



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Propuesta de estudio de métodos para la mejora de la productividad
en la obtención del aceite esencial de limón en la Empresa Limones
Piuranos S.A.C.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

AUTOR:

Maza Chiroque, Junior Jair (0000-0003-4462-6024)

ASESOR:

Ing. Seminario Atarama, Mario Roberto MSc. (0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Piura - Perú

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, mi investigación está dedicada a mis padres y hermano, que son las personas que están en cada momento apoyándome de manera económica y moral durante el proceso de mi carrera para poder salir adelante y cumplir cada uno mis sueños.

Para culminar a mis compañeros que han estado presentes durante el ciclo académico, por el apoyo y respeto mutuo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar darle gracias a Dios por bendecirme por darme vida y las fuerzas para afrontar cada uno de los obstáculos, a mis padres por el constante apoyo y confianza que me dieron para lograr cada una de mis metas, agradecerle a mis docentes por las enseñanzas, apoyo y consejos que me brindaron a lo largo de la carrera.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	23
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	24
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	24
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	28
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	28
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la Población, Muestra y Muestreo.	25
Tabla 2. Resumen de las técnicas e instrumentos de recolección de datos.	27
Tabla 3 Operaciones mejoradas en la producción del aceite de limón	32
Tabla 4 Pérdidas en la producción del aceite de limón	34
Tabla 5 Factores críticos en la producción del aceite de limón	36
Tabla 6 Indicadores de productividad en la producción del aceite de limón.....	38
Tabla 7 Cálculo de la relación beneficio / costo de la propuesta.....	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 DOP de la obtención del aceite esencial del limón	30
Ilustración 2 DAP de la obtención del aceite esencial de limón.....	31

RESUMEN

En la actualidad la empresa Limones Piuranos presenta problemas de bajos rendimientos en su productividad debido a fallas en el proceso productivo en la prensa y destilado.

La investigación realizada tuvo por objetivo general realizar una propuesta de estudio de métodos para mejorar para la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C. para lo cual se planteó una investigación aplicada de enfoque cuantitativo y de tipo descriptiva transversal, que utilizó como población de estudio todas las operaciones del proceso productivo del aceite esencial de limón así como los reportes de producción de los cuales se tomaron como muestra los correspondientes al periodo de junio a agosto del 2020. La recolección de datos utilizó las técnicas de observación, análisis documental e interrogatorio. Los resultados evidenciaron que las operaciones de prensado, condensado y centrifugado son las determinantes en la productividad del proceso y que son justamente las que deben ser mejoradas para reducir las pérdidas tanto de materia prima como de tiempos. Además las productividades actuales medidas fueron de 2.385 litros/tonelada de limón, 6.456 litros/h.h y 15.337 litros por h.m. La propuesta planteada considera la instalación de una balanza de pesado para los camiones que llegan con el limón, el reprensado de la cáscara de limón y la automatización del control de temperatura en el condensador.

Palabras claves: Estudio de métodos, productividad, aceite de limón

ABSTRACT

Currently, the Limones Piuranos company has problems of low yields in its productivity due to failures in the production process in the press and distillate.

The general objective of the research carried out was to carry out a study proposal of methods to improve productivity in obtaining essential oil of lemon in the company Limones Piuranos S.A.C. For this, an applied research with a quantitative approach and a cross-sectional descriptive approach was proposed, which used as a study population all the operations of the lemon essential oil production process as well as the production reports of which those corresponding to the period from June to August 2020. The data collection used the techniques of observation, documentary analysis and interrogation. The results showed that the operations of pressing, condensing and centrifuging are the determining factors in the productivity of the process and that they are precisely the ones that must be improved to reduce the losses of both raw material and time. In addition, the current productivities measured were 2,385 liters / ton of lemon, 6,456 liters / h.h and 15,337 liters per h.m. The proposed proposal considers the installation of a weighing scale for the trucks that arrive with the lemon, the re-pressing of the lemon peel and the automation of the temperature control in the condenser.

Keywords: Method study, productivity, lemon oil

I. INTRODUCCIÓN

Para el 2050 se asegura que en el mundo habrá nueve mil millones de habitantes, aumentando la demanda de alimentos en por lo menos un 30%. Ello obligará a incrementar la producción de alimentos y todo lo relacionado con su conservación, procesamiento, transporte y distribución, que permita garantizar su calidad e inocuidad de los mismos. Ello representa todo un reto para la agroindustria alimentaria mundial que mediante la innovación necesita adaptar todos sus procesos para hacerlos más eficientes desde la selección y clasificación de sus materias primas, hasta su empaque, procesamiento, almacenamiento, conservación, transporte y comercialización a los consumidores (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA-FAO, 2019).

Perú es hoy en día uno de los más importantes proveedores de alimentos de todo el mundo, superando los US\$5.000 millones en exportaciones anuales. En los últimos años las empresas agroexportadoras han trazado estrategias de crecimiento aprovechando la gran diversidad de cultivos y la apertura de nuevos mercados, así como la expansión de las áreas de producción, lo que permite liderar el ranking mundial en exportaciones de productos como espárragos, uvas, banano, mangos y otros (ORTIZ, 2017).

