



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Modelo para incrementar la eficiencia en la producción de aceite de palma en

una agroindustrial mediante Lean Manufacturing

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el grado de bachiller en Ingeniería Industrial

**AUTOR(ES)**

Ojeda Safra, Orlando (0000-0002-4888-1711)

Saravia Goicochea, Brenda Milagros (0000-0002-2993-2173)

**ASESOR**

Cardenas Rengifo, Luis Enrique (0000-0003-4485-5978)

Viacava Campos, Gino Evangelista (0000-0002-0126-4126)

**Lima, 10 de diciembre de 2020**

*DEDICATORIA*

*Especial y profundo agradecimiento a nuestros padres por el apoyo incondicional  
brindado desde el primer hasta el último día.*

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestros asesores Gino Viacava y Luis Cardenas, cuyo conocimiento y buenos consejos nos guiaron en el desarrollo de nuestro proyecto. También agradecer a nuestros compañeros y familiares quienes nos apoyaron y dieron las palabras de apoyo necesarias para jamás decaer en ánimo.

## RESUMEN

En la actualidad, los países líderes en producción de aceite de palma, como Malasia, Indonesia y Colombia, han alcanzado eficiencias de extracción significativas. Por otro lado, las mypes del sector presentan brechas de eficiencia y encuentran dificultades para alcanzar estándares internacionales que les permita ser competitivos. Asimismo, el sector palma aceitera ha mantenido una tendencia de crecimiento en los últimos 15 años y se posiciona como el principal aceite vegetal en producción y consumo a nivel mundial, representando una oportunidad de crecimiento para todas las empresas del sector. Se analizó el proceso de extracción de aceite para determinar las causas y oportunidades de mejora que ayudarían a incrementar la eficiencia. Ante ello se plantea un modelo que combina filosofía 5s, Estandarización de Trabajo, Gestión visual y automatización de controles, los cuales se desarrollan en un ciclo de mejora continua PDCA. Los resultados obtenidos luego de la aplicación del modelo planteado muestran una reducción de los niveles de merma de aceite a 1.6% y producción de aceite fuera de especificaciones a 3.8%. Asimismo, los tiempos improductivos se redujeron en 30%. Como resultado final la eficiencia incremento 7% con respecto al escenario actual. Se concluye que al disminuir al mínimo las pérdidas en una planta se maximiza la tasa de extracción.

**Palabras clave:** Manufactura esbelta; Pymes; Producción de palma aceitera; Mejora de la eficiencia.

Model to increase efficiency in medium-sized companies in the oil palm sector using Lean  
Manufacturing

ABSTRACT

In recent years, palm oil has grown rapidly, being the main vegetable oil in production and consumption worldwide. On the other hand, the mypes in the sector show efficiency gaps, where none can reach international standards that allow them to increase extraction efficiency. In this context, a model is presented that combines the 5s philosophy, to manage cultural transformation; Work Standardization, to define methods aligned to best practices; Visual management, as a facilitator in the control of key indicators; and, finally, automatic controls, to control the variables that regulator the production system. With the implementation, it was possible to reduce the levels of losses from 3.1% to 1.6%; oil production out of specification from 7.6% to 3.8%, and downtime was reduced by 30%. As a result, the profit increased 7% compared to the current scenario.

Keywords: Lean manufacturing; SMEs; Oil Palm Production; Efficiency improvement.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>2</b>
2.1	TÉCNICAS DE SOLUCIÓN .....	2
2.2	FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO .....	3
2.3	APLICACIONES EN LA AGROINDUSTRIA .....	3
2.4	OTROS ESCENARIOS DE APLICACIÓN .....	3
<b>3</b>	<b>APORTE</b> .....	<b>4</b>
3.1	VISTA GENERAL DEL MODELO PROPUESTO .....	4
3.1.1	Fase 1: Planificar .....	5
3.1.2	Fase 2: Hacer .....	5
3.1.3	Fase 3: Verificar .....	6
3.2	VISTA DETALLE DEL MODELO PROPUESTO .....	6
3.2.1	Componente 1 – Filosofía 5S .....	6
3.2.2	Componente 2 – Controles automáticos y Estandarización de Trabajo .....	7
3.2.3	Componente 3 – Gestión visual .....	7
<b>4</b>	<b>VALIDACIÓN</b> .....	<b>7</b>
4.1	CASO DE ESTUDIO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
4.2	DIAGNÓSTICO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
4.3	PROPUESTA DE VALIDACIÓN – SIMULACIÓN ..	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
4.3.1	Planificación del escenario de validación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.3.2	Simulación del componente 5s .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.3.3	Estandarización de los métodos de trabajo .....	10
4.3.4	Automatización de controles .....	11
4.3.5	Gestión Visual .....	12
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>15</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Demoras en el proceso de extracción de aceite.....	10
Tabla 2: Resultados de la validación .....	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo General .....	5
Figura 2: Desarrollo del modelo propuesto .....	7
Figura 3: Causas primarias y causas raíz.....	9
Figura 4: Proceso de Prensado anterior a la mejora .....	10
Figura 5: Proceso de Prensado posterior a la mejora.....	11
Figura 6: Método de Clarificado posterior a la mejora .....	11
Figura 7: Sistema de control en el tanque sedimentador .....	12
Figura 8: Diseño del tablero de control .....	13



