

UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE LA MÁQUINA X1 EN SOMA
ALIMENTOS S.A.C.**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el grado de bachiller en Ingeniería Industrial

AUTORES

Flor Maria Ayala Rondan (Código 201520174)

Carlo Antonio Montoya Castañeda (Código 201510102)

ASESOR

Alejandro Gallegos Chocce

Lima – Perú

2020

Agradecimientos:

Flor:

A Dios, por su provisión y cuidado.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

Carlo:

Al “hoy mejor que ayer, pero no mejor que mañana”,
porque es mi manera de entender y vivir la filosofía Lean.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	13
1.1. Industria del jugo cold-pressed	13
1.1.1. Tendencias del mercado peruano en el consumo de jugos	13
1.1.2. Distribución de los costos	14
1.1.3. Productividad en la industria alimentaria	15
1.1.4. KPIs relevantes de la industria	16
1.1.5. Herramientas de control	18
1.2. Lean Manufacturing	18
1.2.1. Adaptación al contexto específico y vacíos en la literatura	19
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	22
3.1. Definición de objeto de estudio y muestra	22
3.2. Diseño general de la investigación	23
3.3. Objetivo general y específicos	23
3.4. Método usado para la intervención	24
3.5. Variables de estudio	25
3.6. Fuentes de información	27
3.7. Limitaciones	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

ANEXOS	34
---------------------	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Artículos revisados que estudian Lean en PYMEs.....	20
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del procesamiento de manzanas.	10
Figura 2. Estudio global sobre salud y percepciones de ingredientes.	14
Figura 3. Ejemplos de costos variables en la industria alimentaria.	15
Figura 4. Siete desperdicios que ocurren en todas las operaciones.	19
Figura 5. Diagrama de procesos de SOMA Alimentos	22
Figura 6. Diagrama de Pareto de tiempos invertidos por insumo.	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de planta de SOMA Alimentos.....	34
Anexo 2. Project Charter	35

RESUMEN

En la presente investigación se plantea responder a la pregunta: ¿Cómo puede el proceso de producción de la línea de producción encargado del procesamiento de manzana, zanahoria, piña y pera en SOMA Alimentos S.A.C. mejorar, para incrementar su productividad?

Para responder a esta pregunta se seguirán los pasos de la metodología DMAIC. Las etapas de definición y medición permitieron medir el desempeño inicial del proceso. Se registraron los factores críticos de calidad y se estableció de forma cuantitativa la magnitud de la mejora requerida en kg/hora hombre. En la etapa de análisis se determinarán las causas raíz de los defectos encontrados y la variabilidad de los procesos. Acorde a ello se procederá a plantear mejoras ajustadas al contexto de la empresa. Finalmente, se implementará un sistema de control que mantenga el rendimiento del proceso en sus nuevos niveles.

PALABRAS CLAVES:

Mejora continua, DMAIC, producción, Lean Manufacturing.

ABSTRACT

PROPOSAL FOR THE IMPROVEMENT OF THE PRODUCTIVITY OF THE CONDITIONING AND PRESSING LINES IN SOMA ALIMENTOS S.A.C.

The present investigation aims to answer the question: How can the production process of the production line responsible for processing apples, carrots, pineapples and pears at SOMA Alimentos S.A.C. be improved, in order to increase its productivity?

To answer this question, the steps of the DMAIC methodology will be followed. The definition and measurement stages allowed the initial performance of the process to be measured. The critical quality factors were registered and the magnitude of the required improvement in kg/hour was established in a quantitative way. In the analysis stage, the root causes of the defects found, and the variability of the processes were determined. According to this, improvements adjusted to the context of the company will be proposed. Finally, a control system will be implemented to maintain the performance of the process at its new levels.

KEYWORDS:

Continuous improvement, DMAIC, production, Lean Manufacturing.

INTRODUCCIÓN

SOMA Alimentos S.A.C. es una PYME que compete en el mercado de jugos *cold pressed* en Lima, Perú desde el 2015. A la fecha, cuenta con un portafolio de 11 jugos, los cuales utilizan el zumo de distintos insumos naturales (frutas y verduras) y, a lo largo del proceso, no se le añaden conservantes, azúcar, ni ningún otro tipo de aditivo químico. De acuerdo a su plan de expansión, SOMA ha establecido contratos con algunas empresas para la oferta de sus productos; uno de los más importantes, en agosto del 2019 con una importante cadena internacional de café. No obstante, la demanda requerida por esta última supera los niveles de producción actuales. El reto ahora es poder cumplir con el compromiso pactado. Para SOMA esto es de vital importancia, ya que la poca diferenciación entre sus productos y los de sus competidores incrementa la presión en aprovechar todo canal de venta disponible.

De entre todos los insumos utilizados, la manzana es la que experimenta una mayor demanda de procesamiento, de un promedio de 2100 kg mensuales a 4500 kg mensuales para el final del año. La **Figura 1** permite entender la problemática explicada.

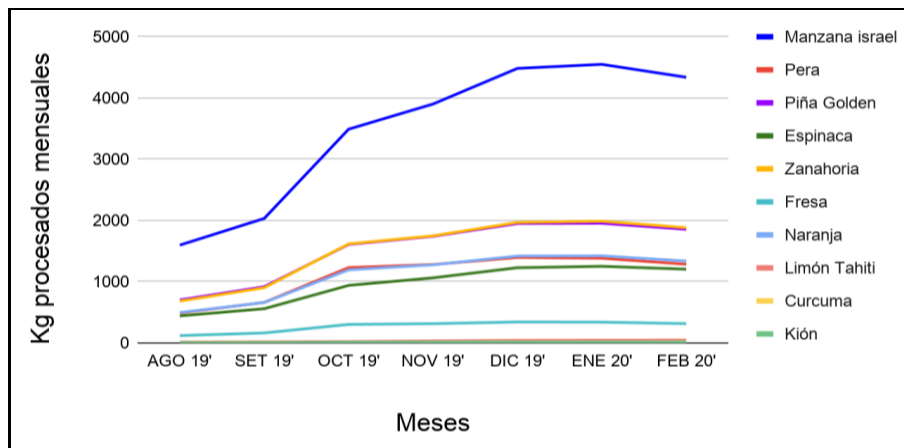


Figura 1. Evolución del procesamiento de manzanas.

Fuente: Datos de la empresa SOMA

La planta de producción cuenta actualmente con 5 operarios y 3 prensadoras: la X1, la Norwalk y la Omega. Cada una puede procesar distintos insumos de acuerdo a la cantidad de litros requeridos por insumo. La manzana, por ejemplo, solo puede ser procesada por la X1. Debido a que la empresa aún no ha logrado alcanzar su punto de equilibrio, la decisión de adquisición de activos fijos para incrementar la capacidad instalada de las líneas de producción es una decisión que, de acuerdo a Hervé Galidie, Gerente de Operaciones de SOMA, de no estar justificada, es decir, tener un ROI positivo en los próximos meses, podría ser perjudicial para el futuro de la empresa.