La región Piura tiene cuatro productos bandera en agro exportación: uva, mango, banano y limón con los cuales abarca el 35% de la agro exportación nacional, sin embargo, el principal reto es desarrollar una agroindustria competitiva en base a una buena productividad, que la haga sostenible en el tiempo. (GINOCCHIO, 2019)

Limonos Piuranos S.A.C. es una empresa del sector agroindustrial dedicada al cultivo, producción, comercialización y exportación de limón fresco en distintas variedades, aceite esencial, jugo concentrado y cáscara deshidratada de limón. Actualmente, la empresa posee aproximadamente 1,200 hectáreas sembradas en la zona de Cieneguillo y Tambogrande. El limón cosechado diariamente es transportado a una planta donde luego de un proceso de selección, una parte es empacada fresco para ser comercializado en el mercado nacional e internacional y la otra para su procesamiento en aceite esencial. El estándar de la industria

internacional es que para obtener un kilo de aceite esencial se requieren 200 kilogramos de limón, y además, sus principales características de calidad son su densidad relativa entre 0,850 y 0,859 y su color que debe ser completamente cristalino y ligeramente amarillento. Del proceso se debe obtener entre 45 y 58% de jugo, entre 45 y 55% de cáscara y entre 0.2 y 0.5% de aceite esencial (BRUZONE, 2018).

En los últimos meses el rendimiento del limón en la planta ha fluctuado alrededor de 185 kilos de aceite esencial por cada 60 toneladas de limón fresco, lo que representa un rendimiento de 0,308% de aceite, es decir para obtener un kilo de aceite esencial se están utilizando en promedio 325 kilos de limón, muy por encima de lo que señalan los estándares internacionales. La baja productividad del aceite esencial podría deberse a dos causas fundamentales: fallas en el ajuste en la prensa de tornillo que es la que separa la cáscara de la mezcla de jugo y aceite, por lo cual la cáscara que se descarga de la prensa aún contiene aceite sin extraer y/o un deficiente control de los parámetros en la destilación del jugo, como el flujo de agua de enfriamiento del condensador que debería mantener una temperatura del tanque entre los 35 y 40°C para garantizar una separación eficiente del jugo y del aceite. Por otra parte, es cada vez más frecuente encontrar lotes que no pasan los controles de calidad debido a que el aceite presenta turbiedad o sólidos precipitados que cambian la coloración del aceite y obliga a venderlo por debajo de los 30 dólares el kilogramo, que es el precio promedio en el mercado internacional.

De mantenerse la situación arriba señalada, la empresa perdería rentabilidad, ya que el aceite esencial constituye uno de los principales ingresos de la empresa por exportaciones y en los últimos meses se ha llegado a vender hasta en 22 dólares el kilo de aceite. Asimismo, Limones Piuranos podría perder el liderazgo nacional que mantiene al concentrar un 58% de las exportaciones del aceite esencial de limón, dado que perdería competitividad frente a las empresas mexicanas y argentinas quienes son sus principales competidores.

Con el fin de detectar oportunidades de mejora en toda la cadena productiva del aceite esencial de limón se planteó la presente investigación que se propone analizar cada una de las etapas de su procesamiento, mediante el estudio de métodos, con la finalidad de proponer alternativas que elevarían significativamente

la productividad tanto de la materia prima como del personal empleado en el proceso de obtención del aceite esencial.

Como formulación del problema se planteó el siguiente; ¿Cómo se podría realizar una propuesta de estudio de métodos para la mejorar de la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C?

Como un primer problema específico se planteó ¿Cómo se realizaban los procesos de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?; Como un segundo problema específico se planteó ¿Qué operaciones podían ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón para mejorar la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?; Como un tercer problema específico se planteó ¿Cuáles fueron las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón que afectan la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?; Como un cuarto problema específico se planteó ¿Qué factores afectaban la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?, como quinto problema específico se planteó ¿Cuál fue la productividad actual del limón, de las horas hombre y de las maquinas en la empresa Limones Piuranos S.A.C.? y como un sexto problema específico se planteó ¿Cuáles fueron los costos y beneficios de la propuesta de estudios para la mejora de la productividad?

La investigación planteada tuvo en primer lugar, una justificación económica, dado que a partir de sus resultados se generaron propuestas para lograr una mejora de la productividad en uno de los procesos más importantes de la empresa Limones Piuranos, como es la obtención del aceite esencial de limón, del cual dependen gran parte de los ingresos que la empresa obtiene, por lo cual cualquier mejora en su productividad redundaría favorablemente en una mayor rentabilidad de la empresa.

También hay una justificación de índole social, dado que con la investigación planteada se buscó reforzar la sostenibilidad de la empresa en los mercados internacionales a fin de mantener su competitividad y le permitiría seguir manteniendo cerca de 200 familias que dependen directamente y otras casi 500 familias que se beneficiarían indirectamente de sus operaciones.

