kg/día} = 629.92\ seg/kg$$

Tras ello, se desarrolló el Mapeo de Flujo Valor Ambiental mostrado en la figura 16.

Figura 16

E – VSM actual área de Acondicionado



Tras la implementación del E – VSM se identificó que el área de lavado, desinfección y enjuagado generaba un desperdicio hídrico de alrededor de 1728 litros de agua al mes; del mismo modo, se identificó que el área de acondicionado generaba un desperdicio de fruta acondicionada de 252 kg mensuales.

Con el objetivo de cuantificar el impacto ambiental se utilizarán dos indicadores: la huella hídrica y la huella de carbono. De este modo, para el proceso de lavado, desinfección y enjuagado se tiene:

Tabla 11

Huella hídrica del proceso de lavado, desinfección y enjuagado

Subproceso	Litros utilizados en condiciones ideales (L/mes)	Litros utilizados en condiciones normales (L/mes)
Lavado	6912	7553
Desinfección	5184	5234
Enjuagado	11520	12557
Huella hídrica	23616	25344

Como se puede observar en la tabla 11, la huella hídrica es un 7.32% más alta debido al desperdicio de agua.

Para el proceso de Acondicionado, se utilizó la huella de carbono como indicador principal del impacto ambiental, por lo que se tiene:

Tabla 12

Huella de carbono del proceso de acondicionado

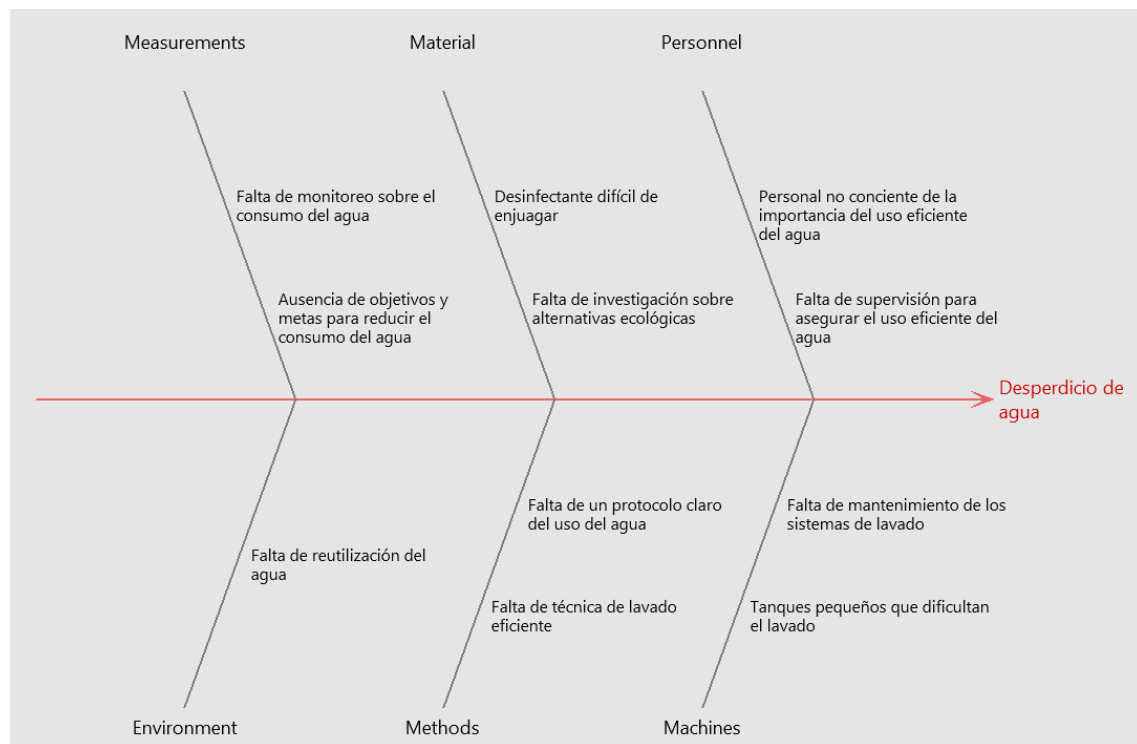
Subproceso	Desperdicio de materia prima útil (toneladas/mes)	Huella de carbono (kgCO ₂ eq / toneladas)
Pelado de manzana	0.02	1.10
Descorazonado de manzana	0.08	4.38
Pelado de piña	0.04	3.93
Descorazonado de piña	0.12	13.15
Total	0.25	22.56

Según Romagnoli (2022) la huella de carbono aproximada de la manzana es de 40 kgCO₂eq/tonelada, mientras que la de la piña es de 75 kgCO₂eq/tonelada. Sin embargo, en el caso del estudio, este número es mayor, puesto que el desperdicio es de manzana ya seleccionada, pesada, lavada, desinfectada y enjuagada; por lo que su huella de carbono se incrementa en un 45% aproximadamente debido a dichos procesos. Es así como se obtuvo que el desperdicio genera 22.56 kgCO₂eq adicionales.

Tras el cálculo del impacto ambiental se procedió a utilizar la herramienta del Diagrama de Ishikawa en el proceso de lavado, desinfección y enjuagado para identificar cuál podría ser la causa generadora del desperdicio de agua. Para esto, se utilizó el software Minitab 2018. El resultado se muestra en la figura 17.

Figura 17

Diagrama de Ishikawa del proceso de Lavado, desinfectado y enjuagado

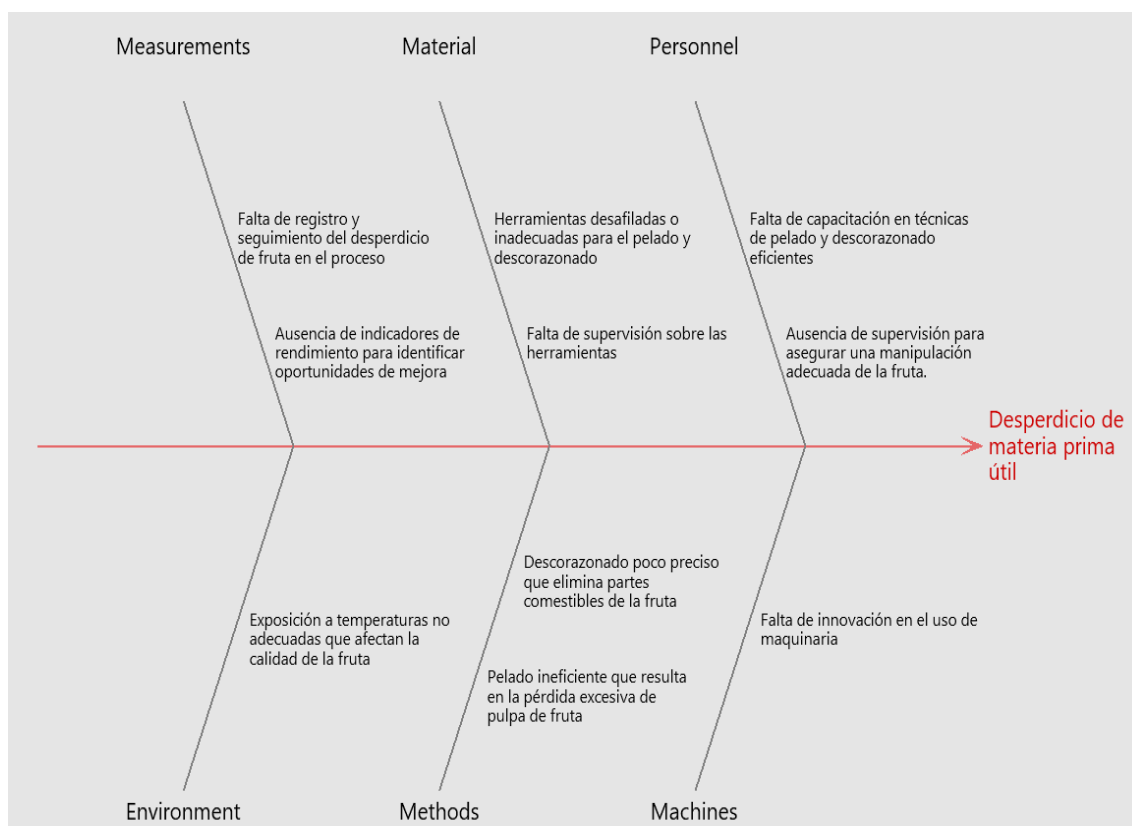


Tras la elaboración del diagrama se identificó que la causa raíz era la falta de control y monitoreo en el proceso, el método inadecuado de limpieza y la falta de conciencia por parte de los empleados.

Del mismo modo, se aplicó el diagrama de Ishikawa al proceso de acondicionado. El resultado se muestra en la figura 18.

Figura 18

Diagrama de Ishikawa del proceso de acondicionado



Tras la elaboración del diagrama se identificó que la causa raíz era el método inapropiado de trabajo, los materiales en estado no óptimo y la falta de innovación en el uso de maquinaria.

Para ambos procesos, es relevante destacar la presencia de otras causas que, al ser abordadas, pueden tener un impacto más significativo en la reducción del desperdicio. Sin embargo, se optó por priorizar la resolución de aquellas causas en las que la implementación de soluciones no represente una carga financiera excesivamente alta para la organización.

5.1.3 Desarrollo e implementación de mejoras

Con la finalidad de obtener propuestas de mejora significativas se realizó una sesión de brainstorming entre los participantes del proyecto y las partes interesadas. Como resultado, se obtuvo las conclusiones presentadas en la tabla 13.

Tabla 13

Propuestas de Mejora

Proceso	Causa raíz	Solución/Herramienta
Lavado, desinfección y enjuagado	Falta de control y monitoreo en el proceso	Poka Yoke
	Método inadecuado de limpieza	Poka Yoke
	Falta de conciencia por parte de los empleados	Charlas de concientización
Acondicionado	Método inapropiado de trabajo	Poka Yoke
	Materiales en estado no óptimo	Tablero de Control
	Falta de innovación en uso de maquinaria	Búsqueda y adquisición

De este modo se modificó el método de trabajo en el área de lavado, desinfección y enjuagado a través del uso de Poka Yoke, una herramienta del enfoque Lean para prevenir errores inadvertidos y asignar monitoreo de actividades.

Figura 19

Poka Yoke N°1

Poka Yoke N°1	
Proceso:	Lavado, desinfección y enjuagado
Problema:	Al momento de realizar el lavado y enjuagado de las frutas, se desperdicia una cantidad considerable de agua.
Solución:	Modificar el método de trabajo y añadir momentos de control y monitoreo.
Mejora Clave:	Rediseño del método de trabajo
Descripción del proceso: La fruta se carga en tanques de lavado, posteriormente se utilizan rociadores para quitar la suciedad. El problema yace en que estos se mantienen abiertos mientras se lava la fruta y muchas veces el agua rebalsa el tanque generando desperdicio en cada lavada. Teniendo en cuenta que se realizan 8 lavadas por ciclo, el desperdicio se acumula considerablemente	
Antes de mejora:	Después de mejora:
Los operarios reciben la fruta, la cargan en los tanques de lavado y comienzan a rociar agua a gran potencia, este proceso se repite 3 veces. Al ver que el agua en el tanque empieza a estar libre de suciedad, descargan las frutas, llenan el tanque a razón de 3 litros/kg y vierten el desinfectante (solución de hipoclorito de sodio a 15 ppm). Tras 10 minutos, se repite el proceso de lavado, con la diferencia de que ahora son 5 pasadas.	Los operarios reciben la fruta, la cargan en los tanques de lavado y rocían agua a gran potencia hasta que el agua esté 15 cm de rebalsar el tanque; en este punto, comienzan a remover las frutas con movimiento ondulatorio, tras ello se descarga el agua y se repite el proceso 3 veces. Posteriormente se llena el tanque a razón de 3 litros/kg y se vierte el desinfectante (solución de hipoclorito de sodio a 10 ppm). Tras 10 minutos se repite el proceso de lavado 5 veces.

A través de la implementación del Poka Yoke N°1 resumido en la cartilla de la figura 19, se incidió positivamente en la falta de control y el método de trabajo inadecuado. Esto, en complemento con las charlas de concientización, generaron una reducción significativa del desperdicio de agua. Asimismo, se estableció un indicador que

permitiría monitorear y medir el rendimiento del proceso en cuanto al aspecto medioambiental.

Tabla 14

Ficha técnica de indicador N°1

FICHA TÉCNICA DE INDICADOR N°1					
Identificación y Caracterización del Indicador					
Proceso	Lavado, desinfección y enjuagado		Objetivo del Proceso	Lavar, desinfectar y enjuagar la fruta	
Factor Crítico de Éxito del proyecto	Reducir el desperdicio de agua				
Nombre Indicador	Desperdicio de agua		Tipo de Indicador	Desperdicio	
Rango de Gestión					
Crítico	Mayor a 72 litros al día	Riesgoso	Mayor a 60, pero menor a 72 litros al día	Adecuado	Menor a 60 litros al día
Método de Cálculo del Indicador					
Instrumento de registro de Información	Registro de desperdicio de agua				
Unidad de Medida	Litros	Periodicidad de Reporte	Semanal	Periodicidad de Recolección	Semanal
Responsables del Indicador					
Responsable de Elaboración	Encargado del área de Lavado, Desinfección y Enjuagado		Responsable de Toma de Acciones	Supervisor de producción	
Parte Interesada en Conocer el Resultado	Alta dirección		Normativa / Ente Regulador Asociado		

En el caso del proceso de Acondicionado, del mismo modo, se aplicó la herramienta Poka Yoke. Los resultados se muestran en la figura 20 y 21.