## 1 INTRODUCCIÓN

En el mundo globalizado, la competencia entre empresas es más intensa, todas buscan incrementar su productividad y eficiencia para mantener su mercado. En ese sentido, la eficiencia resulta un factor determinante para las mypes, porque permite un crecimiento económico a largo plazo. Sin embargo, Perú obtuvo un índice de eficiencia del sector alimenticio de 47% en el 2017, 14% menos que el promedio. Asimismo, la producción de aceites vegetales presentó un decrecimiento promedio de -5% entre los años 2018 y 2019 [1]. Según el Centro de Información de América Latina, entre 2019 y 2027, el consumo de aceite vegetal crecerá en 18%. La producción en Perú no está respondiendo a esta tendencia, ya que el crecimiento en la productividad de aceite vegetal entre 2018 y 2019 ha sido casi nula, con un valor de 0.2% [2]. Cabe resaltar que la eficiencia de las regiones palmeras del Perú están por debajo del estándar, siendo la tasa de extracción del caso en estudio 22.4%, en el Perú 24.9% y a nivel mundial 33.1% [3].

Ante lo expuesto, se reconoce que la industria presenta problemas de eficiencia en la extracción de aceite. En Malasia, uno de los principales productores en el mundo, se diseñó un modelo genérico que se caracteriza por diez procesos y factores clave que afectan al desempeño. En la región Caribe colombiana se tiene una empresa que presenta pérdidas importantes de aceite en el escobajo y en los efluentes del proceso. Las causas encontradas se resumen en bajo conocimiento técnico del personal operativo y a la escasa aplicación de formatos de control. En ambos estudios [4] [5], los autores coinciden que los factores claves en esterilizado son el suministro de baja presión de vapor, aire a baja presión; y. en Clarificado, el agua caliente, la calidad de los ácidos grasos libres y el manejo de válvulas.

En otros sectores, se abarca el mismo problema mediante la aplicación de otras herramientas como lean manufacturing debido a que pueden desempeñar un papel importante, especialmente ayudando a mitigar los efectos inherentes a las especificidades de un sistema de la agroindustria. Sin embargo, gran parte de las herramientas de gestión modernas se han desarrollado para sectores distintos, y existe una carencia de estudios que relacionen las ineficiencias y la eliminación de actividades que no agregan valor mediante la estandarización de trabajo. Por ello, nace el reto de plantear un modelo que muestre la aplicabilidad de las herramientas Lean al sector palma aceitero, mediante un modelo que

combina y adapta Estandarización de trabajo, 5S, Automatización de controles y Gestión Visual.

El artículo está dividido en 4 secciones. La introducción, ahonda en el problema y el marco contextual. La segunda, el estado del arte, resume los casos de éxito en las que se ha implementado y/o desarrollado las herramientas propuestas. La tercera sección es el aporte, en el cual se define la contribución de la presente investigación al sector. La cuarta sección contiene la validación, en este apartado se validará los resultados esperados en base a los indicadores. Y, por último, las conclusiones del presente artículo.

## 2 ESTADO DEL ARTE

### 2.1 Técnicas de solución

Lean Manufacturing es el principal impulsador para reducir desechos, mejorar la calidad, eliminar actividades que no agreguen valor y reducir tiempos y por consecuente incrementar la eficiencia de los procesos productivos. Una empresa de fabricación de aceite de coco implementó 5s y al finalizar el estudio se registró una reducción del tiempo de inactividad de los empleados y procesos [6] [7]. En América Latina, una industria redujo el uso de materiales y recursos naturales en producción, mejorando 17% en el consumo de sus recursos mediante la aplicación de Estandarización de trabajo [8]. En India y Brasil, se examinó el alcance y el impacto de las practicas Lean; como resultado las empresas con mayor adopción lean incrementaron la gestión de calidad de 1.4 a 3.1 puntos y la optimización de las máquinas de 1.4 a 2.6 [9].