La planta opera un solo turno, de lunes a viernes de 6:00 am a 16:00 pm y los sábados de 6:00 am a 12:00 pm. Sin embargo, la hora de despacho de los productos terminados, esto es, jugos prensados, embotellados y etiquetados, se realiza a las 12:00 pm, por lo que todo procesamiento se debe realizar en la franja horaria disponible anterior a esta hora. El resto de tiempo se utiliza para la recepción, pesado y almacenaje de la materia prima, además de la limpieza de la planta.

La planificación de la producción, así como los procedimientos para cada proceso en las líneas es determinada por Luciano Usnayo, Jefe de Planta. Se cuenta con un Gantt que establece un orden en el que se procesan los insumos y se asigna un tiempo para cada proceso. No obstante, la demanda diaria es variable, ya que responde a las fluctuaciones de necesidades de cada canal de venta, por lo que, en lugar de respetar el orden del documento mencionado, el proceso se torna más reactivo y procura evitar tiempos de parada de las máquinas.

Por parte del Gerente de Operaciones, recibimos la inquietud de no tener la seguridad de cuántas veces se debería prensar los insumos que son procesados por la X1, ya que, por un lado, con la cantidad de prensadas actuales, variables de acuerdo al criterio del operario, llegaban a la meta del día en litros; y por el otro, habían observado que en cada prensada la cantidad de zumo obtenido era distinto, pero invertían la misma cantidad de tiempo en el proceso. Por ello, se cuestionaban si el proceso actual era el más eficiente o deberían realizar cambios para mejorar su productividad y cuál sería el impacto de esos cambios en términos operativos y económicos.

En la presente investigación se plantea responder a la pregunta: ¿Cómo puede el proceso de producción de la línea de producción encargado del procesamiento de manzanas en SOMA Alimentos S.A.C. mejorar, para incrementar así su capacidad y reducir la brecha de capacidad hacia la demanda proyectada para el 2020?

Para responder a esta pregunta se seguirán los pasos de la metodología DMAIC. Un mayor detalle del problema en base a la información provista por la empresa será presentado en el subsiguiente capítulo. Luego, se procederá a medir el desempeño actual del proceso en base a los factores críticos de calidad que se hayan determinado anteriormente y se establecerá de forma cuantitativa la magnitud de la mejora requerida. En la etapa de análisis se determinarán las causas raíz de los defectos encontrados y la variabilidad de los procesos. Dependiendo de la complejidad del problema y sus causas se procederá a evaluar posibles mejoras. Finalmente, se implementará un sistema de control que mantenga el rendimiento del proceso en sus nuevos niveles.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. Industria del jugo cold-pressed

El mercado de jugos cold-pressed es uno de los mercados de productos más innovadores y competitivos en el sector de la alimentación y las bebidas en los últimos años a nivel mundial. Las empresas en este sector han notado un cambio en el comportamiento de compra reflejado en el aumento de producción de zumos desde la Segunda Guerra Mundial [1]. Impulsados por una mayor concientización de la salud, el aumento del poder adquisitivo que promueve la compra de productos más sofisticados y los cambios de estilo de vida con tendencia a preferir productos naturales y “sanos”, el mercado se está expandiendo con el uso de la alta tecnología en el procesamiento y envasado a nivel mundial [2,3]. El procesamiento es un elemento diferenciador en este sector en el que destacan dos tipos.

El primero, los extractores centrífugos de zumo. Es el tipo más común de exprimidor donde se utiliza una hoja de metal de giro rápido que gira contra un filtro de malla, separando el jugo de la pulpa a través de la fuerza centrífuga. La desventaja con este tipo de exprimidores es que la cuchilla metálica de rotación rápida genera calor, lo cual destruye algunas de las enzimas de las frutas y verduras que están siendo procesadas.

El segundo, los exprimidores de prensado en frío (cold-pressed). En este tipo de exprimidor se extrae el jugo, primero, triturando y luego prensando lentamente las frutas y verduras para obtener el mayor rendimiento del jugo. [4]

Un estudio realizado en el 2017 [5], comparó el valor nutricional del zumo de uva preparado por tres exprimidoras domésticas, los dos tipos mencionados anteriormente y una licuadora. Se constató que efectivamente el zumo extraído por el exprimidor cold-pressed tenía una calidad nutricional superior a la de los otros dos tipos.

1.1.1. Tendencias del mercado peruano en el consumo de jugos

A nivel nacional, como se observa en la **Figura 2**, los consumidores se muestran más selectivos debido a que evitan productos con alto contenido de azúcar y saborizantes

artificiales, por considerarlos dañinos para la salud. El 49% de los peruanos sigue dietas bajas en grasa y el 35% bajo en azúcar, ubicándonos en el segundo lugar en Latinoamérica después de México. [6]

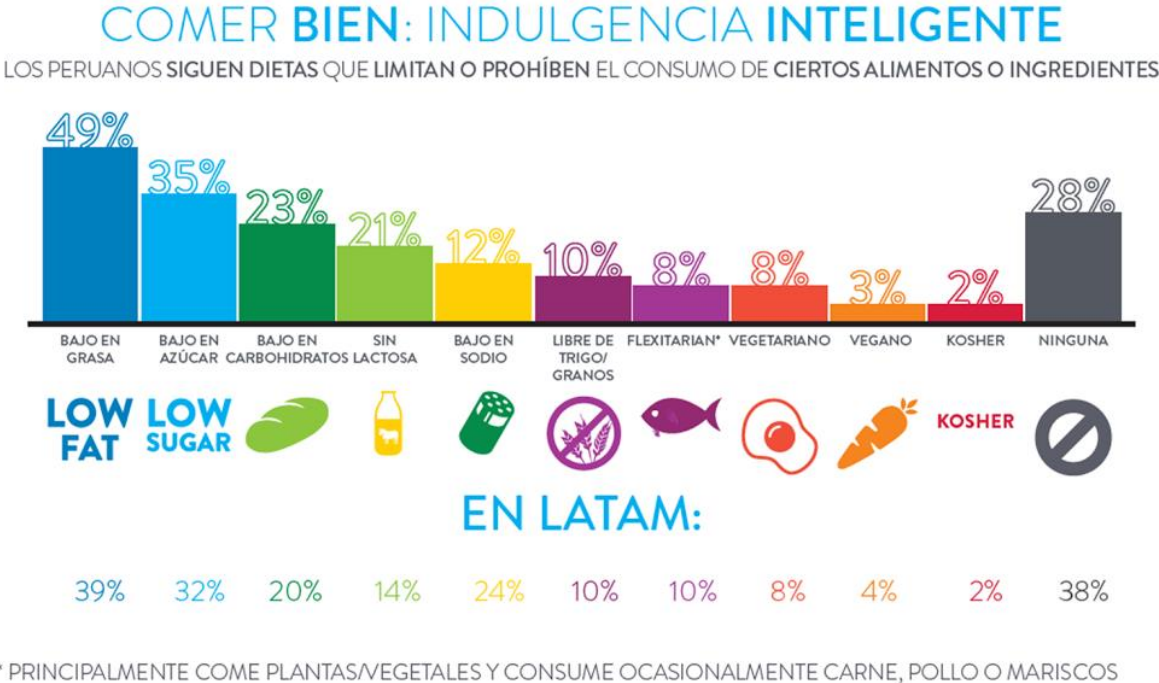


Figura 2. Estudio global sobre salud y percepciones de ingredientes.