Figura 20

Poka Yoke N°2

Poka Yoke N°2

Proceso:	Descorazonado de Manzana	Prevención del error:	No programada
Problema:	Técnica deficiente que genera desperdicio de pulpa a raíz de cortes imprecisos.	Parada:	No programada
Solución:	Proponer una técnica más eficiente, una en la que se reduzca la probabilidad de cortar de más.	Detección del error:	Incremento de desperdicio
Mejora Clave:	Capacitar adecuadamente a los operarios en esta nueva técnica y controlar que se esté adoptando el cambio.	Control:	Monitoreo cada 35 minutos para ver si se está cumpliendo el nuevo método de trabajo.
		Alarma:	No programada
Descripción del proceso: La manzana pelada llega a manos de los operarios, estos se encargan de quitarle el corazón. Sin embargo, con la técnica utilizada inicialmente, se desperdicia fruta.			
Antes de mejora:		Después de mejora:	
Los operarios encargados de descorazonar la manzana empiezan haciendo un corte triangular en la parte superior, posteriormente introducen el cuchillo por cada uno de los lados del triángulo. Finalmente empujan con el dedo el centro para sacar el corazón. Sin embargo, muchas veces, aún quedan restos de corazón en la pulpa. Por lo que tienen que raspar lo restante introduciendo el cuchillo por el hueco que atraviesa a la fruta por el centro. Esto, sumado a la probabilidad de hacer un triángulo muy grande, genera aún más desperdicio de fruta.		Los operarios cortan la manzana en cuatro, haciendo dos cortes en forma de cruz desde la parte superior, posteriormente quitan lo que resta de corazón de cada una de las partes, que por lo general son los extremos de cada una. El resultado final es la pulpa adecuadamente descorazonada y con muy poco porcentaje de desperdicio	

Figura 21

Poka Yoke N°3

Poka Yoke N°3			
Proceso:	Descorazonado de Piña	Prevención del error:	No programada
Problema:	No se tienen las condiciones óptimas para realizar la operación de descorazonar (hace falta un instrumento específico). El uso del cuchillo genera un porcentaje de desperdicio considerable.	Parada:	No programada
		Detección del error:	Incremento de desperdicio
Solución:	Proveer a los operarios de un instrumento específico y capacitarlos en su uso.	Control:	Monitoreo cada 35 minutos para ver si se está cumpliendo el nuevo método de trabajo.
Mejora Clave:	Proporcionar el descorazonador	Alarma:	No programada
Descripción del proceso: La piña pelada llega a manos de los operarios, estos se encargan de quitarle el corazón a la piña. Sin embargo, al utilizar el cuchillo para cortar la piña en trozos y luego quitarle el corazón, se pierde mucha fruta y tiempo.			
Antes de mejora:		Después de mejora:	
Los operarios reciben la piña pelada, toman el cuchillo y la cortan en varias partes, posteriormente sacan el corazón de cada uno de los trozos. Sin embargo, esta técnica no es eficiente en la piña, esto debido a que la piña es mucho más grande que la manzana, al cortar quedan al rededor de 8 trozos, quitarle el corazón a cada uno de ellos desperdicia fruta y tiempo		Los operarios reciben la piña pelada, la sujetan con fuerza e introducen el descorazonador por la parte de arriba girando lentamente. Lo que hace esta herramienta es sacar la pulpa cortándola como si fuera una espiral dejando el corazón como si fuera un tallo. En el caso de la manzana no es viable, ya que por el mismo tamaño de la manzana, el descorazonador termina desperdiciando mucha más pulpa.	

A través de la aplicación del Poka Yoke resumido en las cartillas se logró incidir directamente en las causas raíz. Adicionalmente, se implementó en la planta de trabajo

Instrumento para recolección	Excel de Grabación de residuos				
Unidad de Medida	Porcentaje	Periodicidad de Reporte	Semanal	Periodicidad de Recolección	Diario
Responsables del Indicador					
Responsable de Elaboración	Analista de ingeniería		Responsable de Toma de Acciones	Supervisor de producción	
Parte Interesada en Conocer el Resultado	Alta dirección		Normativa / Ente Regulador Asociado		

5.1.4 Elaboración de E – VSM futuro y estandarización

Tras la prueba de las mejoras en entornos controlados y su posterior implementación se procedió a elaborar el Mapeo de Flujo de Valor Ambiental futuro. Con respecto al proceso de lavado, desinfección y enjuagado, se definieron los siguientes criterios:

- **Cantidad de operarios:** 2, 3 y 2 operarios para el lavado, desinfectado y enjuagado respectivamente.
- **Tiempo de ciclo:** 16, 12 y 27 minutos lavado, desinfectado y enjuagado respectivamente.
- **Tiempo disponible:** En la empresa se tiene 1 turno de 8:00 am a 5:00 pm, con 30 min para almorzar y dos suplementos de 15 minutos. Por lo tanto:

$$\text{Tiempo disponible} = (8.5 \text{ h} * 60 \text{ min} - 2 * 15 \text{ min}) * 60 \text{ seg} = 28800 \text{ seg}$$

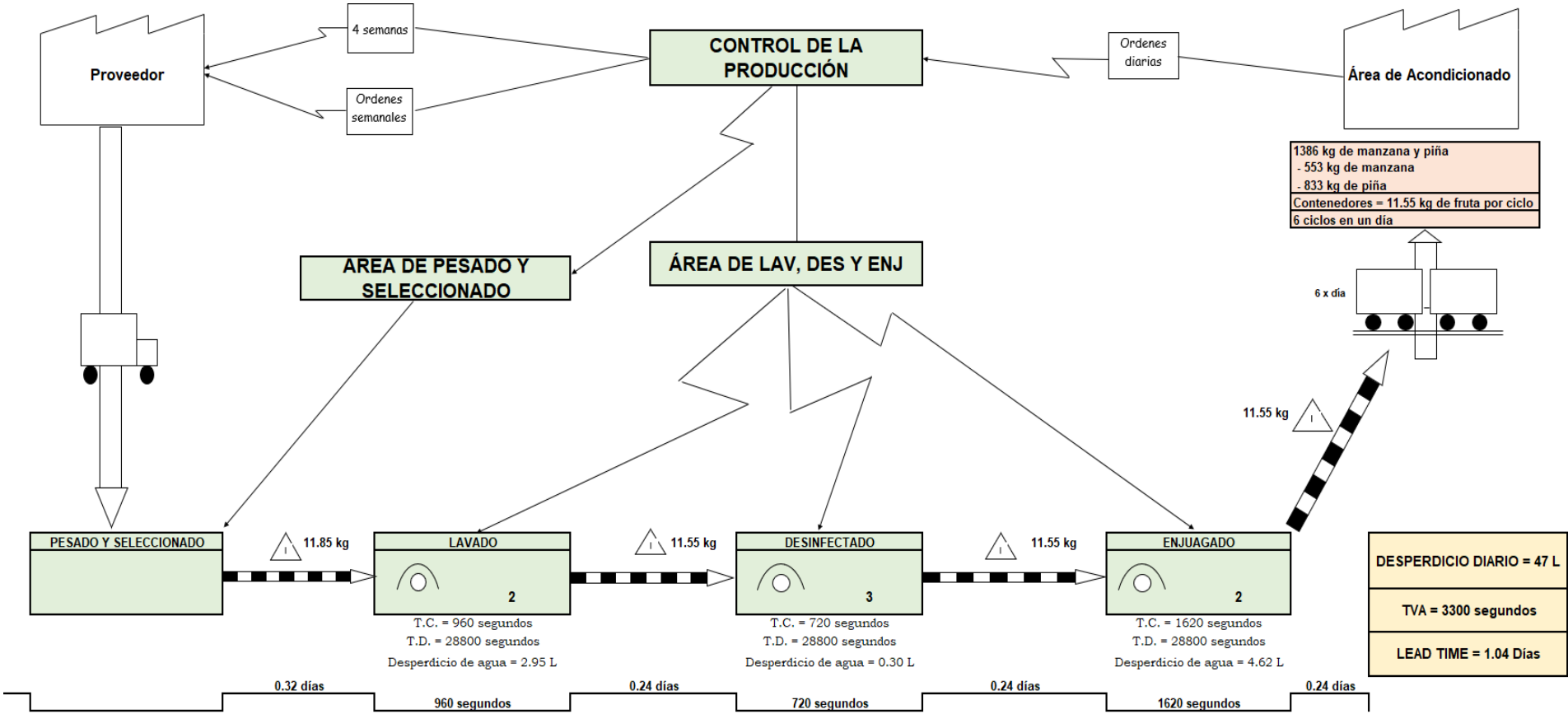
- **Desperdicio ecológico:** El desperdicio de agua se calculó con el medidor mediante la diferencia de cuánta agua se puede gastar en condiciones ideales, tratando de desperdiciar lo mínimo, pero sin afectar el flujo del proceso; y cuánta agua se gasta en condiciones normales.
- **Salida:** La salida es variable, en promedio asciende a 11.55 kg por día entre ambas frutas.
- **Takt time:** Se tiene que entregar 70 kg/día, teniendo en cuenta que el tiempo disponible es 28800 segundos, el takt time vendría a ser:

$$\text{Takt time} = \frac{28800 \text{ seg/día}}{70 \text{ kg/día}} = 411.42 \text{ seg/kg}$$

Tras ello, se desarrolló el Mapeo de Flujo Valor Ambiental mostrado en la figura 23.

Figura 23

E – VSM futuro área de Lavado, desinfección y enjuagado



Con respecto al área de Acondicionado se tiene:

- **Cantidad de operarios:** 3 operarios que se encargan de todos los subprocesos.
- **Tiempo de ciclo:** 5 y 12 minutos para el pelado y descorazonado de manzana, respectivamente; y 5 y 18 minutos para el pelado y descorazonado de piña.
- **Tiempo disponible:** En la empresa se tiene 1 turno de 8:00 am a 5:00 pm, con 30 min para almorzar y dos suplementos de 15 minutos. Por lo tanto:

$$Tiempo\ disponible = (8.5\ h * 60\ min - 2 * 15\ min) * 60\ seg = 28800\ seg$$

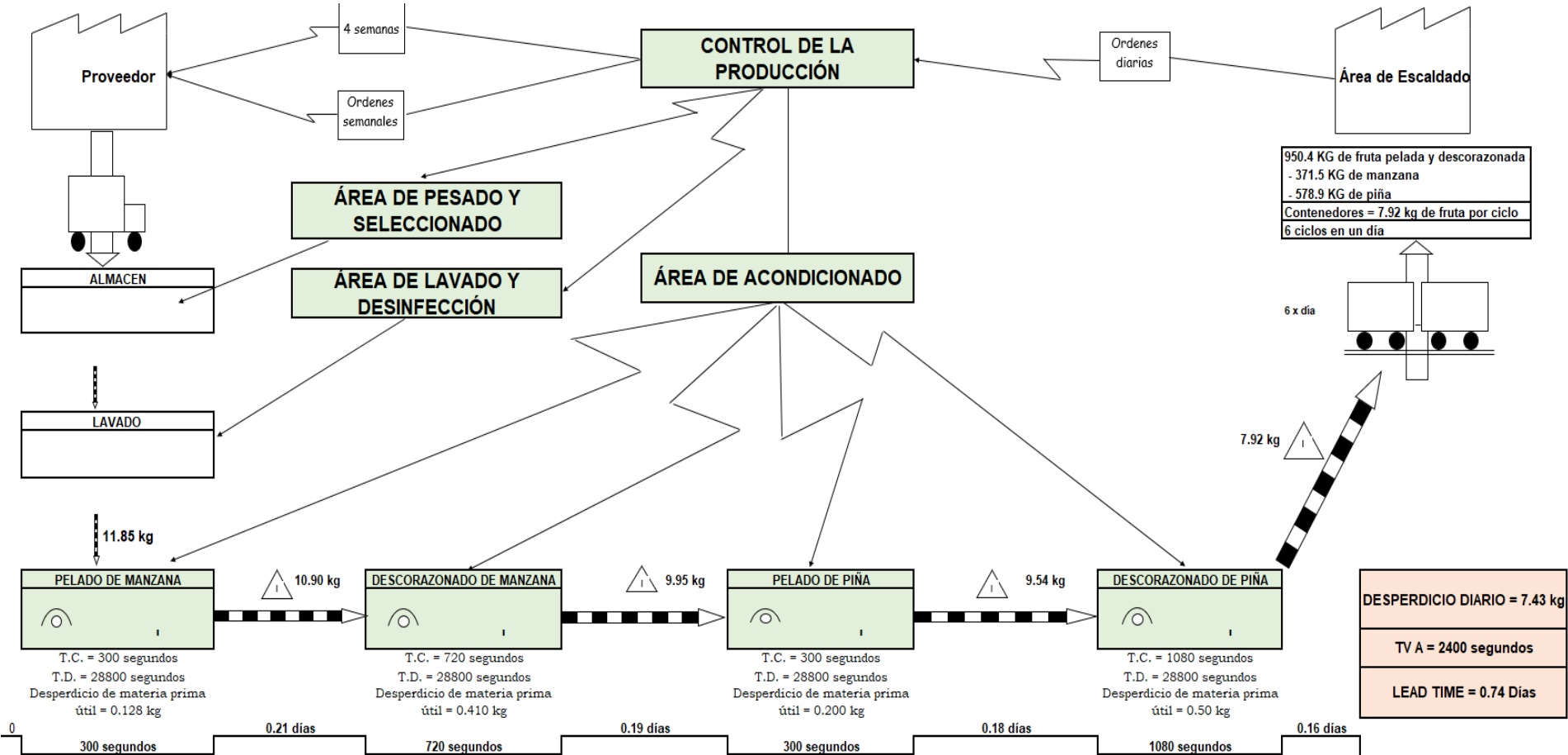
- **Desperdicio Ecológico:** El desperdicio de materia prima útil se calculó inspeccionando los residuos de los subprocesos, verificando si en la cáscara había pulpa que podría ser utilizada, de igual manera en los residuos del corazón de las frutas.
- **Salida:** La salida es variable, en promedio asciende a 7.62 kg por día entre ambas frutas.
- **Takt time:** Se tiene que entregar 45.72 kg/día, teniendo en cuenta que el tiempo disponible es 28800 segundos, el takt time vendría a ser:

$$Takt\ time = \frac{28800\ seg/día}{45.72\ kg/día} = 629.92\ seg/kg$$

Tras ello, se desarrolló el Mapeo de Flujo Valor Ambiental mostrado en la figura 24.

Figura 24

E – VSM actual área de Acondicionado



A continuación, se procedió a hallar el impacto ambiental final de los procesos, para lo cual se usó los mismos indicadores utilizados anteriormente. Los resultados se pueden visualizar en las tablas 16 y 17.

Tabla 16

Huella hídrica del proceso de lavado, desinfección y enjuagado

Subproceso	Litros utilizados en condiciones ideales al mes	Litros utilizados en condiciones normales al mes
Lavado	6912	7336
Desinfección	5184	5227
Enjuagado	11520	12180
Huella hídrica	23616	24743

Como se puede observar en la tabla 17, la huella hídrica es un 4.77% más alta debido al desperdicio de agua en contraste con el 7.32% obtenido inicialmente.