Ante la escasez de estudios que muestren como una herramienta orientada a reducir los despilfarros puede incrementar los niveles de productividad y generar una transformación cultural, una empresa manufacturera integró la filosofía 5s para incrementar la eficiencia y brindar al operario la responsabilidad de su aprendizaje. La eficiencia subió de 54.6% a 58.8% [10]. Por otro lado, se realizó un diseño experimental y mejoró el clima de seguridad de los trabajadores en 43%, el tiempo de ciclo en 4%, el compromiso de la dirección y las dimensiones de participación en 75% [11].

## 2.2 Factores críticos de éxito

Cada empresa cuenta con sus propios factores que definen el éxito o el fracaso de la incorporación de herramientas, por lo que es importante identificarlos y tratarlos si es que no queremos fracasar en la implementación. Para elevar el éxito en la implementación lean, [12] propusieron un modelo de monitoreo. La tasa de éxito aumentó de 80% a 95%. Asimismo, debido al poco éxito de las pymes al incorporar Lean, se estudiaron los factores de éxito y obtuvieron que estos son: el apoyo de la alta dirección, visión compartida, buena comunicación y liderazgo. Además, sugieren que la integración simultánea de varias herramientas no siempre es posible, especialmente en las Pymes, ya que los recursos pueden ser limitados [13]. Interesados por la brecha de desempeño de las pymes, desarrollaron un estudio de las barreras y concluyeron que 5S, es la práctica esbelta líder y las menos practicadas son, flujo continuo y Jidoka por la alta inversión que demanda.

## 2.3 Aplicaciones en la agroindustria

Motivados en los costos de fabricación por la generación de residuos en los procesos de producción, incorporaron un marco, donde se compararon los métodos convencionales con la incorporación de un ciclo de mejora continua, logrando una directriz personalizable para la implementación Lean. Con esto, se logró tener diferencias de 34% y 2.5% en pérdida de insumos. De igual manera, [14] proponen la optimización de procesos en la elaboración de yogurt, utilizando el ciclo de mejora, evaluando las características de calidad del proceso, eliminando la variabilidad en 33%, y proporcionando ventajas frente a un problema de forma sistemática, consiguiendo reducción de variabilidad y errores en los procesos. Sin embargo, la investigación en la industria alimentaria aún se encuentra en sus etapas iniciales de desarrollo, por ello [15] realizaron casos de estudios en el sector que mostraron que la implementación lean se está produciendo con éxito y los principales beneficios obtenidos son el aumento de productividad, reducción de costos y reducción de tiempo de entrega.

## 2.4 Otros escenarios de aplicación

La literatura brinda un análisis de las empresas que utilizan practicas Lean y el principal resultado muestra que las industrias Lean tienen reducción en desechos en 8% y en costos 15%. Es por eso que desarrollaron una cultura orientada a la mejora continua con la estandarización de trabajo y lograron la estabilización con un sistema 5S [16]. Los defectos

se redujeron en 14% e insatisfacciones de clientes en 32.17%, se concluyó que la cultura se debe analizar antes de la ejecución. También se desarrolla una propuesta capaz de superar las barreras que tienen las organizaciones. Este modelo brinda lineamientos para la correcta aplicación y control. Se logró ahorro en maquinaria en 36% y la eficiencia incrementó en 25% [17]. Se ha analizado la forma en que se implementa Lean en empresas de diversos sectores industriales; una herramienta de corrección de errores que utiliza el principio RFT, útil para mantener la calidad del producto, evitando visualmente errores y acelerando la tasa de Rendimiento; y Gestión Visual, basada en el principio de encontrar la herramienta adecuada en el lugar y momento adecuado. La tasa de cumplimiento aumentó de 9 a 20 paletas por camión, mejorando así la tasa de llenado [18].

[19] demostraron la aplicabilidad de PDCA para reducir defectos, ya que en un estudio de caso lograron reducir al menos un 20% los desperfectos. En el sector de petróleo y gas se obtiene como resultado que los principios lean se optimizan a través del ciclo PDCA para proporcionar un sistema de gestión con indicadores clave necesarios para la mejora continua e incremental de los procesos, tecnologías y personas.

### 3 APORTE

#### 3.1 Vista general del modelo propuesto

Se desarrolla en un marco conceptual que tiene como objetivo integrar los principios de Lean Manufacturing entre las etapas de PDCA, enfoque metodológico ideal dada el tamaño de la empresa caso de estudio, para alcanzar la mejora continua e incremental de los procesos [22]. De lo que propone Deming las mejoras sustanciales se encuentra en Planificar, Hacer y Verificar por lo cual se presentan a detallar con mayor precisión esos pasos. A continuación, en la Figura 1 se presenta el modelo resultante:

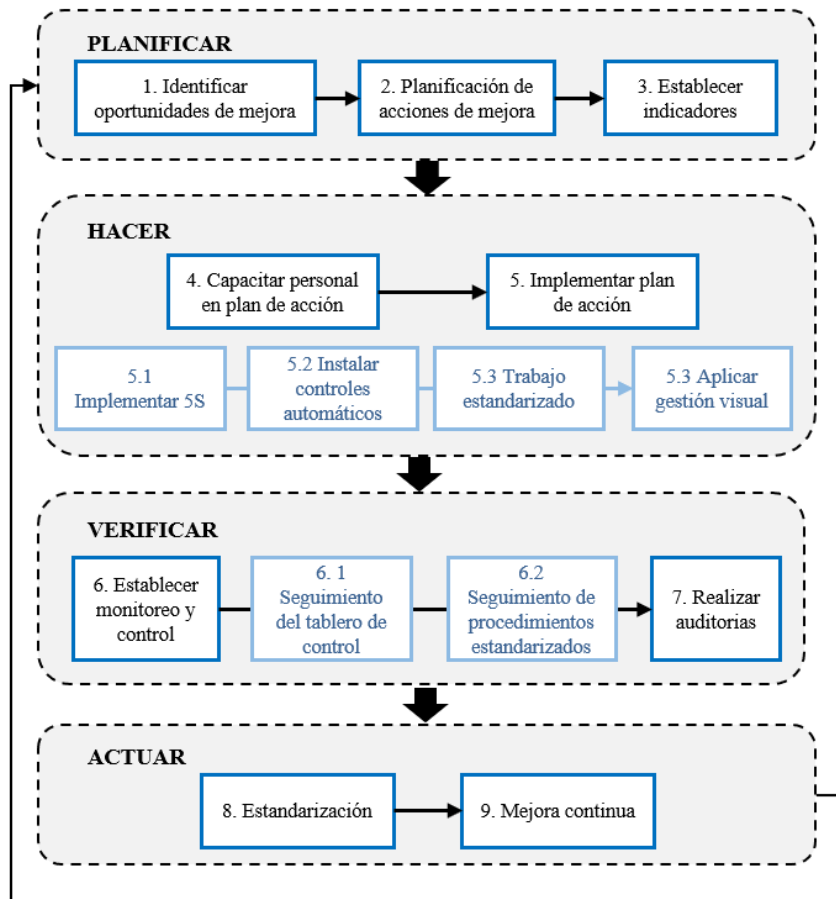


Figura 1: Modelo General

### 3.1.1 Fase 1: Planificar

En esta primera fase se realizó un análisis utilizando herramientas de ingeniería como Diagrama Ishikawa, Pareto, SIPOC, Análisis de Modo de Falla y Efectos, DAP, entre otros. Asimismo, se aplica mayor profundidad en la identificación de oportunidades de mejora debido a la naturaleza de la casuística hallada en la empresa, la cual pertenece a un sector competitivo con características muy distintivas de otros. A continuación, se seleccionaron de las herramientas y prácticas reunidas en la literatura, las más adecuadas para plantear las acciones de mejora.

### 3.1.2 Fase 2: Hacer

El objetivo de esta fase es implementar los planes de acción en base a las oportunidades de mejora detectadas en la fase planificar. Se ha repotenciado el alcance de lo que se quiere hacer a través de la transformación cultural del personal y la adopción de prácticas lean

manufacturing, para lo cual se necesita el apoyo de la alta dirección, visión compartida, buena comunicación, liderazgo, enfoque en el aprendizaje, recursos y capacitación [27].

El primer paso incluye la capacitación y entrenamiento del personal en el plan de acción, es decir crear una cultura de trabajo que entienda y reconozca la importancia de una gestión lean. Se entrenará gradualmente al personal en los componentes solución para facilitar la adaptación a los nuevos métodos de trabajo. La segunda consiste en implementan las acciones de mejora en el área de trabajo siguiendo la secuencia de técnicas siguientes:

- Implementación gradual de las 5S con lean learning
- Instalación de un sistema de control automático en el área de Clarificado para disminuir la intervención del operario en el control del proceso
- Estandarización de trabajo en las áreas de Prensado y Clarificado aplicando nuevos métodos de trabajo y procedimientos operativos estandarizados
- Gestión del rendimiento visual de la producción considerando procesos e indicadores claves

### 3.1.3 Fase 3: Verificar

Tiene el objetivo de monitorear y controlar el plan de acción de la fase anterior. Para ello se tienen dos actividades macro. La primera incluye seguimiento de los indicadores reales y propuestos del tablero de control y del cumplimiento de los procedimientos operativos estandarizados. La segunda actividad consiste en auditorías mensuales para monitorear el desarrollo de cada componente en la empresa.