Fuente: The Nielsen Company [6]

Julia Buech [7], analista global de alimentación y bebidas, afirma que en este sector el slogan ‘lo mejor para tí’ ha pasado de ser un producto agradable a una necesidad. Las directrices e iniciativas gubernamentales de todo el mundo sobre la reducción del azúcar hacen que la industria del zumo tenga que redefinir profundamente su relación con el azúcar. La creciente tendencia y demanda por productos saludables permite que minoristas y emprendedores aprovechen la oportunidad en abrir nuevos negocios para satisfacer la necesidad latente.

1.1.2. Distribución de los costos

El reporte anual publicado por Damoradan [8] sobre los márgenes obtenidos en diferentes industrias demuestra que el margen bruto obtenido por el sector productor de alimentos asciende a 27,86% y la utilidad neta, a 11,98%. Dudbridge [9] plantea una la siguiente distribución de costos común en las empresas que operan en este sector:

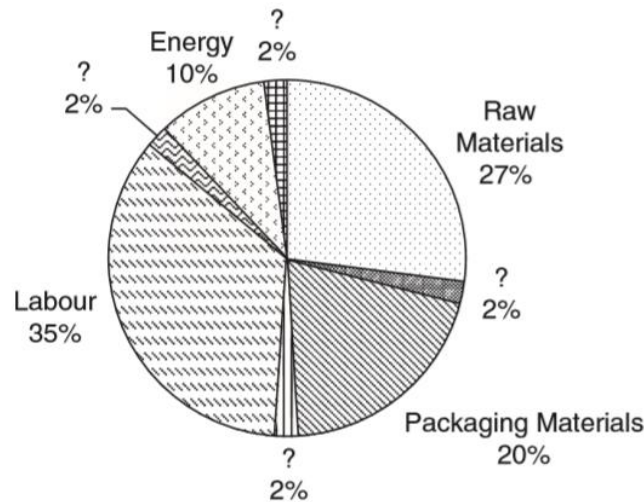


Figura 3. Ejemplos de costos variables en la industria alimentaria.

Fuente: Dudbridge, M. [9]

Como se observa en la **Figura 3**, los factores mano de obra, energía, material de empaque y materia prima son los más significativos; de los cuales los dos últimos representan juntos el 47% de los costos. Dada su naturaleza estrechamente relacionada al nivel de producción, estos imponen restricciones en cuanto a la capacidad de las empresas a disminuir sus costos unitarios, lo que dirige la atención más bien hacia operaciones más eficientes. Además, tal como mencionan Jain y Lyons [10], estos productores se enfrentan ahora a minoristas más poderosos, quienes demandan un mayor mix de productos, tiempos de entrega y tiempos entre entrega más cortos y regularmente una reducción en los precios. La gestión eficiente de las operaciones no resulta entonces ser una alternativa sino la vía necesaria para sobrevivir en este competitivo mercado.

1.1.3. Productividad en la industria alimentaria

Teniendo en cuenta el mercado global actual y la realidad nacional, es necesario que las empresas exploren las formas de mejorar su productividad en términos de mantener la seguridad, el uso de materiales sostenibles en el envasado, la implementación de tecnología flexible y estandarizada, y la adopción de principios de gestión probados [10],[11]. Con este fin, las empresas se han esforzado por mejorar la eficiencia de sus operaciones a través de mejoras en los procesos. La reducción de residuos y los cortos plazos de entrega se vuelven aún más imperativos en la industria alimentaria debido a la naturaleza perecedera del producto.

1.1.4. KPIs relevantes de la industria

Dudbridge [9] propone en su guía de aplicación de Lean Manufacturing una variedad de indicadores agrupados por diferentes elementos de la operación. Una selección basada en el grado de aplicabilidad de la empresa a evaluar se presenta a continuación:

KPIs para empleados

- % Empleados entrenados en el manejo de una máquina: Da una indicación de la habilidad de la operación para flexibilizarse y reaccionar eficientemente frente a situaciones. Un mayor valor indica que, en caso de una baja en el empleado encargado, las operaciones que involucren el uso de esta máquina van a poder darse sin un sacrificio en el rendimiento esperado.

KPIs para maquinaria

- Velocidad media de corrida: Cantidad de producto hecho o empaquetado por minuto u hora. Cantidad de producto hecho o empaquetado por minuto u hora. Está relacionado al OEE (Overall Equipment Efficiency), el cual se calcula como el producto de tres componentes:
 - Disponibilidad: La máquina debió estar operando, pero no lo hizo.
 - Rendimiento: La máquina debió correr a 100 unidades por minuto, pero lo hizo a una velocidad diferente.

- Calidad: La máquina opera, pero produciendo productos con defectos.
- Tiempo promedio de cambio: Algunas líneas de producción cambian de producto en más de una ocasión por turno, o incluso por hora. Estos cambios deben ser manejados tan eficientemente como sea posible.
- % de veces donde la causa de tiempo muerto es la falta de materiales: Si una línea de producción no es capaz de trabajar debido a la falta de material a procesar, esto indica una pobre comunicación entre la línea y su proveedor.
- Número de cambios en la máquina no planificados por turno: El número de cambios en la máquina debe ser minimizado a fin de mantener la máquina operativa en lugar de inactiva.
- % Eficiencia de la mano de obra: Se calcula como el cociente entre las horas hombre que debieron ser utilizadas para las operaciones de una línea de producción y el número de horas hombre realmente utilizadas en esa línea.
- % Eficiencia de maquinaria: Es calculado como el cociente entre lo que produjo una máquina y lo que debió producir en un intervalo de tiempo.

KPIs para productos

- Despilfarro promedio de los productos producidos: Si los productos contienen más contenido que el indicado, este peso en exceso se denomina “despilfarro”.
- Puntuación promedio de calidad: Definido por cada empresa en específico, da una mirada del balance logrado por la fábrica y la atención requerida para lograr que el producto cumpla con los requerimientos.
- Número de productos rechazados.

KPIs para procesos

- Temperatura promedio de materiales que llegan a la línea: Diseñado para asegurar la adecuada refrigeración de la materia prima, este KPIs debe ser utilizado solo en el corto plazo y abandonarse cuando el proceso en cuestión se encuentre regularizado.