Del mismo modo con el proceso de Acondicionado.

Tabla 17

Huella de carbono del proceso de acondicionado

Subproceso	Desperdicio de materia prima útil (toneladas/mes)	Huella de carbono (kgCO ₂ eq / toneladas)
Pelado de manzana	0.02	1.07
Descorazonado de manzana	0.06	3.42
Pelado de piña	0.03	3.13
Descorazonado de piña	0.07	7.83
Total	0.18	15.46

En contraste con la huella de carbono inicial del desperdicio equivalente a 22.56 kgCO₂eq, tras la implementación de mejoras se logró reducirlo a 15.46, es decir, un 31.50%.

Finalmente, tras el éxito de los resultados, se estableció un plan de control para estandarizar las mejoras.

Figura 25

Plan de control

PLAN DE CONTROL							
Número:	X		Elaborado por:	Jorge Ortiz			
Planta:			Aprobado por:	Fecha:			
Parámetro	Características	Requerimientos	Herramienta	Evaluación	Frecuencia	Encargado	Reglas de decisión/Acciones
Desperdicio de agua	Cantidad agua desperdiciada	Menor a 60 litros al mes	Monitoreo Poka Yoke	Litros	Bimestral	Encargado del área de lavado, desinfección y enjuagado	Inspeccionar el método de trabajo y ajustarlo en caso de que sea necesario.
Desperdicio de manzana	Cantidad de materia prima útil de manzana	Menor a 55 kg de desperdicio semanal	Monitoreo Poka Yoke	Kilogramos	Mensual	Encargado del área de acondicionado	Aumento de control e inspección, verificación de que se esté utilizando el nuevo método. Revisar el tablero de control constantemente
Desperdicio de piña	Cantidad de materia prima útil de piña	Menor a 55 kg de desperdicio semanal	Monitoreo Poka Yoke	Kilogramos	Mensual	Encargado del área de acondicionado	Aumento de control e inspección, verificación de que se esté utilizando el nuevo método. Revisar el tablero de control constantemente

5.2 Resultados Descriptivos

A continuación, se presentan los resultados descriptivos de la investigación. En la tabla 18 se puede visualizar la mejora progresiva de la reducción de desperdicio de agua en el área de lavado, desinfección y enjuagado.

Tabla 18

Huella hídrica antes y después de las mejoras

	Uso de agua en el semestre 2022 - II			Uso de agua en el semestre 2023 - I		
	Lavado	Desinfección	Enjuagado	Lavado	Desinfección	Enjuagado
Semana 01	1876	1305	3141	1836	1305	3045
Semana 02	1896	1309	3135	1831	1307	3047
Semana 03	1888	1312	3139	1832	1305	3042
Semana 04	1893	1308	3142	1837	1310	3046
Huella hídrica	25344			24743		

Como se puede ver en la tabla 19, la huella hídrica se redujo en un 2.37% gracias a las mejoras implementadas, asimismo, comparando las figuras 15 y 23, se puede apreciar que el desperdicio diario de agua se redujo en 34.72%.

Tabla 19*Desperdicio de materia prima útil antes y después de las mejoras*

	Desperdicio de materia prima útil 2022 - II				Desperdicio de materia prima útil 2023 - I			
	Pelado de manzana	Descorazonado de manzana	Pelado de piña	Descorazonado de piña	Pelado de manzana	Descorazonado de manzana	Pelado de piña	Descorazonado de piña
Semana 01	4.88	18.87	9.05	30.18	4.67	14.82	7.15	18.07
Semana 02	4.72	18.95	9.06	30.25	4.61	14.76	7.23	17.98
Semana 03	4.75	18.85	9.02	30.32	4.59	14.79	7.22	18.02
Semana 04	4.66	18.79	9.01	30.21	4.56	14.67	7.20	17.93
Total	251.57				178.27			

Como se puede visualizar en la tabla 19, el desperdicio de materia prima en el semestre 2023 - I se redujo en un 29.13% respecto al semestre 2022 – II. Asimismo, comparando las tablas 12 y 17 se puede verificar que el impacto ambiental medido a través de la huella de carbono se redujo en un 31.50%, lo que en definitiva muestra que la implementación de las mejoras tuvo éxito.

5.3 Resultados inferenciales

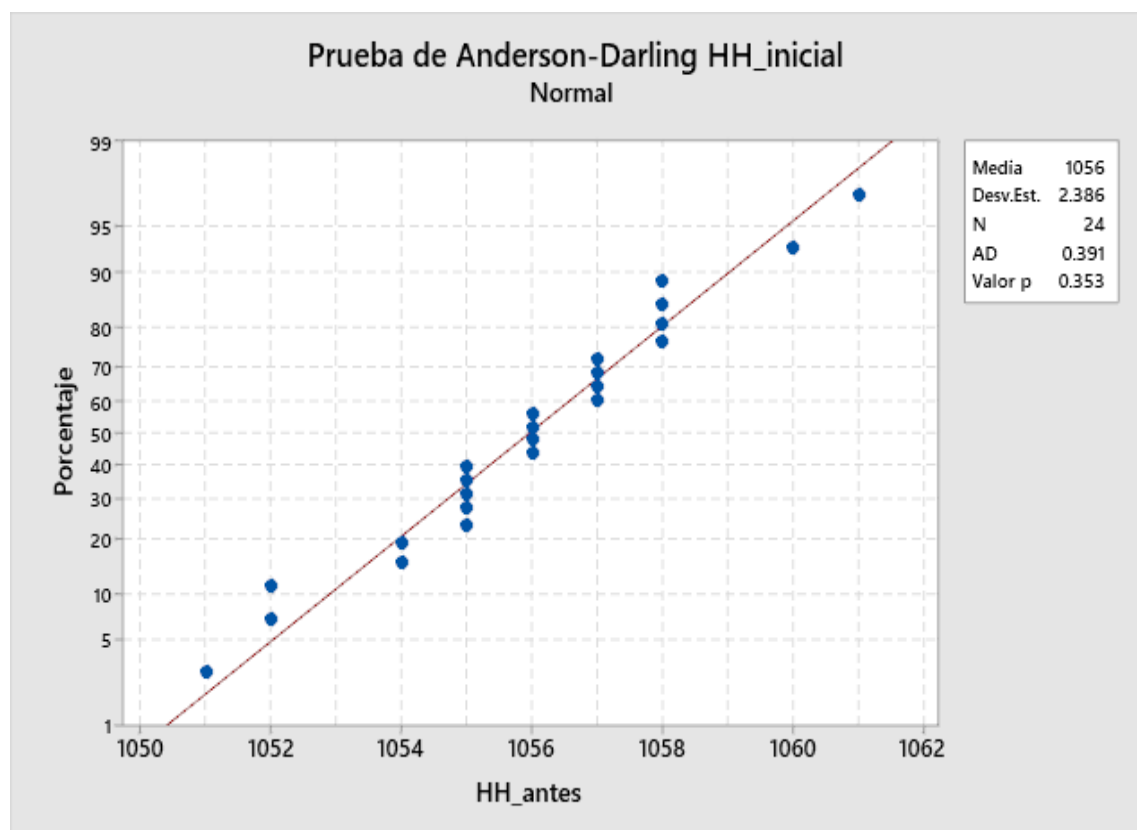
5.3.1 Pruebas de Hipótesis

El presente trabajo de investigación giró en torno a la hipótesis “La implementación del modelo Green Lean reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú.”. Para su contrastación se hizo uso del software estadístico MINITAB 2019.

El impacto ambiental fue medido a través de dos indicadores: huella hídrica (HH) y huella de carbono (HC). Es así que en primera instancia se realizará una prueba de Anderson – Darling para hallar la distribución paramétrica o no paramétrica de los datos.

Figura 26

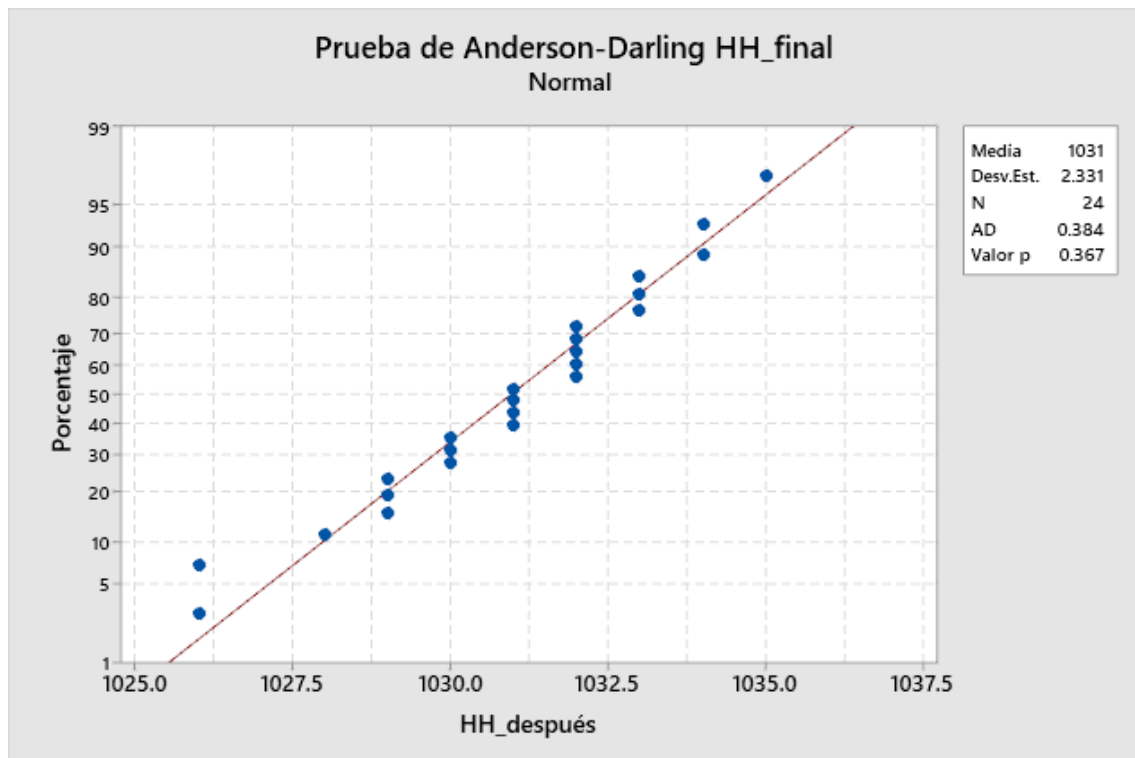
Distribución de los datos de huella hídrica inicial



Como se puede observar en la figura 27, los datos de la huella hídrica antes de la implementación de las mejoras tienen una media de 1056 litros con una desviación estándar de 2.386 litros y un valor p de 0.353, lo que indica que presentan una distribución normal.

Figura 27

Distribución de los datos de huella hídrica final



Como se puede observar en la figura 27, los datos de la huella hídrica después de la implementación de las mejoras tienen una media de 1031 litros con una desviación estándar de 2.331 litros y un valor p de 0.367, lo que indica que presentan una distribución normal.

Tras comprobar la distribución normal de los datos se procedió a elegir una prueba paramétrica, dando como resultado la prueba de T – student. Es así que atendiendo a las hipótesis planteadas:

Ho: $\mu_d = 1$, la implementación del modelo Green Lean no reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú

Ha: $\mu_d \neq 1$, la implementación del modelo Green Lean reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú

Donde:

μ_d = El promedio de las diferencias de huella hídrica antes y después de la implementación del modelo.

Los resultados de la prueba se muestran en la figura 28.

Figura 28

Prueba T - student huella hídrica inicial vs final

Prueba T e IC de dos muestras: HH_inicial, HH_final

Método

μ_1 : media de HH_inicial

μ_2 : media de HH_final

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
HH_inicial	24	1055.96	2.39	0.49
HH_final	24	1030.96	2.33	0.48

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
25.000	(23.629, 26.371)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

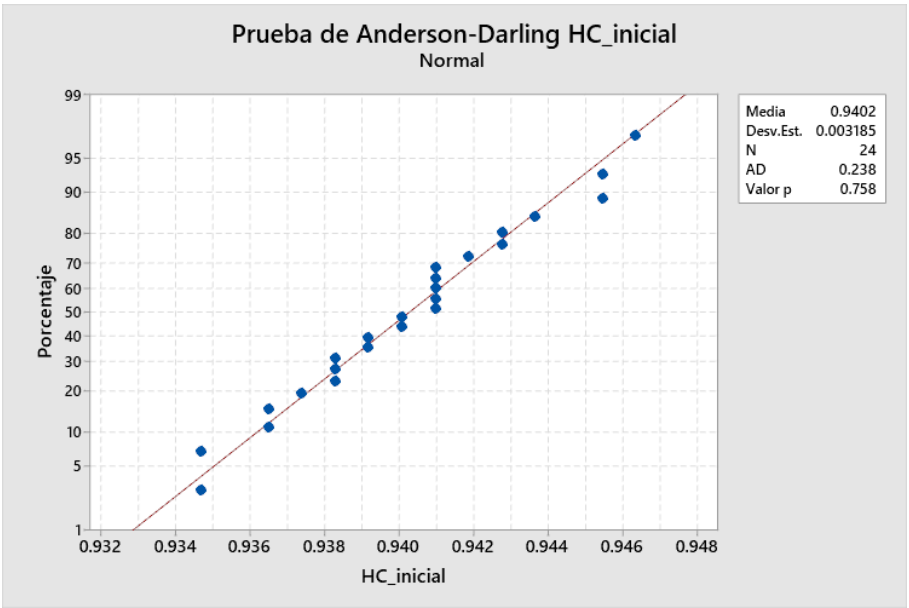
Valor T	GL	Valor p
36.72	45	0.000

La prueba arrojó un Valor de p de 0.000, que al ser menor que el coeficiente de significancia (0.05) rechaza la hipótesis nula y, por consiguiente, acepta la alterna. Es decir, la implementación del modelo Green Lean reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

Se repitió el mismo proceso con la huella de carbono. Inicialmente se verificó la distribución de los datos y se realizó la prueba paramétrica correspondiente.