## 3.2 Vista detalle del modelo propuesto

### 3.2.1 Componente 1 – Filosofía 5S

Se consideró el componente base que promueve el cambio cultural y genera el ambiente necesario para la aplicación exitosa del modelo desarrollado. En primer lugar, se entrenará y evaluará al personal en dos las primeras S, Clasificar y Ordenar. Posteriormente se entrena y comprueba la adopción de las S restantes, Limpiar, Mantener y Disciplinar.

### 3.2.2 Componente 2 – Controles automáticos y Estandarización de Trabajo

Consiste en la implementación de un sistema de control automático en la estación con productos fuera de especificación, Clarificado, a través de un método donde los errores son detectados mediante la inspección del valor de temperatura, tasa de entrada y presión del tanque. Posteriormente, la adaptación de un nuevo método de trabajo en las estaciones claves del proceso donde se ubican los problemas por métodos deficientes. Los operarios tendrán la responsabilidad y compromiso de usar las herramientas de apoyo que se considerarán en ambas estaciones.

### 3.2.3 Componente 3 – Gestión visual

Tiene el propósito de monitorear el cumplimiento de las actividades y mejoras planteadas, siendo la misma enfocada en la gestión visual. Para ello se desarrolla un tablero de control alineado a los objetivos del proceso a través de indicadores claves; el personal de producción tendrá acceso a un seguimiento diario de las actividades y sus resultados.

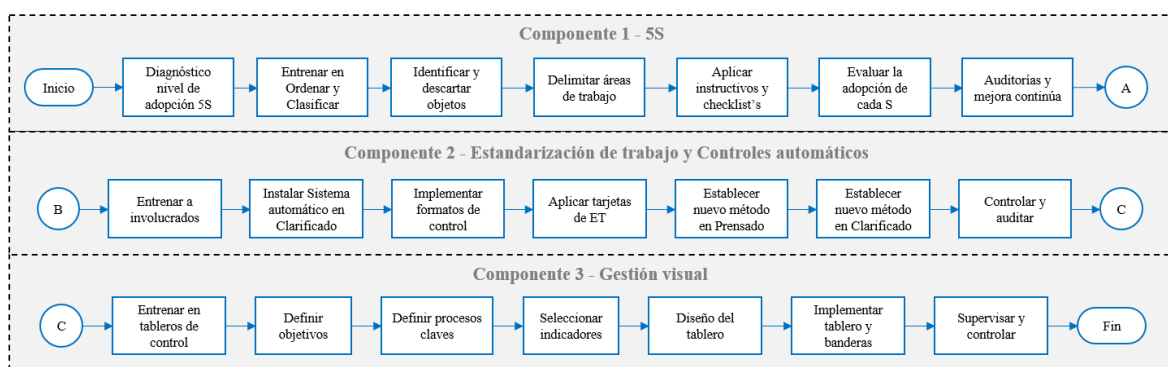


Figura 2: Desarrollo del modelo propuesto

## 4 VALIDACIÓN

### 4.1 Escenario de validación

El caso de estudio se realiza en una empresa, dedicada a la producción de aceite crudo de palma. Este producto es procesado y comercializado para los diferentes mercados de producción, tales como: elaboración de jabón de tocador y lavar, galletas, cosméticos, alimentos balanceados, etc. Se encuentra ubicada en el departamento de San Martín. En el

año 2019 obtuvo una producción de 11500 toneladas, generando ingresos superiores a los del año anterior.

Para validar nuestra propuesta, realizamos una simulación, para este fin utilizamos el software Arena versión estudiante. Primero, solicitamos la data, obteniendo los tiempos de 504 órdenes de producción de 27.5 toneladas. Posteriormente para saber su distribución, empleamos Input Analyzer, todas las distribuciones resultaron con un p. valor mayor a 5%, asegurando así su confiabilidad. Segundo, desarrollamos la representación del sistema, considerando los tiempos, pérdidas y recursos actuales. Tercero, programamos el simulador para generar 6 meses de producción, teniendo en cuenta las horas de trabajo efectivas. Cuarto, para saber el número de muestra para que la simulación sea confiable, utilizamos Output Analyzer, obteniendo como resultado 30 corridas. Finalmente, los datos de salida fueron analizados también mediante Output Analyzer.

#### 4.2 Diagnóstico inicial

Debido a que es considerada una joven empresa, en su esfuerzo por querer mejorar su eficiencia, presenta 3 problemas al largo de su proceso de extracción, los cuales se resumen en un diagrama de causas primarias y causas raíz. Primero, se tienen mermas en la fibra de las Prensas y perdidas de aceite en las aguas residuales de Clarificado ocasionados por la falta de control de las variables del proceso como el punto de dilución, la humedad y temperatura de los tanques y equipos. Segundo, se encuentra aceite que incumple con las especificaciones de acidez libre y porcentaje de impurezas. Este último se eleva debido al incumplimiento de los procedimientos y el tanque sedimentador no separa totalmente las impurezas del aceite. Tercero, se presentan demoras, materia prima en espera y pérdidas en los procesos de recepción-pesado, esterilizado y malaxado-prensado a causa de desorden de equipos, herramientas, materiales y la falta de delimitación de áreas.