- Peso total de basura producida por turno: Puede ser expresada como porcentaje del total de producto producido, de tal forma que es claro cuándo es que el equipo tiene un buen resultado.
- % Fallas en la revisión de procesos: Esta revisión debe llevarse a cabo de una forma científica de tal manera que sea confiable. Este KPI hace las veces de una auditoría formal sobre los procesos y debería monitorearse de forma regular.

1.1.5. Herramientas de control

Short Intervals Control (SIC)

- Velocidad de funcionamiento de la máquina: Verifica la cantidad de producto producido por una máquina en un corto intervalo de tiempo. Este debería alinearse a la velocidad media de corrida esperada.
- Ajuste al plan: Si la línea de producción se desvía del plan establecido, esto puede causar efectos de gran magnitud en el negocio.

Daily/Weekly Operating Report (DWOR)

El DWOR (Reporte de Operaciones Diarias/Semanales en español) captura la información de KPIs y las registra en un documento, usualmente una hoja de cálculo, con resultados diarios y semanales hasta la fecha.

1.2. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una forma de operar de clase mundial de aceptación global con enfoque en la reducción de desperdicios y la instauración de un sistema de producción *pull* [12],[13],[14]. Los 5 principios sobre los cuales se basa son [12]:

- Especificar valor
- Identificar el flujo de valor y eliminar el desperdicio
- Asegurar un flujo suave para el valor
- Producir solo lo necesario

- Apuntar a la perfección a través de la eliminación continua del desperdicio

Si bien es considerada como un estándar en la industria para la mejora sistemática de la productividad [15],[16], el éxito de su aplicación a través de diferentes sectores se ve contaminado por varios intentos de aplicación fallidos [17] con reportes de 60%-90% de programas de mejora no exitosos [18],[19],[20]. De hecho, es debatible que los principios propuestos por Lean, sus métodos y los cambios propuestos pueden ser aplicados en todas las industrias [12],[21],[22].

1.2.1. Adaptación al contexto específico y vacíos en la literatura

Dudbridge [9] se basa en los principios de Lean Manufacturing para plantear los siete tipos de desperdicio comunes en la industria alimentaria mostrados en la **Figura 4**.

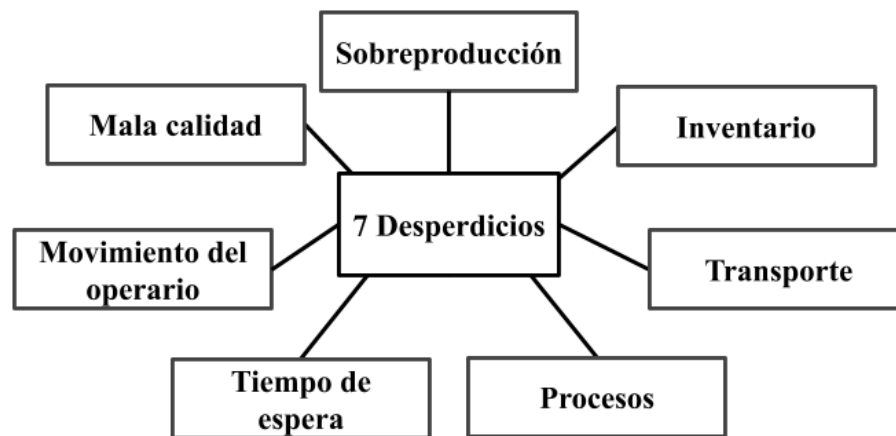


Figura 4. Siete desperdicios que ocurren en todas las operaciones.

Fuente: Dudbridge [9]

Las investigaciones del uso de Lean Manufacturing han buscado encontrar los factores críticos que ayudan a la reducción de estos desperdicios. Sin embargo, no hay muchos estudios que estudien la productividad en PYMES [23]. Los estudios realizados por Jasti y Kodali [24],[25] muestran que de la población de estudios encontrados en el ámbito mencionado, un 54% de artículos tiende a un enfoque descriptivo o conceptual, lo que deja

un 46% con alguna base empírica. Una evaluación cuantitativa razonable de Lean y los factores de éxito y fracaso fueron prácticamente inexistentes.

El alcance se vuelve aún más estrecho si es que se segmentan los casos estudiados por tipo de empresa, siendo las medianas y grandes empresas (de 40 a más de 250 empleados) las predominantes. Bakas et. al [26] plantea que actualmente son las empresas pequeñas las que se han visto forzadas a replantear su estrategia para poder mantenerse competitivas. Se producen productos más customizados, en lotes más pequeños y con tiempos de entrega más cortos, lo que tiene un impacto en las operaciones y requiere mayores mejoras. Tras una búsqueda con palabras clave “Lean” y “SME” (Small and Medium Enterprises por sus siglas en inglés) un total de nueve artículos fueron encontrados, que se muestran en la **Tabla 1**:

#	Autores	Metodología	Foco de la investigación
1	Achanga <i>et al.</i> (2006)	- Revisión de la literatura - Casos: 10 MYPEs (Reino Unido)	Factores críticos de éxito ara la implementación de Lean en PYMEs
2	Kumar <i>et al.</i> (2006)	- Caso 1: MYPE (India), accesorios de automóviles	Marco de trabajo combinando Lean Six Sigma con Lean Manufacturing
3	Jiju <i>et al.</i> (2005)	- Encuesta: PYMEs en Reino Unido - Revisión de literatura	Fortalezas y debilidades de las PYMEs, proyectos Six Sigma y Lean
4	Kumar <i>et al.</i> (2009)	- Encuesta: PYMEs manufactureras en el Reino Unido (64/500)	Iniciativas de mejora de la calidad, Six Sigma y Lean
5	Wilson y Roy (2009)	- Revisión de la literatura - Modelo teórico y caso	Consecución de Lean
6	Thomas <i>et al.</i> (2008)	- Único caso: PYME en Reino Unido	Un alcance integrado a los modelos Lean y Six Sigma
7	Grewal (2008)	- Único caso: PYME en India	Value Stream Mapping
8	Shah y Ward (2008)	- Encuesta en EEUU con 1757 respuestas válidas	22 Prácticas de gestión de Lean y Six Sigma
9	Yang y Yuyu (2010)	- Encuesta a 100 PYMEs en la región Wenzhou, China	Barreras para la implementación de Lean en las PYMEs
10	White <i>et al.</i> (1999)	- Encuesta, EEUU	Comparación de 10 prácticas JIT en pequeñas y grandes empresas

Tabla 1. Artículos revisados que estudian Lean en PYMEs

Fuente: Bakas et. al. [26]

Por su parte, un estudio realizado por Jain y Lyons [10] observa cómo no todas las prácticas de *Lean Manufacturing* logran ser incorporadas por empresas de la industria en cuestión. Aquellas con mayor aceptación son las que buscan la reducción de desperdicios y el involucramiento del personal. Solo uno de seis casos analizados se enfocó en alinear su proceso de producción a la demanda.