Figura 29

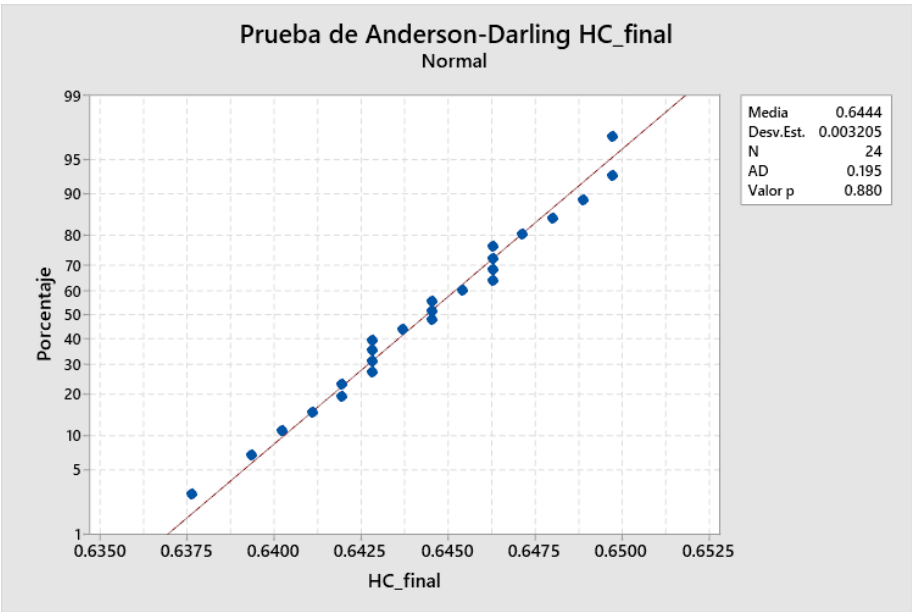
Distribución de los datos de huella de carbono inicial



Como se puede observar en la figura 29, los datos de la huella de carbono antes de la implementación de las mejoras tienen una media de 0.94 kgCO₂eq/tonelada con una desviación estándar de 0.003 y un valor p de 0.758, lo que indica que presentan una distribución normal.

Figura 30

Distribución de los datos de huella de carbono final



Como se puede observar en la figura 30, los datos de la huella de carbono después de la implementación de las mejoras tienen una media de 0.64 kgCO₂eq/tonelada con una desviación estándar de 0.003 y un valor p de 0.880, lo que indica que presentan una distribución normal.

Tras comprobar la distribución normal de los datos se procedió a elegir una prueba paramétrica, dando como resultado la prueba de T – student. Es así que atendiendo a las hipótesis planteadas:

Ho: $\mu_d = 1$, la implementación del modelo Green Lean no reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú

Ha: $\mu_d \neq 1$, la implementación del modelo Green Lean reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú

Donde:

μ_d = El promedio de las diferencias de huella hídrica antes y después de la implementación del modelo.

Los resultados de la prueba se muestran en la figura 31.

Figura 31

Prueba T - student huella de carbono inicial vs final

Prueba T e IC de dos muestras: HC_inicial, HC_final

Método

μ_1 : media de HC_inicial

μ_2 : media de HC_final

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
HC_inicial	24	0.94024	0.00318	0.00065
HC_final	24	0.64437	0.00321	0.00065
HH_final	24	1030.96	2.33	0.48

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.295871	(0.294013, 0.297729)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
320.79	45	0.000

La prueba arrojó un Valor de p de 0.000, que al ser menor que el coeficiente de significancia (0.05) rechaza la hipótesis nula y, por consiguiente, acepta la alterna. Es decir, la implementación del modelo Green Lean reduce el impacto ambiental en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

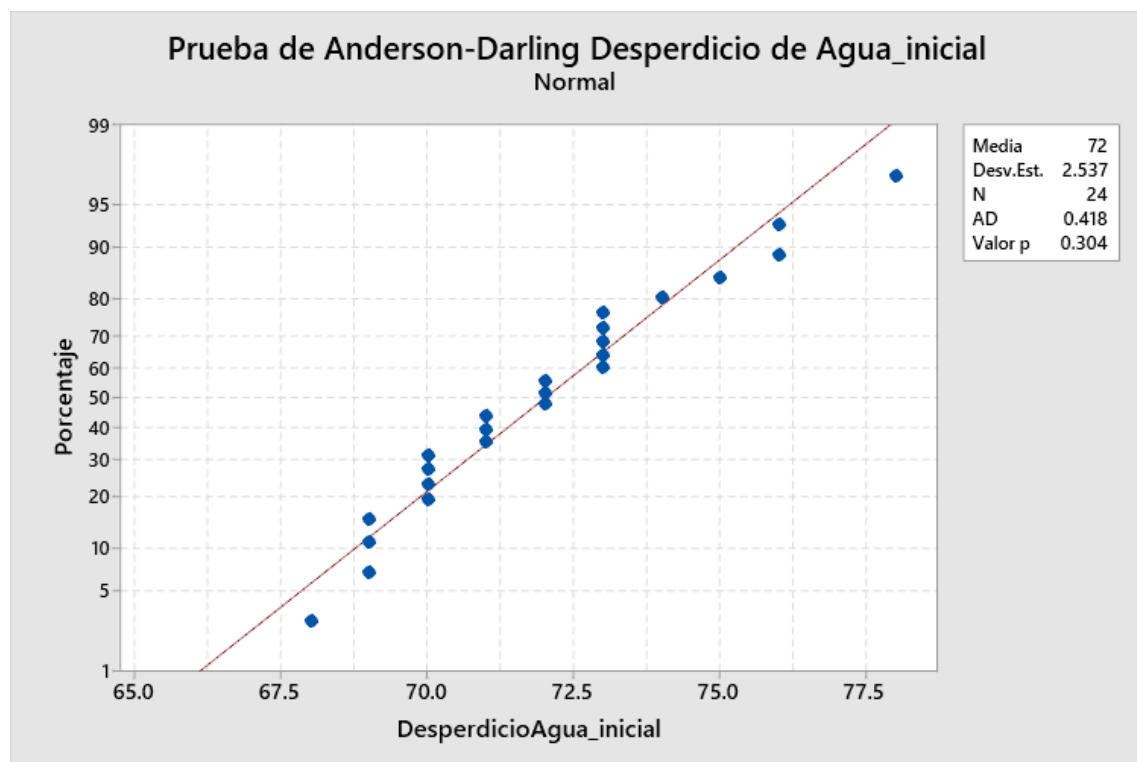
El mismo procedimiento se replicó para las hipótesis específicas planteadas

H1 = la implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de agua en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

H2 = la implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de materia prima útil en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

Figura 32

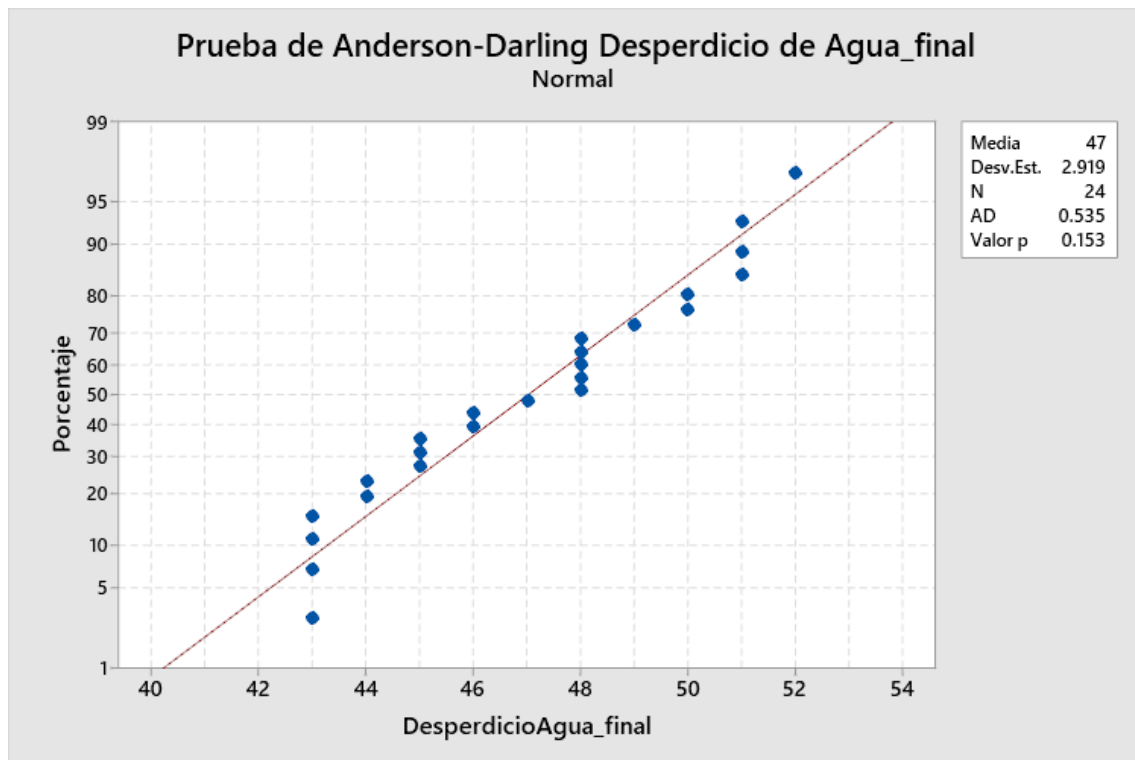
Distribución de los datos de desperdicio de agua inicial



Como se puede observar en la figura 32, los datos del desperdicio de agua antes de la implementación de las mejoras tienen una media de 72 litros con una desviación estándar de 2.537 y un valor p de 0.304, lo que indica que presentan una distribución normal.

Figura 33

Distribución de los datos de desperdicio de agua final



Como se puede observar en la figura 33, los datos del desperdicio de agua después de la implementación de las mejoras tienen una media de 47 litros con una desviación estándar de 2.919 y un valor p de 0.153, lo que indica que presentan una distribución normal.

Tras comprobar la distribución normal de los datos se procedió a elegir una prueba paramétrica, dando como resultado la prueba de T – student. Es así que atendiendo a las hipótesis planteadas:

Ho: $\mu_d = 1$, la implementación del modelo Green Lean no reduce el desperdicio de agua en una fábrica de néctares de Lima – Perú

Ha: $\mu_d \neq 1$, la implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de agua en una fábrica de néctares de Lima – Perú

Donde:

μ_d = El promedio de las diferencias del desperdicio de agua antes y después de la implementación del modelo.

Los resultados de la prueba se muestran en la figura 34.

Figura 34

Prueba T - student desperdicio de agua inicial vs final

Prueba T e IC de dos muestras: DesperdicioAgua_inicial, DesperdicioAgua_final

Método

μ_1 : media de DesperdicioAgua_inicial

μ_2 : media de DesperdicioAgua_final

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
DesperdicioAgua_inicial	24	72.00	2.54	0.52
DesperdicioAgua_final	24	47.00	2.92	0.60

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
25.000	(23.410, 26.590)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

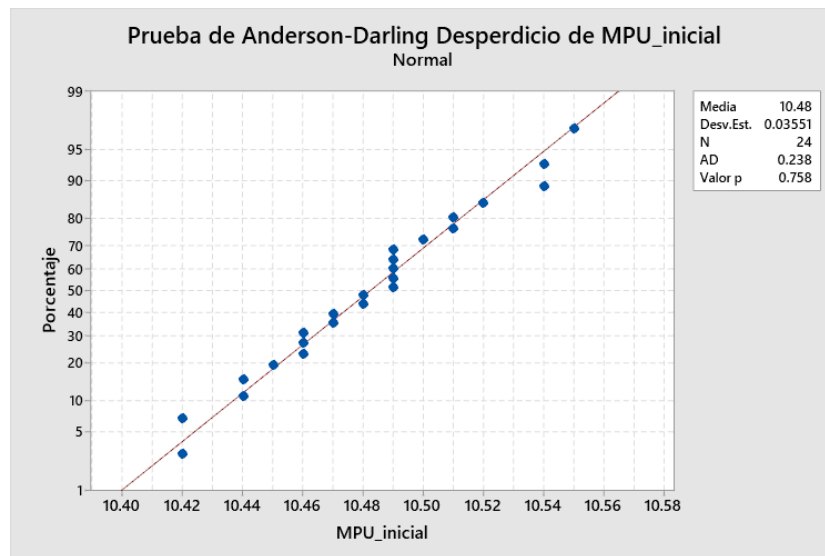
Valor T	GL	Valor p
31.67	45	0.000

La prueba arrojó un Valor de p de 0.000, que al ser menor que el coeficiente de significancia (0.05) rechaza la hipótesis nula y, por consiguiente, acepta la alterna. Es decir, la implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de agua en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

El procedimiento se repitió para el desperdicio de materia prima útil que, para efectos prácticos, se titula MPU en las imágenes que se presentan a continuación.

Figura 35

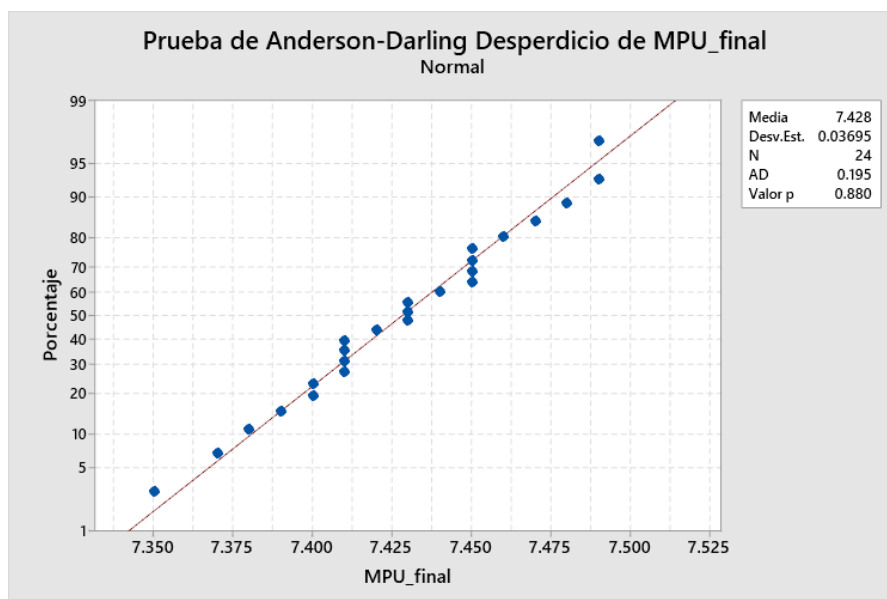
Distribución de los datos de desperdicio de materia prima útil



Como se puede observar en la figura 36, los datos del desperdicio de materia prima útil antes de la implementación de las mejoras tienen una media de 10.48 kg con una desviación estándar de 0.035 y un valor p de 0.758, lo que indica que presentan una distribución normal.