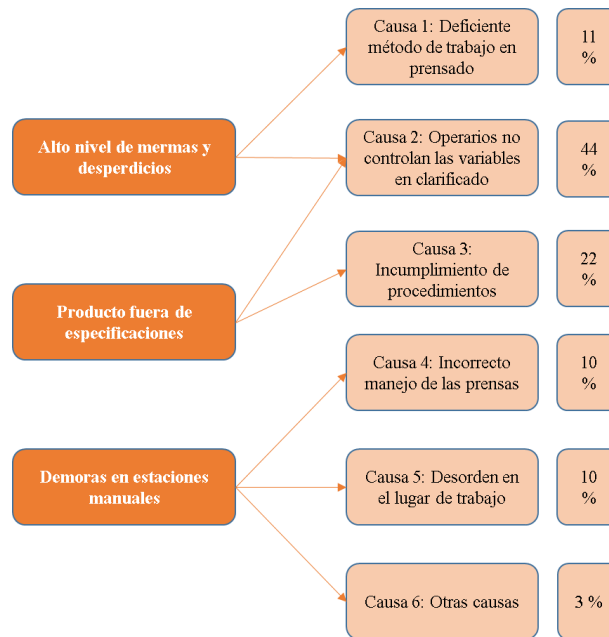


Figura 3: Causas primarias y causas raíz

Para realizar la comparación de los resultados hemos recopilado resultados de casos de éxito [17], [18] y [20] en escenarios similares, en los cuales se obtuvieron resultados como la disminución del 50% en las pérdidas de materia prima principal y la reducción de hasta 8% del tiempo estándar. Para nuestro caso, se tiene un nivel de pérdidas por merma del 2.9% y por productos fuera de especificaciones del 3.4%. Y se plantea como meta reducir las pérdidas a 1.5% y 1.7% respectivamente, en un periodo de 6 meses. Adicionalmente, tendremos indicadores que medirán el desempeño de la propuesta en función a las herramientas 5S, Estandarización de Trabajo y Gestión Visual, desde el día cero hasta la implementación periódica.

### 4.3 Diseño de la validación

#### 4.3.1 Simulación del componente 5S

Resulta complejo simular una herramienta de transformación cultural, pero logramos desarrollarlo midiendo los tiempos de demora en las estaciones que interviene la participación del hombre. Las demoras estaban entre los procesos de Pesado – Recepción, Recepción – Esterilizador y Malaxado – Prensado y las consideramos como inputs del sistema actual diseñado en Arena.

El rol de este componente fue reducir el tiempo perdido que se generaba por el desorden en la planta de producción. Los cuales se mitigaron mediante la clasificación y ordenación de equipos y herramientas en las áreas de trabajo; la aplicación de instructivos de limpieza antes, durante y después de las actividades; auditorias periódicas de 5S; y un plan de capacitaciones, incentivos y reconocimiento. Se considera que los cambios en la cultura de trabajo mejoran el rendimiento y participación de los colaboradores. En torno a lo recabado en la literatura, asignamos que los tiempos de demora en el modelo de mejora de Arena se reducen en un 50% como se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 1: Demoras en el proceso de extracción de aceite

Estación	Motivo	T. Prom (min)	T. Reducido (min)
Pesado - Recepción	Disposición de virutas y torta	3.00	1.50
Recepción - Esterilizado	Suciedad en la estación y desorganización de materiales	3.00	1.50
Malaxado - Prensado	Desorden de herramientas	3.50	1.00

#### 4.3.1 Estandarización de los métodos de trabajo

Teniendo en cuenta los tiempos de duración de las actividades, los porcentajes de pérdida y los métodos actuales de Prensado y Clarificado, se realizó la simulación, obteniendo perdidas actuales en Prensado de 161.89 toneladas y en Clarificado de 230.37 toneladas. Posteriormente, con de los nuevos métodos de trabajo, teniendo en cuenta indicadores sugeridos por autores que desarrollaron propuestas similares, realizamos los cambios sobre el modelo inicial. A continuación, se puede observar la comparación entre el método nuevo y el antiguo en Prensado.