Bakas *et. al* [26] propone así un resumen de las principales barreras para la implementación de Lean en las PYMES, basado en Achanga *et al.* (2006) y Yang y Yuju (2010):

- Poca familiaridad con *Lean Manufacturing*
- Poco entendimiento del concepto *Lean*
- No contar con los recursos necesarios
- Resistencia de los operarios a la producción “lean”
- Implementación de Lean en la adaptación a las características específicas de la compañía.

De todos ellos, la presente investigación se enfoca en el último, planteando verificar la efectividad de tres propuestas de mejora para el aumento de la productividad de una PYME productora de jugos a través de la implementación de *Lean Manufacturing*.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

El presente trabajo se encuentra dentro de la categoría de intervención para un caso específico, ya que se manipulan ciertas variables de decisión dentro de un mismo proceso para observar el impacto que estos tienen en la variable objetivo.

3.1. Definición de objeto de estudio y muestra

El estudio se enfoca en la planta de producción de frutas y verduras ubicada en el distrito de Surquillo, Lima. El turno a evaluar será el matutino que empieza sus operaciones a las 6:00 horas y concluye a las 16:00 horas. De este espacio temporal, las observaciones se enfocaron solamente en las operaciones de procesamiento de manzanas, peras, zanahorias y piñas en las áreas de acondicionamiento y prensado. Un diagrama de procesos se muestra a continuación para mayor detalle. Como muestra la **Figura 5**, los elementos marcados con rojo son objeto de este estudio.

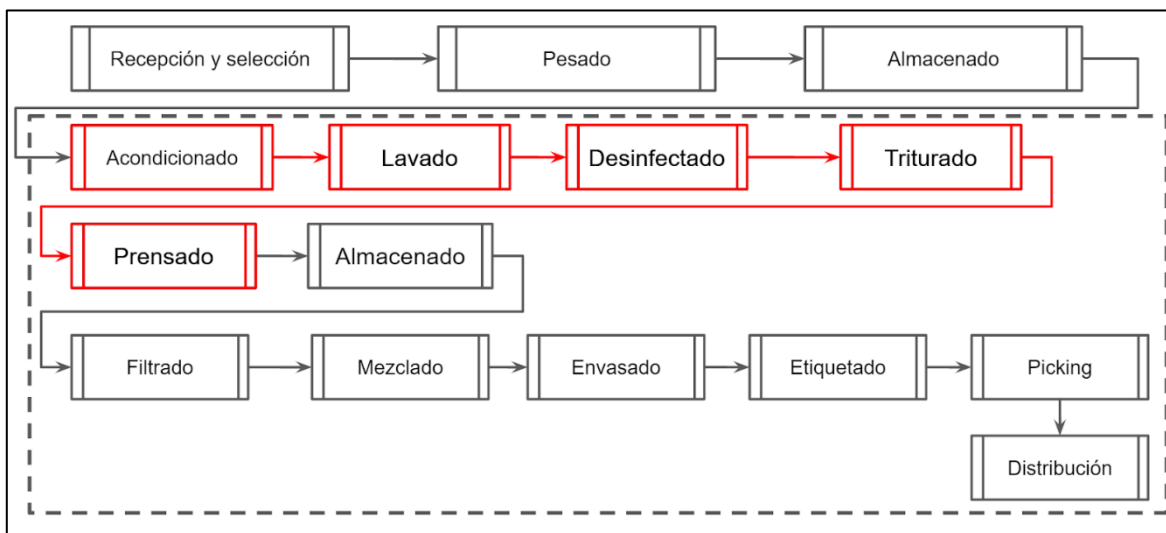


Figura 5. Diagrama de procesos de SOMA Alimentos

Fuente: Elaboración propia

Las líneas punteadas que encierran algunos procesos indican que estos se realizan para la elaboración de un lote de producción el mismo día. Esto es, las operaciones de recepción y selección, pesado y almacenado se realizan en un determinado día, pero forman

parte del tubo de operaciones que concluirá con la terminación del lote de producción del día siguiente.

A noviembre del 2019, durante un mismo turno se procesan en promedio 70 kg de manzana. La cantidad está sujeta al día de la semana, siendo los días lunes los de mayor carga laboral, mientras los sábados los de menor. Para la obtención de suficientes mediciones de las variables que se mencionan posteriormente se procederá a realizar dos visitas por semana: martes y jueves. Estos representan los días de actividad normal de acuerdo a la data histórica proporcionada por SOMA

3.2. Diseño general de la investigación

La naturaleza de esta investigación es inductiva. Se plantea el estudio de un único caso y a través de la identificación, monitoreo y variación de variables independientes, se espera estudiar las relaciones que estas tienen con las variables objetivo. Se trata de un estudio longitudinal ya que la medición de dichas variables se encuentra acotada al alcance temporal de esta investigación: septiembre a diciembre del 2019.

3.3. Objetivo general y específicos

General

Mejoramiento de la productividad de los procesos de acondicionamiento y prensado de manzana, zanahoria, piña y pera en SOMA Alimentos utilizando la metodología DMAIC.

Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la línea de producción encargada del procesamiento de los insumos.
- Determinar la capacidad instalada actual de la empresa y los principales cuellos de botella.
- Reducir y/o controlar los factores que disminuyen significativamente la productividad y reducir las actividades que no agreguen valor.
- Plantear y evaluar las acciones de mejora.

3.4. Método usado para la intervención

La estructuración del proceso de intervención es una propuesta basada en los pasos planteados por la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, implementar y controlar). Se optó por esta metodología basados en su amplio uso en casos de intervención para proyectos de mejora continua.

Identificación de problema u oportunidad

La primera necesidad que se tiene es definir el alcance del proyecto debido a la limitación temporal y la disponibilidad de recursos. A través de primeras conversaciones con el personal de la planta y con miembros de la gerencia de operaciones se logra acordar los procesos que se presuponen poco productivos. Esto se plasma en un *Project Charter* y sirve además como constatación del compromiso que asumen ambas partes [27] (véase Anexo 2).

De la gama de insumos que se procesan en cada línea de producción, el alcance debe considerar también aquellos en los que el estudio se enfocará. Para determinar ello, se elabora un diagrama de Pareto de los tiempos de procesamiento por insumo. De acuerdo al principio de Pareto, aproximadamente un 20% de las causas reflejan un 80% de las consecuencias. En la **Figura 6**, se muestra el diagrama elaborado para SOMA Alimentos en el que se muestra que son los insumos mencionados los que toman 70% del tiempo.