Figura 36

Distribución de los datos de desperdicio de agua final



Como se puede observar en la figura 36, los datos del desperdicio de materia prima útil antes de la implementación de las mejoras tienen una media de 7.428 kg con una desviación estándar de 0.036 y un valor p de 0.880, lo que indica que presentan una distribución normal.

Tras comprobar la distribución normal de los datos se procedió a elegir una prueba paramétrica, dando como resultado la prueba de T – student. Es así que atendiendo a las hipótesis planteadas:

Ho: $\mu_d = 1$, la implementación del modelo Green Lean no reduce el desperdicio de materia prima útil en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

Ha: $\mu_d \neq 1$, la implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de materia prima útil en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

Donde:

μ_d = El promedio de las diferencias del desperdicio de materia prima útil antes y después de la implementación del modelo.

Los resultados de la prueba se muestran en la figura 37.

Figura 37

Prueba T - student desperdicio de materia prima útil inicial vs final

Prueba T e IC de dos muestras: MPU_inicial, MPU_final

Método

μ_1 : media de MPU_inicial

μ_2 : media de MPU_final

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
MPU_inicial	24	10.4821	0.0355	0.0072
MPU_final	24	7.4279	0.0369	0.0075

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
3.0542	(3.0331, 3.0752)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
291.99	45	0.000

La prueba arrojó un Valor de p de 0.000, que al ser menor que el coeficiente de significancia (0.05) rechaza la hipótesis nula y, por consiguiente, acepta la alterna. Es decir, la implementación del modelo Green Lean reduce el desperdicio de materia prima útil en una fábrica de néctares de Lima – Perú.

5.3.2 Validación del modelo

Para la validación del modelo, se elaboró una encuesta de calificación (Anexo 3) en la que se reflejan los aspectos más importantes del modelo. Haciendo uso de este instrumento, se sometió el modelo a un juicio de expertos, que se llevó a cabo a través de la siguiente secuencia:

- Se seleccionaron a 5 jueces en base a su experiencia y cargos ocupados, considerando las empresas en las que habían trabajado, para asegurar su idoneidad como expertos en el tema.
- Se redactó una carta de invitación en la que se exhortaba a los jueces a participar en el estudio. Se adjuntó tanto la investigación como la metodología empleada, los resultados obtenidos y, sobre todo, una detallada explicación del modelo desarrollado.
- Después de esto, se proporcionó a cada juez la encuesta de calificación presentada en el anexo 3.
- Finalmente, tras el período asignado, los jueces entregaron las encuestas completadas.

De este modo, se desarrolló una prueba V de Aiken (promedios del valor asignado a cada ítem) y se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 20.

Tabla 20

V de Aiken

ITEM	EXPERTOS					ACIERTOS	V de Aiken
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00

Es importante mencionar que el ITEM N°8 corresponde a observaciones, es decir, hace referencia a si se necesita una corrección o no, siendo las mejoras para elegir Sí (0) o No (1).

Por ende, se procede a calcular la V de Aiken a través de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{S}{n(c - 1)}$$

Donde:

S = Sumatoria de Si

Si = Valor asignado por el juez i

n = número de jueces

c = número de valoraciones en la escala (en este caso son 2)

$$\text{Por tanto, } V = \frac{5}{5(2 - 1)} = 1$$

Al ser $1 > 0.8$, se puede decir que el modelo Green Lean es válido para su implementación en contextos similares dentro de la industria alimentaria, obteniendo una validez del 100% con la prueba V de Aiken.

5.4 Discusión de Resultados

La presente investigación abordó la pregunta: ¿Cuál es el efecto de la implementación de un modelo Green Lean en el impacto ambiental de una fábrica de néctares? La industria alimentaria enfrenta desafíos significativos en términos de sostenibilidad, ya que el concepto de calidad suele centrarse únicamente en la inocuidad alimentaria, dejando de lado la optimización de recursos y la reducción del impacto ambiental. No obstante, la literatura respalda la aplicación de metodologías como Green y Lean para expandir el concepto de calidad y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.

Para responder a esta interrogante, se diseñó e implementó un modelo Green Lean basado en herramientas como mapeo de procesos BPMN, E-VSM, Poka-Yoke y Plan de Control. Su validez teórica fue sustentada a través del juicio de expertos, mientras que su validez práctica quedó demostrada en los resultados obtenidos, los cuales evidenciaron reducciones significativas en el impacto ambiental.

En términos cuantitativos, la implementación del modelo permitió disminuir la huella hídrica en un 2.37%, lo cual se logró gracias a una reducción del 34.72% en el desperdicio diario de agua. Asimismo, la reducción del 29.13% en el desperdicio de materia prima contribuyó a una disminución del 31.50% en la huella de carbono. Estos

hallazgos coinciden con estudios previos. Por ejemplo, Giles et al. (2022) reportaron una reducción del 1.5% en la huella hídrica tras disminuir en 22% el desperdicio de agua en la industria alimentaria mediante la metodología Lean. De manera similar, Saetta y Caldarelli (2023) lograron reducir la huella de carbono en 12% con un enfoque Lean Green, mientras que Godofredo y Peceros (2021) consiguieron una disminución del 25% en el desperdicio de comida en una fábrica de arroz en Camaná – Arequipa mediante Lean. Comparando estos estudios con los resultados obtenidos en la presente investigación, se observa que el modelo propuesto superó los valores reportados en la reducción del desperdicio de agua y de huella de carbono. Esto puede atribuirse a la integración de herramientas Lean y Green, lo que permitió una gestión más eficiente de los recursos. Sin embargo, en comparación con industrias con mayor automatización y control de procesos, los valores de reducción siguen siendo relativamente bajos, lo que sugiere la posibilidad de mejorar los resultados mediante la implementación de tecnologías más avanzadas.

Más allá de los resultados cuantificables, el modelo Green Lean aplicado en esta investigación presentó múltiples ventajas. Además de la reducción del desperdicio de agua y materia prima, generó beneficios en costos y sostenibilidad. Su desarrollo se realizó con un enfoque estructurado y basado en herramientas validadas, garantizando su replicabilidad en otras empresas. Asimismo, permitió integrar de manera más efectiva la sostenibilidad en la gestión de la producción, ampliando el concepto de calidad en la industria alimentaria. No obstante, también se identificaron algunas limitaciones. En primer lugar, la efectividad del modelo está condicionada por la cultura organizacional, ya que su éxito depende del compromiso del personal y de una cultura de mejora continua. Además, la reducción del impacto ambiental se vio limitada por la falta de tecnologías complementarias, como sistemas de recirculación de agua o fuentes de energía renovable. Por otro lado, el estudio se centró en la planta de producción, dejando fuera otras fases de la cadena de valor, como el abastecimiento de materias primas y la distribución de productos, donde también podrían identificarse oportunidades de mejora ambiental.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos confirman que la implementación del modelo Green Lean es factible en la industria alimentaria y genera beneficios tanto ambientales como operativos. Esto cobra especial relevancia en un sector donde la reducción de la huella hídrica es prioritaria, debido a que la industria alimentaria es uno de los principales consumidores de agua a nivel global. Un uso ineficiente de este recurso no solo incrementa los costos operativos, sino que también contribuye a la

escasez hídrica y la contaminación de fuentes de agua por la descarga de residuos. De igual manera, la disminución de la huella de carbono es un aspecto clave, ya que esta industria genera elevadas emisiones de CO₂ debido al consumo energético en procesos de producción, transporte y refrigeración. Reducir estas emisiones no solo trae beneficios ambientales, sino que también optimiza la eficiencia energética y reduce costos.

A pesar de los logros obtenidos, la reducción de la huella hídrica y de carbono fue limitada por diversos factores. Por un lado, el modelo no contempló mejoras en el sistema de tratamiento y reutilización del agua residual, lo que podría haber optimizado aún más el consumo de agua. Por otro lado, no se implementaron tecnologías avanzadas de eficiencia energética, como el uso de energía renovable o la optimización de procesos térmicos, lo que limitó el potencial de reducción de la huella de carbono.

Dado lo anterior, futuras investigaciones podrían enfocarse en la implementación de tecnologías complementarias, tales como sistemas de recirculación y reutilización de agua, que permitirían disminuir el consumo total sin afectar la producción. Asimismo, la integración de sensores IoT y sistemas de monitoreo en tiempo real optimizaría el control del desperdicio de agua y materia prima. Por otro lado, la incorporación de energías renovables en la planta de producción podría contribuir a una reducción aún mayor de la huella de carbono. La ausencia de estas tecnologías en la presente investigación se debió a limitaciones en la infraestructura y presupuesto de la empresa analizada. No obstante, su adopción en estudios futuros podría amplificar significativamente los beneficios ambientales obtenidos con el modelo Green Lean.

Además, futuras investigaciones podrían centrarse en el análisis detallado de la relación costo-beneficio de la implementación del modelo Green Lean en comparación con otras estrategias de sostenibilidad en la industria alimentaria. Evaluar el retorno de inversión y el impacto financiero a largo plazo permitiría comprender mejor su viabilidad económica. También podría investigarse el impacto social de la reducción de la huella hídrica y de carbono, considerando cómo estas mejoras influyen en la percepción del consumidor, la reputación corporativa y la competitividad del sector. Finalmente, sería relevante estudiar las barreras que dificultan la adopción del modelo en otras empresas, incluyendo factores como resistencia al cambio, limitaciones tecnológicas y restricciones presupuestarias, para comprender los desafíos que enfrentan diferentes contextos productivos y así fomentar una transición más efectiva hacia modelos de producción sostenibles.

CONCLUSIONES

- El modelo Green Lean tuvo un efecto positivo y medible en la reducción del impacto ambiental de la fábrica de néctares en Lima, Perú. Al emplear la huella hídrica y la huella de carbono como indicadores clave de sostenibilidad, se logró una disminución del 2.37 % en la huella hídrica y del 31.50 % en la huella de carbono, como resultado de la optimización de procesos, estandarización operativa y uso eficiente de los recursos. Estos resultados superan los niveles de mejora reportados en estudios previos del sector alimentario, lo que evidencia la efectividad del modelo propuesto. No obstante, se identificó como limitación la falta de tecnologías automatizadas que podrían haber potenciado los resultados obtenidos.
- Se redujo el desperdicio diario en un 34.72 %, pasando de 72 L a 47 L. Esta mejora se concentró principalmente en los procesos de lavado, desinfección y enjuague de frutas, donde el rediseño de operaciones y la incorporación de controles visuales favorecieron un uso más racional del recurso hídrico. Esta reducción, además de contribuir a la sostenibilidad ambiental, representa un avance importante frente al uso ineficiente del agua, un problema crítico en la industria alimentaria.
- Se disminuyó el 29.13 % de la pérdida diaria de materia prima útil, pasando de 10.5 kg a 7.43 kg. Este resultado refleja un mayor aprovechamiento de insumos como la manzana y la piña, que anteriormente eran parcialmente descartados. La estandarización de procesos mediante herramientas Lean permitió recuperar una mayor proporción de materia prima útil, generando no solo beneficios ambientales al reducir la huella de carbono, sino también ventajas económicas y operativas al minimizar costos asociados al desperdicio.

RECOMENDACIONES

- Evaluar el impacto financiero de la implementación del modelo Green Lean, analizando los costos y beneficios económicos asociados a la reducción del desperdicio de recursos. Un estudio de viabilidad económica permitiría cuantificar el retorno de inversión y facilitar la toma de decisiones para su adopción en otras fábricas del sector.
- Incorporar herramientas digitales, como sensores IoT y software de análisis en tiempo real. Estas tecnologías permitirían una gestión más eficiente de los recursos y un control preciso de los indicadores ambientales.
- Realizar estudios comparativos entre diferentes enfoques de sostenibilidad en la industria alimentaria, incluyendo la integración del modelo Green Lean con certificaciones ambientales (ISO 14001, huella de carbono corporativa, entre otras). Esto permitiría evaluar el impacto de la certificación sobre la eficiencia operativa y la percepción del mercado.
- Ampliar la investigación para analizar el impacto social de la implementación del modelo, considerando la percepción y el nivel de compromiso del personal en la adopción de prácticas sostenibles. Para ello, podrían aplicarse encuestas o entrevistas que permitan medir el grado de aceptación y las oportunidades de mejora en la capacitación del equipo de trabajo.
- Explorar la posibilidad de extender la aplicación del modelo Green Lean a toda la cadena de suministro, incluyendo proveedores y distribuidores. Integrar prácticas sostenibles en todas las etapas del proceso productivo permitiría maximizar los beneficios ambientales y promover una cultura de sostenibilidad en el sector.
- Considerar los hallazgos de esta investigación como insumo técnico para la formulación o mejora de políticas públicas orientadas a la sostenibilidad industrial. La evidencia empírica sobre la efectividad del modelo Green Lean en la reducción del impacto ambiental puede ser utilizada por entidades gubernamentales para promover lineamientos, incentivos o normativas que impulsen la adopción de modelos de producción más limpios y eficientes en el sector alimentario. Asimismo, puede aportar al diseño de programas de asistencia técnica o capacitación dirigidos a pequeñas y medianas empresas, fomentando la transición hacia una industria más sostenible y competitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta-Vega, R. K., Algaba, E., & Sánchez-Soriano, J. (2023). Design of water quality policies based on proportionality in multi-issue problems with crossed claims. *European Journal of Operational Research*, 311(2), 777–788. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.05.029>
- Agustiady, T. y Badiru, AB (2012). *Sostenibilidad: Utilización de técnicas Lean Six Sigma. Sostenibilidad: utilización de técnicas Lean Six Sigma* (págs. 1–225). Prensa CRC. <https://doi.org/10.1201/b13881>
- Ahmad, S., Abdullah, A., & Talib, F. (2021). Lean-green performance management in Indian SMEs: a novel perspective using the best-worst method approach. *Benchmarking*, 28(2), 737–765. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2020-0255>
- Akgün, M., Katanalp, B., Can, A. V., & Kıymaz Kıvraklar, M. (2023). Adapting the activity-based costing method for water footprint accounting. *Journal of Cleaner Production*, 400(March), 136691. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136691>
- Akindele, E. O., Oladeji, T. A., Kowobari, E. D., Adedapo, A. M., Fagbohun, I. R., Akinpelu, O. T., & Oyeku, O. G. (2023). Gold mining impairs the biological water quality of a culturally important river and UNESCO World Heritage Site in Nigeria. *Environmental Pollution*, 326(November 2022), 121470. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121470>
- Aldaya, M. M., Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The Water Footprint Assessment Manual. In *The Water Footprint Assessment Manual*. <https://doi.org/10.4324/9781849775526>
- Álvarez Cedena, J. L. (1997). *Metodología de la Investigación Científica*. México: Trillas.
- Anass Cherrafi, Said Elfezazi, Kannan Govindan, Jose Arturo Garza-Reyes, Khalid Benhida & Ahmed Mokhlis (2017). A framework for the integration of Green and Lean Six Sigma for superior sustainability performance. *International Journal of Production Research*, 55:15, 4481-4515. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1266406>
- Antonacci, G., Reed, J. E., Lennox, L., & Barlow, J. (2018). The use of process mapping in healthcare quality improvement projects. *Health Services Management Research*, 31(2), 74–84. <https://doi.org/10.1177/0951484818770411>