Figura 4: Proceso de Prensado anterior a la mejora



Figura 5: Proceso de Prensado posterior a la mejora

El objetivo de esta parte de la simulación fue medir el nivel de reducción de mermas y desperdicios mediante la estandarización de los métodos del trabajo, obteniendo pérdidas en Prensado de 87.20 toneladas y Clarificado de 116.35 toneladas. Asimismo, obtener las métricas de reducción de los productos fuera de especificación, que pasaron de 419.20 a 213.53 toneladas correspondiente a la acidez.

#### 4.3.2 Automatización de controles

El sistema actual, no contaba con controles ni mediciones de las variables, por lo que se mejoró el método de medición y trabajo, empleamos válvulas de vapor y de agua caliente de acuerdo con la lectura de los termómetros, y la dilución de acuerdo con las muestras de laboratorio. Por ello, se presenta como solución equipos que retiren esta carga manual de los operarios y faciliten la lectura y ajustes de variables. A continuación, el método nuevo de Clarificado.



Figura 6: Método de Clarificado posterior a la mejora

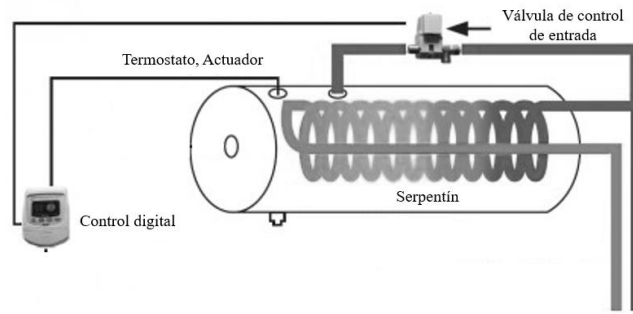


Figura 7: Sistema de control en el tanque sedimentador

En la entrada al serpentín, se tiene actuadores y válvulas conectados a un termostato al nivel del agua del tanque. Asimismo, se instaló válvulas de control de entrada de licor de prensa para evitar sobrecargas. Se obtuvo como resultado después de simular el estado actual pérdidas de 741.77 toneladas correspondientes a productos fuera de especificación por exceso de impurezas y con los cambios orientados a la mejora en la representación del sistema, se tuvo pérdidas de 348.20 toneladas. Asimismo, el control dejó de depender de los operarios, incrementando su tiempo de productividad.

#### 4.3.3 Gestión Visual

Una vez simulado el proceso, tuvimos que asegurar el cumplimiento de lo planteado en el proyecto, es por eso por lo que se desarrolló un tablero de gestión visual como herramienta de soporte. El rol que cumple este tablero es para mejorar la comunicación dentro de la planta, se implementó también 2 tipos de banderas ubicadas a la vista de todos, una de color verde, que indica que la producción va en los niveles esperados y otra de color rojo, que indica alguna contingencia. El objetivo de esta herramienta dentro de la simulación fue incrementar el nivel de comunicación dentro de la empresa.

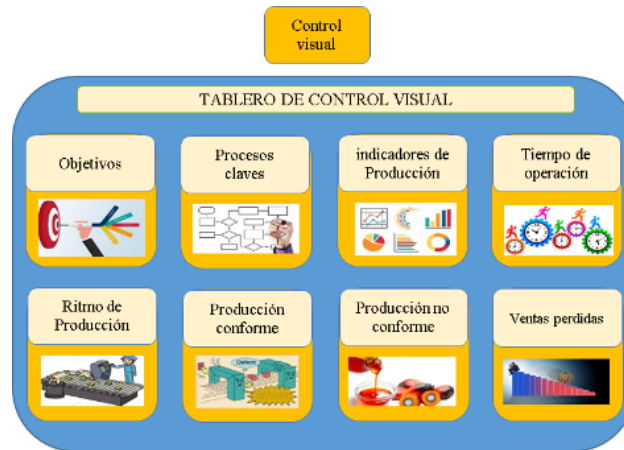


Figura 8: Diseño del tablero de control

## 5 RESULTADOS

Finalmente, nuestro indicador principal que es la tasa de extracción se ve mejorada, teniendo un incremento de 7.1%, debido a que se lograron reducir los niveles de mermas de 3.1% a 1.6%; la producción de aceite fuera de especificaciones de 7.6% a 3.8%, y los tiempos improductivos se redujeron en 30%. Los resultados en los diferentes indicadores evaluados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2: Resultados de la validación

	Indicador	Actual	Esperado	Obtenido
Mermas y desperdicios (tn)	En Prensado	161.89	80.95	81.27
	En Clarificador	230.37	115.19	116.35
Producción no conforme (tn)	Por Acidez	419.20	209.60	213.54
	Por impurezas	741.77	370.89	384.20
Demoras (h)	Demoras	3972.73	1986.37	1672.73
Eficiencia %	Tasa de Extracción	21.83	25.00	23.37

## CONCLUSIONES

En conclusión, este artículo presenta un modelo de mejora para incrementar la eficiencia de producción basándose en herramientas lean manufacturing y el ciclo pdca, como resultados, después de la modelación de las herramientas propuestas mediante el simulador ARENA, se logró incrementar la eficiencia de extracción del caso en estudio, pasando a tener una tasa de 21.83% a 23.37%. Además, el presente proyecto incorpora y combina la estandarización de métodos de trabajo, sistemas de control, 5s y Gestión visual, con el propósito de reducir

las mermas de materia prima, los productos fuera de especificaciones y los tiempos de demora en el proceso productivo.