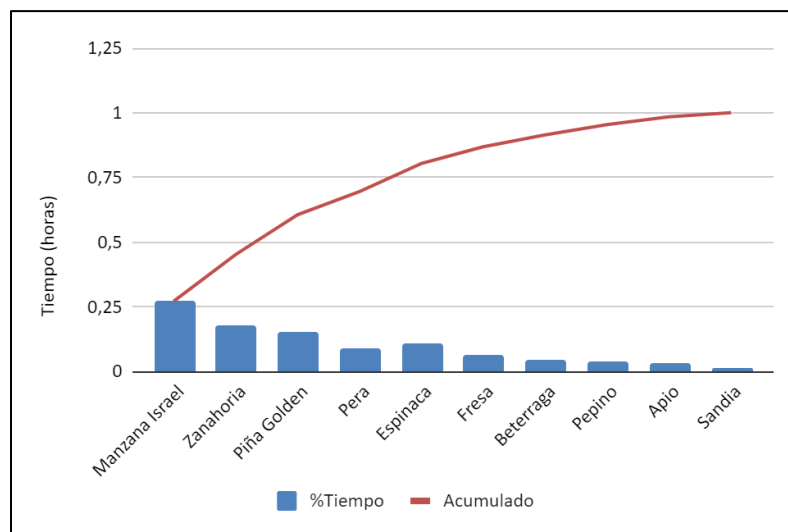


Figura 6. Diagrama de Pareto de tiempos invertidos por insumo.

Fuente: Elaboración propia en base a los registros de SOMA Alimentos

A partir de ello se procede con una medición inicial requerida para toda intervención con *Lean Manufacturing*: análisis 5S [9],[28]. Dado el tamaño de la empresa y el tiempo que viene operando la planta, se considera conveniente medir los tres primeros aspectos: clasificación, orden y limpieza [29].

3.5. Variables de estudio

De acuerdo al planteamiento de Sekaran [30] las variables se han clasificado en tres grupos: dependientes, independientes y contextuales. Las variables moderadoras no se han considerado para este estudio.

- Variables dependientes: Aquellas que van a ser objeto de intervención directa en este estudio.
 - Orden de producción. No todos los insumos se procesan utilizando la misma configuración de la máquina. Los tiempos de cambio entre insumos dependen de factores como saco a utilizar o las características organolépticas entre los insumos. La prensadora X1 procesa actualmente 10 insumos.
 - Número de prensadas in-out por ronda de prensado. Este factor es variable para cada insumo. Los valores posibles van desde 1 prensada por ronda hasta 5.
 - Kilogramos asignados al lote. De acuerdo a las indicaciones de la máquina [25], la malla de filtrado tiene una capacidad de 11,3 Kg por lote. Los valores disponibles para el funcionamiento de esta van desde los 8 Kg hasta las 12 Kg por lote.
 - Número de operarios por operación. A excepción de la manipulación per se de la máquina, los demás procesos se encuentran actualmente sujetos a la disponibilidad de solo un operario. No obstante, puede evaluarse el caso de modificar el arreglo de carga laboral de tal forma que los niveles posibles varíe entre 1 y 3 operarios por actividad.
 - Nivel de capacitación en manejo de la X1 del operario. No todos los operarios se encuentran capacitados para el uso de todas las prensadoras. El ausentismo

de la persona encargada del manejo de esta máquina conlleva a que la productividad disminuya. Por razones de recurrencia de los eventos, esta variable fue excluida del alcance

- Independientes: Aquellas cuya variación se quiere analizar.
 - Capacidad de procesamiento de la línea X1 [Kg/turno]
 - Rendimiento del insumo [L/Kg]
- Contextuales: Se reconoce su presencia y su influencia sobre las variables independientes, pero por cuestiones de alcance de la investigación no serán estudiadas.
 - Orden de producción. No todos los insumos se procesan utilizando la misma configuración de la máquina. Los tiempos de cambio entre insumos dependen de factores como el saco a utilizar o las características organolépticas entre los insumos. La prensadora X1 procesa actualmente 10 insumos.
 - Variedad de manzana utilizada. Existen un conjunto de variedades de manzana disponibles como insumo para la producción de jugos. Encontrarlas en el mercado dependerá del factor estacional del año. La decisión de cuál es la que se usará depende también del precio por Kg.
 - Diámetro promedio de manzana. Un mayor tamaño de la manzana agiliza el proceso de acondicionado (despedunculado). No obstante, no se evidencian controles en cuanto a esta variable impuestos al proveedor.
 - Presión ejercida por la X1 al momento de la operación. La máquina en cuestión tiene un valor por defecto de presión de 9 toneladas [31] ejercida sobre la malla. Una mayor presión implicaría una mayor extracción del jugo, pero a través de conversaciones con la Gerencia de Operaciones se notó la preocupación de las repercusiones que esta variable tendría en el tiempo de duración de la malla.
 - Número de operarios por operación. A excepción de la manipulación *per se* de la máquina, los demás procesos se encuentran actualmente sujetos a la disponibilidad de solo un operario. No obstante, puede evaluarse el caso de

modificar el arreglo de carga laboral de tal forma que los niveles posibles varíe entre 1 y 3 operarios por actividad.

- Kilogramos asignados al lote. De acuerdo a las indicaciones de la máquina [31], la malla de filtrado tiene una capacidad de 11,3 Kg por lote. Los valores disponibles para el funcionamiento de esta van desde los 8 Kg hasta las 12 Kg por lote.
- Nivel de capacitación en manejo de la X1 del operario. No todos los operarios se encuentran capacitados para el uso de todas las prensadoras. El ausentismo de la persona encargada del manejo de esta máquina conlleva a que la productividad disminuya. Por razones de recurrencia de los eventos, esta variable fue excluida del alcance.

3.6. Fuentes de información

La fuente de información primaria será la toma de tiempos de los procesos de acondicionado, lavado, desinfectado, triturado, prensado. Se elaborará dos plantillas, una para el proceso de acondicionado que involucra los subprocesos de vaciado inicial, registro, acondicionado, traspase 1, traspase 2 y colado de la manzana que se realizan en la zona de desinfección de materia prima, y otra, para el proceso de prensado que involucra el instalado, triturado, desmontado, prensado in y prensado out que se lleva a cabo en la zona de prensado. (Ver Anexo 1)

3.7. Limitaciones

Se han identificado los siguientes factores limitantes para la intervención:

- Nivel de producción diario. Esta variable está sujeta al nivel de demanda del mercado. Esta a su vez tiene entre sus factores la estación del año. Dada las características del producto, su consumo suele ser más alto en verano, moderado en primavera y otoño y bajo en invierno. Para un correcto control de variables, se esperaría niveles de producción estándar, pero este no será el caso. Para mitigar los efectos, se usarán KPIs de proporción más que de niveles tácitos de productividad (Kg/día por ejemplo).