- Antony, J., Sunder, V., Laux, C., & Cudney, E. (2020). *The ten commandments of Lean Six Sigma: a guide for practitioners*. Emerald Publishing.
- Aravindh, M. D., Sriram, N. S., Nakkeeran, G., Jayakeerti, M., Velan, C., & Krishnaraj, L. (2023). Technological Forecasting & Social Change Synergistic effect of alliance contract and lean methodology on project performance measures in the construction industry: SEM analysis. *Technological Forecasting & Social Change*, 192(March), 122545. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122545>
- Baca, M., & Paredes, R. (2009). *Gestión del agua en la industria liberteña – Perú*. Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI). <https://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/Papers/p48.pdf>
- Bancovich Erquínigo, A., Ortiz Porras, J., Quintana Saavedra, H., Crispin Chamorro, P., Manrique Alva, R., Vilca Carhuapuma, P. (2023). Green lean method to identify ecological waste in a nectar factory. *International Journal of Production Management and Engineering*, 11(2), 197-207. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2023.19598>
- Baron, E. A., Galvão, N., Docevska, M., Matos, J. C., & Markovski, G. (2023). Application of quality control plan to existing bridges. *Structure and Infrastructure Engineering*, 19(7), 990–1006. <https://doi.org/10.1080/15732479.2021.1994618>
- Bisquerra, R. (1987). *Introducción a la estadística aplicada a la investigación educativa. Un enfoque informático con los paquetes BMDP y SPSSX*. Editorial UOC.
- Bowe, C. M., Gurney, B., Sloane, J., & Newlands, C. (2021). Process mapping and Lean principles applied to orthognathic surgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 59(2), 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2020.07.046>
- Bronts, S., Gerbens-Leenes, P. W., & Guzmán-Luna, P. (2023). The water, land and carbon footprint of conventional and organic dairy systems in the Netherlands and Spain. A case study into the consequences of ecological indicator selection and methodological choices. *Energy Nexus*, 11(June), 100217. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100217>
- Budianto, Feri, Z. O., Nurlaila, Q., Sitorus, H., & Suryatman, T. H. (2023). Quality system as a mediating variable of the relationship between lean manufacturing and operational performance in the food industry. *Sinergi (Indonesia)*, 27(2), 201–210. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2023.2.008>

- Bunge, M. (1960). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología Curso de actualización*. Siglo veintiuno editores.
- Carvalho, R., Lobo, M., Oliveira, M., Oliveira, A. R., Lopes, F., Souza, J., ... Freitas, A. (2021, December 1). Analysis of root causes of problems affecting the quality of hospital administrative data: A systematic review and Ishikawa diagram. *International Journal of Medical Informatics*. Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104584>
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos*. McGraw-Hill.
- Cordell, A., & Thompson, I. (2019). *Ishikawa's Fishbone Diagram*. In *The Procurement Models Handbook* (pp. 25–26). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351239509-8>
- Cordero de Fernández, M. (2009). *Metodología de la Investigación Educativa*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Ganga, G. M. D. (2020). The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics. *Food Control*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107110>
- Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Gómez Paredes, F. J. (2018, December 1). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.002>
- Coudard, A., Corbin, E., de Koning, J., Tukker, A., & Mogollón, JM (2021). Pérdidas globales de agua y energía por el desperdicio de alimentos evitable por el consumidor. *Revista de Producción más Limpia*, 326. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129342>
- Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Lean manufacturing: A systematic review in the food industry. *Informacion Tecnológica*, 21(5), 163–172. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>

- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D. K., & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1489–1495. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.155>
- Drucker, P. (1993). *Managing for results: Economic tasks and risk-taking decisions*. HarperBusiness.
- Facchini, F., Silvestri, B., Digiesi, S., & Lucchese, A. (2023). Agri-food loss and waste management: Win-win strategies for edible discarded fruits and vegetables sustainable reuse. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 83, 103235. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2022.103235>
- Fang, K., Heijungs, R., & de Snoo, G. (2014). Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family. *Ecological Indicators*, 36, 508–518. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X13003166>
- FAO. (2012). *Pertes et Gaspillages Alimentaires Dans le Monde—Ampleur, Causes et Prévention*.
- FAO. (2018). *SOFI 2018 - El estado de la seguridad alimentaria y nutricional en el mundo*.
- Fercoq, A., Lamouri, S., & Carbone, V. (2016). Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. *Journal of Cleaner Production*, 137, 567–578. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.107>
- Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, 180, 335–348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121>
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Gholami, H., Jamil, N., Mat Saman, M. Z., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (2021). The application of Green Lean Six Sigma. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1913–1931. <https://doi.org/10.1002/bse.2724>

- Giles Ferrer, J. A., Obilcnik, H., Paschoalinoto, N. W., & Bruno, D. O. T. (2022). Lean Manufacturing Sostenible – metodología de aplicación del Mapeo de Flujo de Valor Sostenible (sus-vsm). *Revista Brasileira De Mecatrônica*, 4(3), 01–18. Recuperado de <https://revistabrmecatronica.sp.senai.br/ojs/index.php/revistabrmecatronica/article/view/154>
- Godofredo Osorio, V. A., & Peceros Guzmán, R. J. (2021). *Aplicando Lean en procesos logísticos: una investigación empírica en la cadena de suministro agroalimentaria del arroz peruano* [Trabajo de investigación]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Industrial. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/641319>
- Guillén Zevallos, M. O., Pérez Murillo, V., Quispe Carrizales, T., Talavera Núñez, M. E., & Huamán Paredes, F. E. (2020). Tratamiento fisicoquímico de los efluentes del proceso de lavado de lana en una industria textil de Arequipa. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 86(4), 428-438. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2020000400428&lang=es
- Gupta, R. (2023). Failure Mode and Effects Analysis of PCB for Quality Control Process. *Mapan - Journal of Metrology Society of India*, 38(2), 547–556. <https://doi.org/10.1007/s12647-022-00619-5>
- Gutiérrez, J., Posada, M., & González, M. (2019). Innovar Prácticas de recursos humanos que impactan la estrategia de sostenibilidad ambiental. *Gestion Humana*, 29(73), 11–24.
- Hassoun, A., Prieto, M. A., Carpena, M., Bouzembrak, Y., Marvin, H. J. P., Pallarés, N., Barba, F. J., Punia Bangar, S., Chaudhary, V., Ibrahim, S., & Bono, G. (2022). Exploring the role of green and Industry 4.0 technologies in achieving sustainable development goals in food sectors. *Food Research International*, 162(October). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112068>
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Principles of operations management* (9th ed.). Pearson.
- Hernández Sampieri, R. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.

- Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A. y Moreno, L. (2018). Metodología de la investigación científica. (1a. Ed.). Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L
- Huang, C. Y., Lee, D., Chen, S. C., & Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/pr10050835>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill.
- ISO (2015). *ISO 9000:2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*. International Organization for Standardization.
- Johnston, C. (2022). *Process Mapping*. In *Perioperative Quality Improvement* (pp. 176–179). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-83399-8.00029-6>
- Juan Pérez, J. I. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México. *Acta Universitaria*, 27(3), 36–56. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1249>
- Juran, J. M. (1999). *Juran's quality handbook* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Khalfallah, M., & Lakhal, L. (2021). The relationships between TQM, TPM, JIT and agile manufacturing: an empirical study in industrial companies. *TQM Journal*, 33(8), 1735–1752. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2020-0306>
- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lavarelli, D., Bacenetti, J., & Fiala, M. (2016). Water Footprint of crop productions: A review. *Science of The Total Environment*, 548-549, 236-251. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.022>
- Lazarevic, M., Mandic, J., Sremcev, N., Vukelic, D. y Debevec, M. (2019). Una revisión sistemática de la literatura sobre poka-yoke y un enfoque novedoso de los aspectos teóricos. *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 65 (7–8), 454–467. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6056>

- Lévesque, J., Perreault, V., & Mikhaylin, S. (2023). Food waste environmental impact assessment as leverage to better guide restaurants toward improving their sustainability. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 33(May), 100742. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100742>
- Lillie, E., Sandborn, P., & Humphrey, D. (2015). Assessing the value of a lead-free solder control plan using cost based FMEA. *Microelectronics Reliability*, 55(6), 969–979. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2015.02.022>
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., & Searchinger, T. (2013). *Toward a sustainable food system Reducing food loss and waste*. World Resource Institute, June, 1–40. <http://unep.org/wed/docs/WRI-UNEP-Reducing-Food-Loss-and-Waste.pdf%5Cnhttp://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/130211>
- Luna Cruz, A. H., & Quezada Sánchez, I. L. M. (2020). *Aplicación de herramientas Lean en el sector agroalimentario: Una investigación empírica del zapallo en Perú* [Trabajo de investigación]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Industrial. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/638678>
- Martinelli, M., Lippi, M., & Gamberini, R. (2022). Poka Yoke Meets Deep Learning: A Proof of Concept for an Assembly Line Application. *Applied Sciences* (Switzerland), 12(21). <https://doi.org/10.3390/app122111071>
- Molina Diaz, K. M., & Torres Apaza, R. L. (2020). *Aplicación de Lean en la cadena de suministro agroalimentaria: Un caso de estudio en agronegocios de aceituna peruana* [Trabajo de investigación]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Industrial. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/641319>
- Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.
- Mousavi, M., Taki, M., Raeini, M. G., & Soheilifard, F. (2023). Evaluation of energy consumption and environmental impacts of strawberry production in different greenhouse structures using life cycle assessment (LCA) approach. *Energy*, 280(June), 128087. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128087>
- Mousavi-Avval, S. H., Sahoo, K., Nepal, P., Runge, T., & Bergman, R. (2023). Environmental impacts and techno-economic assessments of biobased products:

A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 180(February), 113302.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113302>

Muth, M. K., Birney, C., Cuéllar, A., Finn, S. M., Freeman, M., Galloway, J. N., Gee, I., Gephart, J., Jones, K., Low, L., Meyer, E., Read, Q., Smith, T., Weitz, K., & Zoubek, S. (2019). A systems approach to assessing environmental and economic effects of food loss and waste interventions in the United States. *Science of the Total Environment*, 685, 1240–1254.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.230>

Naciones Unidas. (2021). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: El valor del agua*. UNESCO, París.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378890>

Navarro, A., Puig, R., Kılıç, E., Penavayre, S., & Fullana-i-Palmer, P. (2017). Eco-innovation and benchmarking of carbon footprint data for vineyards and wineries in Spain and France. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1661–1671.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.124>

NHS Improvement. (2018). *Conventional process mapping. Quality, Service Improvement and Redesign (QSIR) Tools*, 1–7. Retrieved from
<https://improvement.nhs.uk/documents/2143/conventional-process-mapping.pdf>

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.

Oliveira, J., Carvalho, G., Cabral, B., & Bernardino, J. (2020). Failure mode and effect analysis for cyber-physical systems. *Future Internet*, 12(11), 1–18.
<https://doi.org/10.3390/fi12110205>

ONU (2020). *Naciones Unidas. Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Garantizar patrones de consumo y producción sostenibles*. Plataforma de conocimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, Nueva York-EE. UU. (2020)

Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*, 85, 19–30.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>

- Pandey, A., Malviya, S., & Jain, S. (2019). Implemented the Overall Equipment Effectiveness (OEE) by the techniques of Total Productive Maintenance (TPM) in MSE's - A case study. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 5(1), 503–511.
- Ramos, C. (2017). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances En Psicología*, 23(1), 9-17. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>
- Reichert, D., Cito, C., & Barjasic, I. (2018). *Lean & Green: Best Practice: Wie sich Ressourceneffizienz in der Industrie steigern lässt*. Springer-Verlag.
- Rishi, J. P., Ramachandra, C. G. & Srinivas, T. R. (2016). Keys to Succeed in Implementing Total Preventive Maintenance (TPM) and Lean Strategies. 25 *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*, 2455–3778.
- Rodríguez-Fernández, Yadira, Abreu-Ledón, René, & Franz, Matthias. (2019). Mapping usefulness for sustainability analysis in agri-food supply chains. *Ingeniería Industrial*, 40(3), 316-328. Epub 25 de octubre de 2019. Recuperado en 08 de agosto de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000300316&lng=es&tlng=en.
- Romagnoli, S. (2022). Estudio de la huella de carbono de la producción agrícola de peras en el Alto Valle del Río Negro (Argentina). [Tesis de maestría]. Universidad Nacional del Comahue. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17249>
- Rondinel-Oviedo, M. A. (2015). *Metodologías de investigación educativa: Teoría, práctica y propuestas*. Lima, Perú: Universidad de Lima.
- Saetta, S., & Caldarelli, V. (2023). Lean and Green: The Green Foundry Simulation Model. *Procedia Computer Science*, 217, 1622–1630. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.362>
- Santos, G. A. B. dos, & Campos, G. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, (26), 13. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.3485
- Santos, G., Félix, MJ, Doiro, M., Mandado, E., Sá, JC, Gonçalves, J., & Teixeira, P. (2020). Sobre el concepto de un modelo integrado y lean de desarrollo de productos propuesto para la creación de propiedad intelectual y economías

competitivas. *Revista Internacional de Gestión de la Propiedad Intelectual*, 10 (4), 409-435.