## 6 REFERENCIAS

- [1] PRODUCE, M. de la P. (2019). Reporte de Producción Manufacturera.
- [2] CIAL, C. de I. de A. L. (2018). Análisis de la Industria de Alimentos y Bebidas Perú.
- [3] Fedepalma, F. N. de C. de P. de A. (2018). Informe de Gestión Fedepalma 2018.
- [4] Meriño, L., Abiantun, A., Germán, L. and Sepúlveda, J., 2018. Evaluation Of Key Factors, Productive Losses And Environmental Impacts In Palm Oil Production Process. Barranquilla, Colombia: 7th International Workshop on Advances in Cleaner Production. Available at: [http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sessoes/5B/3/merino\\_li\\_et\\_al\\_academic.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sessoes/5B/3/merino_li_et_al_academic.pdf). [Accessed 16 October 2020].
- [5] Inyang J., Andrew-Munot M., Syed T. & Shirley J. T. (2019). A Model to Manage Crude Palm Oil Production System. MATEC Web of Conferences. 255. 02001. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201925502001>
- [6] Rao, G. V. P., Nallusamy, S., & Rajaram Narayanan, M. (2017). Augmentation of production level using different lean approaches in medium scale manufacturing industries. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(12), 360–372
- [7] Sundharesalingam, P., Mohanasundari, M., & Vidyapriya, P. (2018). Applications of lean tools in coconut oil manufacturing company at erode district. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 9(2), 665–678. <https://doi.org/10.24247/ijmperdapr201967>
- [8] Pinto, M. J. A., & Mendes, J. V. (2017). Operational practices of lean manufacturing: Potentiating environmental improvements. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(4 Special Issue), 550–580. <https://doi.org/10.3926/jiem.2268>
- [9] Raj, D., Ma, Y., Hae, J., Banning, J. (2017). Implementation of lean production and environmental sustainability in the Indian apparel manufacturing industry: a way to reach the triple bottom line. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 10(3), 254-264. <https://doi.org/10.1080/17543266.2017.1280091>
- [10] Todorovic, M., Cupic, M. (2017). How does 5s implementation affect Company

- performance? A case study applied to a subsidiary of rubber goods manufacturing from Serbia. *Engineering Economics*, 28(3), 311-322. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.28.3.16115>
- [11] Srinivasan, S., Ikuma, L.H., Shakouri, M., Nahmens, I. and Harvey, C. (2016), "5S impact on safety climate of manufacturing workers", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 27 No. 3, pp. 364-378. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2015-0053>
- [12] Van Assen, De Mast (2019) Visual performance management as a fitness factor for Lean, *International Journal of Production Research*, 57:1, 285-297, <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1479545>
- [13] Alhuraish, I., Robledo, C., & Kobi, A. (2017). A comparative exploration of lean manufacturing and six sigma in terms of their critical success factors. *Journal of Cleaner Production*, 164, 325–337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.146>
- [14] Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Gómez Paredes, F. J. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 122–133. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.002>
- [15] Psomas, E., Antony, J., & Bouranta, N. (2018). Assessing Lean adoption in food SMEs: Evidence from Greece. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(1), 64–81. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2016-0061>
- [16] Panwar, A., Nepal, B., Jain, R., Rathore, A. P. S., & Lyons, A. (2017). Understanding the linkages between lean practices and performance improvements in Indian process industries. *Industrial Management and Data Systems*, 117(2), 346–364. <https://doi.org/10.1108/IMDS-01-2016-0035>
- [17] Pakdil, F., & Leonard, K. M. (2017). Implementing and sustaining lean processes: the dilemma of societal culture effects. *International Journal of Production Research*, 55(3).
- [18] Aicha Amrani & Yves Ducq (2020) Lean practices implementation in aerospace based on sector characteristics: methodology and case study, *Production Planning & Control*, <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1706197>



- [19] Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- [20] Powell, D., Lundeby, S., Chabada, L. & Dreyer, H. (2017). Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer. *International Journal of Lean Six Sigma*. 8. 53-64. 10.1108/IJLSS-06-2015-0024.