- Una sola línea de producción X1. A comparación de otros contextos que trabajan las casuísticas en empresas con más de una línea de producción a estudiar, SOMA solo cuenta con una. Esto implica que se espera que cualquier modificación realizada al proceso impacte lo menos negativamente posible al nivel de producción esperado.

El contexto en evaluación es característico de empresas pequeñas y micro. Las dificultades para plantear estudios de caso y caracterizar los objetos de estudio se refleja en el reducido número de investigaciones en comparación a aquellos enfocados en aplicaciones de *Lean Manufacturing* en empresas medianas y grandes. No obstante, los investigadores consideran relevante un enfoque de la academia en este sector de la industria ya que, como se mostró en el capítulo uno, representa una significativa proporción de la actividad manufacturera.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que el presente trabajo de investigación es la fase inicial de una tesis, la cual consta de la introducción, definición y sustentación del problema, marco teórico y parte de la metodología. Por ello, para la elaboración y continuación de una tesis se agregará lo siguiente:

1. Mayor detalle de las herramientas a utilizar en cada etapa de la metodología DMAIC, una breve descripción y la aplicación de la misma. Se agregará el capítulo de descripción de la organización, resultados y discusión, y las mejoras que se consideren pertinentes en los capítulos ya presentados. Respecto al capítulo de metodología, también se deberá detallar los métodos de recopilación y análisis de información, además del método de validación de la misma.
2. Inicialmente, el trabajo de investigación se basará en un escenario de implementación de mejoras, que plantearía la tesis, dentro de la planta. Sin embargo, debido a la coyuntura actual, las mejoras serán simuladas mediante un software que permita representar la situación de la empresa. Para corroborar que el escenario simulado no sea significativamente diferente al real, se harán pruebas estadísticas que validen los modelos de simulación. El mismo procedimiento se realizará para determinar si los cambios que se plantearán proponen una mejora significativa.
3. Finalmente, se evaluará el costo-beneficio de implementar las mejoras, en caso haya alguna significativa, así como la viabilidad y los factores considerados para que los cambios se efectúen en el escenario real de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Baourakis, G. Baltas, M. Izmiryan, y N. Kalogeras, “Brand preference: A comparative consumer study in selected EU countries”, *Operational Research*, vol. 7, núm. 1, pp. 105–120, ene. 2007, doi: 10.1007/bf02941188. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02941188>
- [2] P. Mahalik y A. N. Nambiar, “Trends in food packaging and manufacturing systems and technology”, *Trends in Food Science & Technology*, vol. 21, núm. 3, pp. 117–128, mar. 2010 [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2009.12.006>
- [3] Avila, N., Del Carmen, D., Honores, R. (2018). *Plan de negocio para determinar la viabilidad de vender jugos en Lima Metropolitana*.
- [4] Huffpost Food & Drink (2013). *Juicer Types: The difference between cold press juicers vs centrifugal juice extractors*. [En línea]. Disponible en: https://www.huffpost.com/entry/juicer-types-cold-press_n_2618000
- [5] Kim, M.J., Jun, J.G., Park, S.Y., Choi, M.J., Park, E., Kim, J.I., Kim, M.J, *Antioxidant activities of fresh grape juices prepared using various household processing methods*. *Food Sci. Biotechnol.* 26, 861–869, 2017.
- [6] "El 49% de los peruanos sigue dietas bajas en grasa, ubicándose en el segundo lugar de Latinoamérica", Nielsen.com, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.nielsen.com/pe/es/insights/article/2016/el-49-por-ciento-de-los-peruanos-sigue-dietas-bajas-en-grasa/>. [Accedido: 16- Oct- 2020]
- [7] A Global Look at Juice - FONA International", *Fona.com*, 2017. [Online]. Disponible en: <https://www.fona.com/a-global-look-at-juice/>. [Accedido: 04- Nov- 2019].
- [8] A. Damodaran, "Operating and Net Margins", *Pages.stern.nyu.edu*, 2019. [En línea]. Disponible en: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/margin.html.
- [9] Dudbridge, M. *Handbook of Lean Manufacturing in the Food Industry*. 1ra edición. Chichester, 665 United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2011.

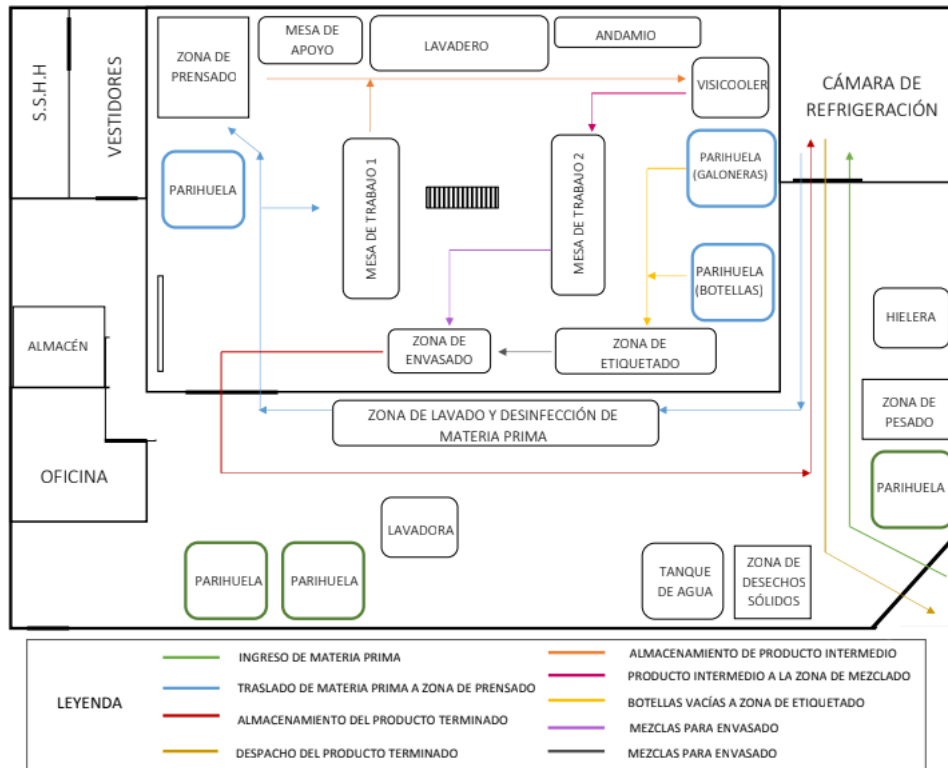
- [10] R. Jain y A. C. Lyons, “The implementation of lean manufacturing in the UK food and drink industry”, *International Journal of Services and Operations Management*, vol. 5, núm. 4, p. 548, 2009, doi: 10.1504/ijksom.2009.024584. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1504/IJSOM.2009.024584>
- [11] L. B. M. Costa, M. Godinho Filho, L. D. Fredendall, y F. J. Gómez Paredes, “Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review”, *Trends in Food Science & Technology*, vol. 82, pp. 122–133, dic. 2018, doi: 10.1016/j.tifs.2018.10.002. [Versión electrónica]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.002>
- [12] J. P. Womack y D. T. Jones, *Lean Thinking*. Free Press, 1996.
- [13] H. Felizzola Jiménez y C. Luna Amaya, “Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico”, *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 22, núm. 2, pp. 263–277, abr. 2014, doi: 10.4067/s0718-33052014000200012. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>
- [14] F. N. Delgado Moreno y E. Gallo, “Propuesta del mejoramiento de la metodología de Manufactura Esbelta por medio de optimización de sistemas de manufactura y modelación de eventos discretos.”, *ITECKNE*, vol. 8, núm. 2, dic. 2011. doi: 10.15332/iteckne.v8i2.31. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15332/iteckne.v8i2.31>
- [15] A. Selko, "Strategies to Help Manufacturers Compete Successfully", *IndustryWeek*, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://www.industryweek.com/companies-amp-executives/strategies-help-manufacturers-compete-successfully>.
- [16] D. Seth * y V. Gupta, “Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study”, *Production Planning & Control*, vol. 16, núm. 1, pp. 44–59, ene. 2005, doi: 10.1080/09537280512331325281. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09537280512331325281>
- [17] T. Bortolotti, S. Boscari, y P. Danese, “Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices”, *International Journal of Production Economics*, vol. 160, pp. 182–201, feb. 2015 [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>