Scarpellini, R., Giacometti, F., Savini, F., Arrigoni, N., Garbarino, C. A., Carnevale, G., ... Piva, S. (2023). Bovine paratuberculosis: results of a control plan in 64 dairy farms in a 4-year period. *Preventive Veterinary Medicine*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.105923>

Singh, R. K., Kumar Mangla, S., Bhatia, M. S., & Luthra, S. (2022). Integration of green and lean practices for sustainable business management. *Business Strategy and the Environment*, 31(1), 353-370. <https://doi.org/10.1002/bse.2897>

Skaf, L., Buonocore, E., Dumontet, S., Capone, R., & Franzese, P. P. (2019). Food security and sustainable agriculture in Lebanon: An environmental accounting framework. *Journal of Cleaner Production*, 209, 1025–1032. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.301>

Skaf, L., Franzese, P. P., Capone, R., & Buonocore, E. (2021). Unfolding hidden environmental impacts of food waste: An assessment for fifteen countries of the world. *Journal of Cleaner Production*, 310(May), 127523. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127523>

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2021). *Operations management* (9th ed.). Pearson.

Song, X., Wang, Q., Li, R., & Jiang, X. ting. (2023). A novel evaluation framework for China's Environmental-Economic impacts by global trade. *Environmental Impact Assessment Review*, 101(November 2022), 107133. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107133>

Teixeira, P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Santos, G., & Fontoura, P. (2021). Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model. *Journal of Cleaner Production*, 322(March). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129047>

Thakur, M., Wang, B., & Verma, M. L. (2022). Development and applications of nanobiosensors for sustainable agricultural and food industries: Recent developments, challenges and perspectives. *Environmental Technology and Innovation*, 26, 102371. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102371>

- Touriki, F. E., Benkhathi, I., Kamble, S. S., Belhadi, A., & el fezazi, S. (2021). An integrated smart, green, resilient, and lean manufacturing framework: A literature review and future research directions. *Journal of Cleaner Production* (Vol. 319). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128691>
- Von Ahsen, A., Petruschke, L., & Frick, N. (2022). Sustainability Failure Mode and Effects Analysis – A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 363. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132413>
- Widjajanto, S., Purba, H. H., & Jaqin, S. C. (2020, December 19). Novel poka-yoke approaching toward industry-4.0: A literature review. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*. Regional Association for Security and crisis management. <https://doi.org/10.31181/oresta20303065w>
- Wijaya, S., Hariyadi, S., Debora, F., & Supriadi, G. (2020). Design and implementation of poka-yoke system in stationary spot-welding production line utilizing internet-of-things platform. *Journal of ICT Research and Applications*, 14(1), 34–50. <https://doi.org/10.5614/itbj.ict.res.appl.2020.14.1.3>
- Winter, S., Quernheim, N., Arnemann, L., Anderl, R., & Schleich, B. (2023). Live Estimating the Carbon Footprint of Additively Manufactured Components – a Case Study. *Procedia CIRP*, 116, 642–647. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.108>
- Wu, X., Fan, Y., Bao, Y., & Wang, S. (2025). An integrated analysis for spatio-temporal evolution of food water-carbon-energy footprint and its sustainable production in northwest China. *Journal of Environmental Management*, 373, 123754. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123754>
- Xie, B., Yang, C., Song, W., Song, L., & Wang, H. (2023). The impact of environmental regulation on capacity utilization of China's manufacturing industry: An empirical research based on the sector level. *Ecological Indicators*, 148(January), 110085. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110085>
- Zhao, Y., Li, X., Mo, H., Zhan, L., Yao, Y., Li, Y., & Li, H. (2023). How does the environmental impact assessment (EIA) process affect environmental performance? Unveiling EIA effectiveness in China: A practical application within the thermal power industry. *Environmental Impact Assessment Review*, 101(April), 107120. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107120>

Zokaei, K., Lovins, H., Wood, A., & Hines, P. (2016). *Creating a Lean and Green Business System: Techniques for Improving Profits and Sustainability*. Productivity Press.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos.

Figura 38

Recolección de desperdicio de agua

Ficha de Registro de Desperdicio de Agua			
Area:	Lavado, desinfección y enjuagado		
Proyecto:	COR 01- 01		
Propósito:	Calcular el desperdicio de agua		
Semana:	1		
Elaborado por:	Jorge Ortiz Porras		
Recibido por:			
Medición	Fecha	Litros	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Figura 39

Recolección del desperdicio de materia prima útil

Ficha de Registro de desperdicio de materia prima			
Area:	Acondicionado		
Proyecto:	COR 01- 01		
Propósito:	Calcular el desperdicio de fruta pelada y descorazonada		
Semana:	1		
Elaborado por:	Jorge Ortiz Porras		
Recibido por:			
Medición	Fecha	Kg	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Anexo 2. Fichas de validación de instrumentos

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de agua

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de agua en la línea de producción

Datos del experto:

Nombre:

Especialidad:

Experiencia en el sector alimentario:

Correo electrónico:

Fecha de evaluación:

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.					
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.					
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.					
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.					
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.					

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- () Aceptado sin modificaciones
- () Aceptado con modificaciones menores
- () Requiere modificaciones sustanciales
- () No aceptado

Nombre del experto

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de materia prima

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de materia prima (fruta) en la producción.

Datos del experto:

Nombre:

Especialidad:

Experiencia en el sector alimentario:

Correo electrónico:

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.					
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.					
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.					
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.					
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.					

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- () Aceptado sin modificaciones
- () Aceptado con modificaciones menores
- () Requiere modificaciones sustanciales
- () No aceptado

Nombre del experto

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de agua

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de agua en la línea de producción

Datos del experto:

Nombre: Robert Freddy Oré Gálvez

Especialidad: Ingeniería electrónica

Experiencia en el sector alimentario: 25 años

Correo electrónico: roreg@unmsm.edu.pe

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	X				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	X				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	X				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	X				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	x				

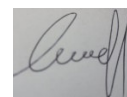
Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (x) Aceptado sin modificaciones
- () Aceptado con modificaciones menores
- () Requiere modificaciones sustanciales
- () No aceptado

Robert Freddy Oré Gálvez



Nombre del experto

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de agua

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de agua en la línea de producción

Datos del experto:

Nombre: Víctor Efraín Díaz Yui

Especialidad: Ingeniero Industrial

Experiencia en el sector alimentario: 17

Correo electrónico: vdiazui@gmail.com

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

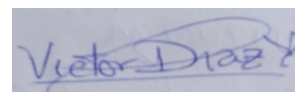
Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	X				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	X				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	X				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	X				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	X				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (X) Aceptado sin modificaciones
() Aceptado con modificaciones menores
() Requiere modificaciones sustanciales
() No aceptado



Victor Díaz Yui

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de agua

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de agua en la línea de producción

Datos del experto:

Nombre: CARLOS ANTONIO PORRAS GUZMAN

Especialidad: INGENIERO MECANICO

Experiencia en el sector alimentario: LIDER DEL CENTRO DE DISTRIBUCION DEL GRUPO DROKASA

Correo electrónico: INGCARBEARD@HOTMAIL.COM

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

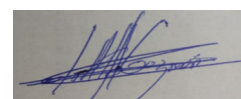
Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	4				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	4				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	4				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	4				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	4				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (X) Aceptado sin modificaciones
 () Aceptado con modificaciones menores
 () Requiere modificaciones sustanciales
 () No aceptado



PORRAS GUZMAN CARLOS ANTONIO

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de agua

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de agua en la línea de producción

Datos del experto:

Nombre: Félix Armando Fermín Pérez

Especialidad: Ingeniería de controles industriales y electrónica

Experiencia en el sector alimentario: Compañía Embotelladora Ica S.A. (Inca Kola), Embotelladora Don Jorge S.A.C. (Don Isaac, Perú Cola), Embotelladora San Mateo S.A. (Agua San Mateo)

Correo electrónico: fferminp@unmsm.edu.pe

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	x				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	x				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	x				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	x				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	x				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (x) Aceptado sin modificaciones
- () Aceptado con modificaciones menores
- () Requiere modificaciones sustanciales
- () No aceptado

Félix Armando Fermín Pérez.

Félix Armando Fermín Pérez

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de agua

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de agua en la línea de producción

Datos del experto:

Nombre: Luis Alberto Sánchez Rodríguez

Especialidad: Ingeniero en mantenimiento

Experiencia en el sector alimentario: 26

Correo electrónico: Luis.sanchez@hfeberries.com.pe

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

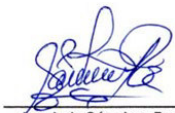
Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	X				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	X				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	X				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	X				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	X				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (X) Aceptado sin modificaciones
 () Aceptado con modificaciones menores
 () Requiere modificaciones sustanciales
 () No aceptado


 Ing. Luis Sánchez Rodríguez
 COORDINADOR DE MANTENIMIENTO
 HFE BERRIES PERU SAC

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de materia prima

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de materia prima (fruta) en la producción.

Datos del experto:

Nombre: Robert Freddy Oré Gálvez

Especialidad: Ingeniería electrónica

Experiencia en el sector alimentario: 25 años

Correo electrónico: roreg@unmsm.edu.pe

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	X				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	X				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	X				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	X				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	x				

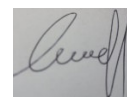
Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (x) Aceptado sin modificaciones
- () Aceptado con modificaciones menores
- () Requiere modificaciones sustanciales
- () No aceptado

Robert Freddy Oré Gálvez



Nombre del experto

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de materia prima

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de materia prima (fruta) en la producción.

Datos del experto:

Nombre: Víctor Efraín Díaz Yui

Especialidad: Ingeniero Industrial

Experiencia en el sector alimentario: 17

Correo electrónico: vdiazui@gmail.com

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

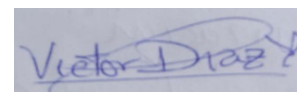
Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	X				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	X				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	X				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	X				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	X				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (X) Aceptado sin modificaciones
 () Aceptado con modificaciones menores
 () Requiere modificaciones sustanciales
 () No aceptado



Víctor Díaz Yui

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de materia prima

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de materia prima (fruta) en la producción.

Datos del experto:

Nombre: CARLOS ANTONIO PORRAS GUZMAN

Especialidad: INGENIERO MECANICO

Experiencia en el sector alimentario: LIDER DEL CENTRO DE DISTRIBUCION DEL GRUPO DROKASA

Correo electrónico: INGCARBEARD@HOTMAIL.COM

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	4				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	4				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	4				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	4				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	4				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (X) Aceptado sin modificaciones
- () Aceptado con modificaciones menores
- () Requiere modificaciones sustanciales
- () No aceptado



PORRAS GUZMAN CARLOS ANTONIO

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de materia prima

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de materia prima (fruta) en la producción.

Datos del experto:

Nombre: Félix Armando Fermín Pérez

Especialidad: Ingeniería de controles industriales y electrónica

Experiencia en el sector alimentario: Compañía Embotelladora Ica S.A. (Inca Kola), Embotelladora Don Jorge S.A.C. (Don Isaac, Perú Cola), Embotelladora San Mateo S.A. (Agua San Mateo)

Correo electrónico: fferminp@unmsm.edu.pe

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	x				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	x				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	x				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	x				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	x				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (x) Aceptado sin modificaciones
- () Aceptado con modificaciones menores
- () Requiere modificaciones sustanciales
- () No aceptado

Félix Armando Fermín Pérez.

Félix Armando Fermín Pérez

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del instrumento: Ficha de registro de desperdicio de materia prima

Propósito del instrumento: Calcular el desperdicio de materia prima (fruta) en la producción.

Datos del experto:

Nombre: Luis Alberto Sánchez Rodríguez

Especialidad: Ingeniero en mantenimiento

Experiencia en el sector alimentario: 26

Correo electrónico: Luis.sanchez@hfeberries.com.pe

Criterios de Evaluación

Por favor, valore cada criterio marcando con una "X" en la casilla correspondiente y, si es necesario, agregue observaciones o sugerencias para mejorar el instrumento.

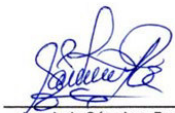
Criterio	Muy adecuado (4)	Adecuado (3)	Poco adecuado (2)	Inadecuado (1)	Observaciones
Claridad: Los elementos y preguntas del instrumento son comprensibles y fáciles de interpretar.	X				
Pertinencia: Los elementos del instrumento son relevantes para el propósito de la investigación.	X				
Coherencia: La estructura y contenido del instrumento están alineados con los objetivos del estudio.	X				
Relevancia: La información recolectada por el instrumento es útil para el análisis de desperdicio de agua.	X				
Suficiencia: Los datos recopilados permiten un análisis completo sobre el consumo de agua en los procesos evaluados.	X				

Observaciones generales y sugerencias de mejora:

Conclusión del experto:

El instrumento es:

- (X) Aceptado sin modificaciones
 () Aceptado con modificaciones menores
 () Requiere modificaciones sustanciales
 () No aceptado


 Ing. Luis Sánchez Rodríguez
 COORDINADOR DE MANTENIMIENTO
 HFE BERRIES PERU SAC

Anexo 3. Validación del modelo

Figura 40

Instrumento de Juicio de Expertos

Objetivos de la guía

Objetivos de la investigación

Consideraciones generales

- Las instrucciones orientan claramente para responder el cuestionario. SI () NO ()
- La secuencia de los ítems es lógica. SI () NO ()
- La cantidad de ítems es adecuada. SI () NO ()

Consideraciones finales

*Agregar observaciones que no han sido consideradas en este formato (opcional):

Instrumento validado por (nombre):

Cargo más alto que tuvo en el sector alimentario:

Empresas en las que laboro en el sector alimentario:

Experiencia en años:

Teléfono:

Correo electrónico:

Firma

MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NECTARES									
ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR							OBSERVACIONES (Si debe eliminarse o modificarse un ítem, por favor indique)	
	Claridad en la redacción: Los ítems se comprenden fácilmente gracias a su sintaxis y semántica adecuada	Coherencia interna: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	No se presenta sesgo (inducción a una respuesta)	Reducción adecuada a la población en estudio	Relevancia (Importancia de las preguntas para el propósito de la investigación)	Contribuye a los objetivos de la investigación	Contribuye a medir el constructo o en estudio		Observaciones a cada ítem, considerar si debe eliminarse, modificarse (especificar)
DESPERDICIO DE AGUA	MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO							Opcional	
O B J E T I V O S 1. ¿Considera que el estudio del desperdicio de agua es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?									
2. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de agua?									
E S P E C Í F I C O S DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA									
3. ¿Considera que el estudio del desperdicio de materia prima es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?									
4. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de materia prima en la industria alimentaria?									
IMPACTO AMBIENTAL									
O B J E T I V O S 5. ¿Considera que el uso de la huella hídrica es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de agua?									
6. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella hídrica?									
G E N E R A L 7. ¿Considera que el uso de la huella de carbono es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de materia prima?									
8. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella de carbono?									