- [18] S. Bhasin, “Improving performance through Lean”, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, vol. 6, núm. 1, pp. 23–36, ene. 2011, doi: 10.1080/17509653.2011.10671143. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/17509653.2011.10671143>
- [19] Goodyer, Jane & Murti, Yashwant y Grigg, Nigel & Shekar, Aruna. (2011). *Lean: insights into SMEs ability to sustain improvements*.
- [20] A. Seetharaman, J. Sreenivasan, y L. P. Boon, “Critical Success Factors of Total Quality Management”, *Quality & Quantity*, vol. 40, núm. 5, pp. 675–695, oct. 2006 [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s11135-005-1097-2>
- [21] N. Bateman, P. Hines, y P. Davidson, “Wider applications for Lean”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 63, núm. 5, pp. 550–568, jun. 2014, doi: 10.1108/ijppm-04-2013-0067. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-04-2013-0067>
- [22] M. Ballé. Takt time thinking for a low-volume high-mix company. Michael Ballé’s Gemba Coach Column, 2011. <http://www.lean.org/balle/> [Revisado el 9 de noviembre, 2019].
- [23] A. Gunasekaran, L. Forker, y B. Kobu, “Improving operations performance in a small company: a case study”, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 20, núm. 3, pp. 316–336, mar. 2000, doi: 10.1108/01443570010308077. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570010308077>
- [24] N. Vamsi Krishna Jasti y R. Kodali, “A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing”, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 34, núm. 8, pp. 1080–1122, jul. 2014, doi: 10.1108/ijopm-04-2012-0169. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-04-2012-0169>
- [25] N. V. K. Jasti y R. Kodali, “Lean production: literature review and trends”, *International Journal of Production Research*, vol. 53, núm. 3, pp. 867–885, jul. 2014, doi: 10.1080/00207543.2014.937508. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>

- [26] O. Bakås, T. Govaert, and H. Van Landeghem, “Challenges and success factors for implementation of lean manufacturing in European SMES,” in NTNU Engineering Series, Trondheim, Norway, 2011, vol. 1.
- [27] “Developing the Project Charter for Larger, More Complex Projects”, en Painless Project Management, John Wiley & Sons, Inc., 2015, pp. 111–125 [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/9781119197508.ch5>
- [28] J. Hernández Matías y A. Vizán Idoipe, *Lean manufacturing. Conceptos, ideas e implantación*. Madrid: Fundación EOI, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- [29] Lean Smarts, "LS 003 | The Basics of 3S (Sort, Sweep, Standardize)", Lean Smarts, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://leansmarts.com/ls-003-basics-3s-sort-sweep-standardize/#:~:text=5S%20stands%20for%20Sort%2C%20Straighten,Sort%2C%20Sweep%2C%20and%20Standardize.>
- [30] U. Sekaran, *Research methods for business*, 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.
- [31] Exprimidor de zumo de prensado en frío manual del usuario. Disponible en: <https://3uv7fp3gs8j31lglkd37386l-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/09/GN-X-1-Manual-V5-2-R06-Spanish.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Distribución de planta de SOMA Alimentos.



Anexo 2. Project Charter

PROJECT CHARTER			
TITULO DEL PROYECTO	Mejora de la productividad de las líneas de procesamiento de manzanas, piñas, peras y zanahorias		
INICIO DEL PROYECTO	01/09/2019	FIN DEL PROYECTO	15/07/2020
NECESIDADES DEL NEGOCIO			
La empresa busca mejorar sus niveles de productividad en los procesos de acondicionado y prensado. Un estudio de la línea de producción y el balance de la carga de producción serían entregables valiosos para la empresa.			
ALCANCE DEL PROYECTO		ENTREGABLES	
<ul style="list-style-type: none"> - Procesos: desde retiro de almacén de insumos hasta el guardado de jugo extraído en visicooler - Tiempo: muestras evaluadas desde setiembre hasta diciembre del 2019 		<ul style="list-style-type: none"> - Reporte inicial de la situación - Reporte final de propuestas - Plan de implementación de mejoras - Presupuesto de implementación 	
RIESGOS Y LIMITACIONES		ASUNSIONES/DEPENDENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de personal: 1 acondicionador y 1 prensador - Horarios de trabajo: 1 matutino desde las 6am a 4 pm 		<ul style="list-style-type: none"> - No pueden aumentarse los recursos disponibles: personal ni maquinaria 	
PRESUPUESTO			
Se invertirá en proyectos que no excedan el monto de 10 000 soles, siempre que se demuestre un retorno a la inversión positivo y se cumplan las premisas delimitadas en las necesidades del negocio.			
FECHAS DE TRABAJO			
ACTIVIDAD	FECHA OBJETIVO	FECHA REAL	
Mapeo de procesos	Setiembre 2019	Setiembre 2019	
Recolección de datos	Octubre a Diciembre 2019	Febrero 2020	
Propuesta de mejoras	Diciembre 2019	Marzo 2020	
Implementación de mejoras	Enero - Marzo 2020	Limitado por coyuntura	
Análisis de resultados	Marzo 2020	Limitado por coyuntura	
EQUIPO DE PROYECTO		COMITE DE APROBACIÓN	
Tesista 1 :	Flor Ayala Rondan	SOMA 1 :	Hervé Galidie
Tesista 2 :	Carlo Montoya Castañeda	SOMA 2 :	Gonzalo Podestá
Asesor :	Alejandro Gallegos		