Figura 41

Validación del modelo – Experto 1

Objetivos de la guía

Objetivos de la investigación

INSTRUCCIONES orientadas para responder el cuestionario. — Si (X) No ()

• La secuencia de los ítems es lógica. Si (X) No ()

• Agregar observaciones que no han sido consideradas en este formato (opcional): Todo conforme.

Instrumento validado por (nombre):
CARLOS ANTONIO PORRAS GUZMAN

Cargo más alto ejercido en el sector alimentario:
LIDER DEL CENTRO DE DISTRIBUCION DEL GRUPO DROKASA

Empresas en las que labora en el sector alimentario:
• GRUPO DROKASA (DROKASA, LAKASA, AGROKASA)

Experiencia en años:
• 7 AÑOS

Teléfono:
• 992.700436

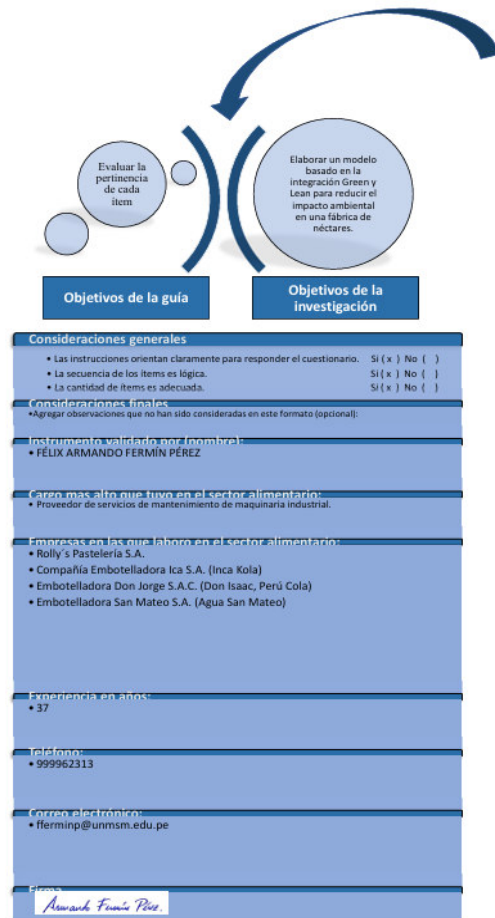
Correo electrónico:
• INGCARBEARD@HOTMAIL.COM

Firma

MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NÉCTARES									
ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR								OBSERVACIONES (Si debe eliminarse o modificarse un ítem, por favor indique)
	Claridad en la redacción: Los ítems se comprenden fácilmente gracias a su sintáctica y semántica adecuada	Coherencia interna: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	No se presenta sesgo (inducción a respuesta)	Redacción adecuada a la población en estudio	Relevancia (Importancia de las preguntas para el propósito de la investigación)	Contribuye a los objetivos de la investigación	Contribuye a medir el constructo en estudio	Observaciones a cada ítem, considerar si debe eliminarse, modificarse (especificar)	
OBJETIVOS DE LA GUÍA	MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO								Opcional
	1. ¿Considera que el estudio del desperdicio de agua es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	0	-----
	2. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	0	-----
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO								Opcional
	3. ¿Considera que el estudio del desperdicio de materia prima es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	0	-----
	4. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de materia prima en la industria alimentaria?	1	1	1	1	1	1	0	-----
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO								Opcional
	5. ¿Considera que el uso de la huella hídrica es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	0	-----
	6. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella hídrica?	1	1	1	1	1	1	0	-----
	7. ¿Considera que el uso de la huella de carbono es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de materia prima?	1	1	1	1	1	1	0	-----
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO								Opcional
	8. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella de carbono?	1	1	1	1	1	1	0	-----

Figura 42

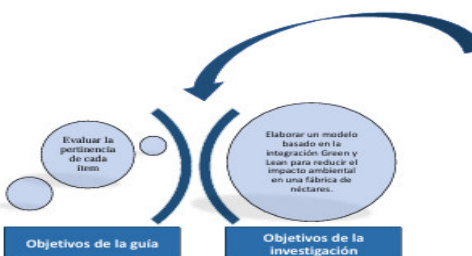
Validación del modelo – Experto 2



MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NÉCTARES									
ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR								OBSERVACIONES (Si debe eliminarse o modificarse un ítem, por favor indique)
	Claridad en la redacción: Los ítems se comprenden fácilmente gracias a su sintáctica y semántica adecuada	Coherencia interna: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	No se presenta sesgo (inducción a respuesta)	Reducción adecuada a la población en estudio	Relevancia (Importancia de las preguntas para el propósito de la investigación)	Contribuye a los objetivos de la investigación	Contribuye a medir el constructo en estudio	Observaciones a cada ítem, considerar si debe eliminarse, modificarse (especificar)	
O B J E T I V O S	DESPERDICIO DE AGUA								Opcional
	1. ¿Considera que el estudio del desperdicio de agua es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	0	
E S P E C I F I C O S	2. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	0	
	DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA								
G R A D O	3. ¿Considera que el estudio del desperdicio de materia prima es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	0	
	4. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de materia prima en la industria alimentaria?	1	1	1	1	1	1	0	
O B J E T I V O S	IMPACTO AMBIENTAL								
	5. ¿Considera que el uso de la huella hídrica es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	0	
G R A D O	6. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella hídrica?	1	1	1	1	1	1	0	
	7. ¿Considera que el uso de la huella de carbono es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de materia prima?	1	1	1	1	1	1	0	
O B J E T I V O S	8. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella de carbono?	1	1	1	1	1	1	0	

Figura 43

Validación del modelo – Experto 3



Objetivos de la guía

Objetivos de la investigación

Consideraciones generales	
- Las instrucciones orientan claramente para responder el cuestionario. Si (X) No () - La secuencia de los ítems es lógica. Si (X) No () - La cantidad de ítems es adecuada. Si (X) No ()	
Consideraciones finales	
*Agregar observaciones que no han sido consideradas en este formato (opcional):	
Instrumento validado por (nombre):	
• Luis Alberto Sánchez Rodríguez	
Cargo más alto que tuvo en el sector alimentario:	
• COORDINADOR DE MANTENIMIENTO	
Empresas en las que laboro en el sector alimentario:	
• AMBEV PERU SAC • ECOSAC • HFE BERRIES PERU SAC	
Experiencia en años:	
• 26	
Teléfono:	
• 982953065	
Correo electrónico:	
• luis.sanchez@hfeberries.com.pe	
Firma	

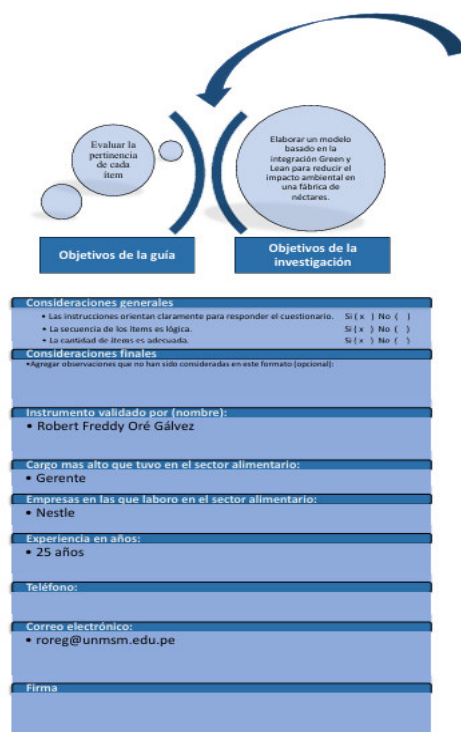


Ing. Luis Sánchez Rodríguez
COORDINADOR DE MANTENIMIENTO
HFE BERRIES PERU SAC

MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NÉCTARES										
ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR								OBSERVACIONES (Si debe eliminarse o modificarse un ítem, por favor indique)	
	Claridad en la redacción: Los ítems se comprenden fácilmente gracias a su sintáctica y semántica adecuada	Cobertura íntima: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	Sesgo (Inducción a respuesta)	Redacción adecuada a la población en estudio	Relevancia (Importancia de las preguntas para el propósito de la investigación)	Contribuye a los objetivos de la investigación	Contribuye a medir el constructo en estudio	Observaciones a cada ítem, considerar si debe eliminarse, modificarse (especificar)		
O B J E T I V O S	DESPERDICIO DE AGUA								MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO	
									Opcional	
E S P E C I F I C A C I O N	1. ¿Considera que el estudio del desperdicio de agua es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	0	-----	
	2. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	0	-----	
G E N E R A L	DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA									
	3. ¿Considera que el estudio del desperdicio de materia prima es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	0	-----	
O B J E T I V O S	4. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de materia prima en la industria alimentaria?	1	1	1	1	1	1	0	-----	
	IMPACTO AMBIENTAL									
G E N E R A L	5. ¿Considera que el uso de la huella hídrica es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	0	-----	
	6. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella hídrica?	1	1	1	1	1	1	0	-----	
O B J E T I V O S	7. ¿Considera que el uso de la huella de carbono es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de materia prima?	1	1	1	1	1	1	0	-----	
	8. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella de carbono?	1	1	1	1	1	1	0	-----	

Figura 44

Validación del modelo – Experto 4



MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NÉCTARES									
ÍTEM		CRITERIOS A EVALUAR							OBSERVACIONES
		Claridad en la redacción: Los ítems se comprenden fácilmente gracias a su sintáctica y semántica adecuada	Coherencia interna: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	No se presenta Sesgo (inducción a respuesta)	Redacción adecuada a la población en estudio	Relevancia (Importancia de las preguntas para el propósito de la investigación)	Contribuye a los objetivos de la investigación	Contribuye a medir el constructo en estudio	Observaciones a cada ítem, considerar si debe eliminarse, modificarse (especificar)
OBJETIVO 1	DESPERDICIO DE AGUA	MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO							Opcional
	1. ¿Considera que el estudio del desperdicio de agua es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	1	0
	2. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	1	0
	DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA								
	3. ¿Considera que el estudio del desperdicio de materia prima es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	1	0
OBJETIVO 2	4. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de materia prima en la industria alimentaria?	1	1	1	1	1	1	1	0
	IMPACTO AMBIENTAL								
OBJETIVO 3	5. ¿Considera que el uso de la huella hídrica es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	1	0
	6. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella hídrica?	1	1	1	1	1	1	1	0
OBJETIVO 4	7. ¿Considera que el uso de la huella de carbono es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de materia prima?	1	1	1	1	1	1	1	0
	8. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella de carbono?	1	1	1	1	1	1	1	0

Figura 45

Validación del modelo – Experto 5

Objetivos de la guía

Objetivos de la investigación

Elaborar un modelo basado en la integración Green y Lean para reducir el impacto ambiental en una fábrica de néctares.

Consideraciones generales:

- Las instrucciones sirven como guía para responder el cuestionario. Si (x) No ()
- La secuencia de los ítems es lógica. Si (x) No ()
- La redacción de los ítems es adecuada. Si (x) No ()
- Agregar observaciones que no han sido consideradas en este formato (opcional):

Instrumento validado por (nombre):

- Victor Efraín Díaz Yui

Cargo más alto que tuvo en el sector alimentario:

Empresario en las que laboro en el sector alimentario:

- Grupo Gloria

Experiencia en años:

- 17 años

Teléfono:

- 998 613 360

Correo electrónico:

- vdiazui@gmail.com

Firma

- Victor Díaz Yui

MODELO GREEN LEAN PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA FÁBRICA DE NÉCTARES									
ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR								OBSERVACIONES
	Claridad en la redacción: Los ítems se comprenden fácilmente gracias a su sintáctica y semántica adecuada	Coherencia interna: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	No se presenta sesgo (inducción a respuesta)	Redacción adecuada a la población en estudio	Relevancia (Importancia de las preguntas para el propósito de la investigación)	Contribuye a los objetivos de la investigación	Contribuye a medir el constructo en estudio	Observaciones a cada ítem, considerar si debe eliminarse, modificarse (especificar)	(Si debe eliminarse o modificarse un ítem, por favor indique)
DESPERDICIO DE AGUA	MARCAR CON 1 SI ES UN SÍ, MARCAR CON UN 0 SI ES UN NO								Opcional
1. ¿Considera que el estudio del desperdicio de agua es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	1	0	
2. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	1	0	
DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA									
3. ¿Considera que el estudio del desperdicio de materia prima es importante para reducir el impacto ambiental en las empresas del sector alimentario?	1	1	1	1	1	1	1	0	
4. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas abordan adecuadamente el problema del desperdicio de materia prima en la industria alimentaria?	1	1	1	1	1	1	1	0	
IMPACTO AMBIENTAL									
5. ¿Considera que el uso de la huella hídrica es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de agua?	1	1	1	1	1	1	1	0	
6. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella hídrica?	1	1	1	1	1	1	1	0	
7. ¿Considera que el uso de la huella de carbono es adecuada para medir el impacto ambiental en las industrias alimentarias causado por el desperdicio de materia prima?	1	1	1	1	1	1	1	0	
8. De acuerdo a lo planteado en el modelo y lo descrito en la investigación, ¿cree usted que las fases propuestas ayudan a reducir el impacto ambiental causado por la huella de carbono?	1	1	1	1	1	1	1	0	