Finalmente, la investigación tiene una justificación práctica porque permitió demostrar que la aplicación del estudio de métodos es una herramienta eficiente y eficaz para mejorar la productividad, pudiendo replicarse la metodología en cualquier otra empresa del mismo sector u otros similares.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general: Realizar una propuesta de estudio de métodos para mejorar la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Como objetivos específicos se tienen los siguientes; Como un primer objetivo específico se plantea analizar las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como un segundo objetivo específico se planteó determinar las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como un tercer objetivo específico se planteó evaluar las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como un cuarto objetivo específico se planteó determinar el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como quinto objetivo específico se planteó determinar la productividad del limón, de las horas hombre y de las maquinas en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; y como un sexto objetivo específico se plantea calcular la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

La hipótesis general que se plantea en el presente proyecto de investigación: El estudio de métodos permitiría mejorar la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Como hipótesis específicas se tienen las siguientes; como primera hipótesis se plantea si el análisis de las operaciones del proceso de obtención de aceite esencial de limón permitiría mejorar la productividad en la empresa limones piuranos; como una segunda hipótesis se plantea si las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial del limón para incrementar la productividad en la empresa limones piuranos fueron el prensado, destilado y centrifugado; como

tercera hipótesis específica se plantea si las pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial del limón que afectan la productividad en la empresa limones piuranos fueron significativas, la cuarta hipótesis específica plantea si el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón fueron considerables; como quinta hipótesis específica se plantea si la productividad del limón, de las horas extras y de las máquinas en la empresa limones piuranos son bajas y como sexta hipótesis específica se plantea que la relación beneficio-costos de la propuesta fue mayor a uno.

II. MARCO TEÓRICO

Luego de realizar varias búsquedas de tesis, artículos científicos, entre otros documentos que se relacionen con el presente trabajo de investigación, a nivel internacional, nacional y local; se seleccionaron los siguientes:

(CASADO, 2018) En su investigación **“Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor”** presentada en la Universidad Politécnica de Madrid en España, se planteó como principal objetivo optimizar el funcionamiento del montaje para la extracción del aceite a partir de la cáscara de limón o naranja mediante el proceso de destilación calculando sus rendimientos bajo diferentes parámetros. Se plantea un estudio experimental por el cual se realizaron una serie de ensayos para la extracción del aceite con el fin de determinar las condiciones de operación adecuadas para fijar un proceso estándar. El estudio presenta como resultados las curvas de rendimiento de cada extracción para diferentes parámetros y las características físico-químicas de los aceites extraídos. La investigación fue seleccionada porque uno de los procesos que optimiza es la producción del aceite esencial de limón y establece parámetros para mejorar su productividad reduciendo las pérdidas lo que se relaciona con el tercer objetivo específico planteado.

(DIAZ, y otros, 2016) En su investigación titulada **“Propuesta para la evaluación del procesamiento industrial del limón”** desarrollada en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes” en la Universidad de Tucumán Argentina, tuvo como objetivo presentar una propuesta para evaluar los procesos de extracción de jugo y aceite esencial. Realiza mediciones del proceso usando un modelo de balances de materia para cuantificar todas las variables involucradas y calcular rendimientos de producción que permita compararlos con otras cítricas. Los resultados fueron: 0,3% de pérdida de aceite, un 4,7% de sólidos insolubles en el lavado y cantidad de cáscara seca de 56,1 kg por tonelada de fruta. Ésta investigación fue seleccionada porque identifica y cuantifica las pérdidas en el proceso de obtención del aceite a utilizar en el tercer objetivo específico de la investigación.

(MORALES, 2017) En su tesis titulada **“Optimización del proceso de recuperación de aceites centrifugados de limón, en la etapa de**

centrifugación” en el Tecnológico Nacional de se planteó como objetivo optimizar el proceso de recuperación de aceite centrifugado a través de una propuesta de mejora luego de identificar las principales variables y factores que causan deficiencias en el proceso. Realizó un análisis del proceso a través de diagramas DOP y DAP del proceso y utilizando diagramas causa efecto para analizar las fallas detectadas. Los resultados arrojaron un elevado contenido de sólidos (pulpa de limón) en los jugos de limón provocado por una deficiencia en los equipos como las centrifugas separadoras y clarificadoras. Esta investigación fue seleccionada por las herramientas que utiliza para el análisis de las operaciones del proceso que pueden ser replicadas en la presente investigación en su primer objetivo específico.

(ALVAREZ, 2017) En su investigación: **“Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en la línea de confección de ropa de Creaciones Kevin de S.A. – Lima, 2017”** presentada en la Universidad César Vallejo de Piura, tiene como objetivo aumentar la productividad en base a un exhaustivo estudio de métodos buscando resolver la problemática en el proceso de confección de ropa. Planteó una investigación aplicada de nivel explicativa de enfoque cuantitativo cuasi experimental, mediante la aplicación de una pre y post prueba. Utilizó como los datos de producción de 3 meses en cada prueba. Los resultados arrojaron un incremento del 28.56% en la productividad en base a una propuesta de layout que reubica el área de corte, la mejora de los rendimientos en el área de corte y ensamblado mediante la implementación de mesas de mayor dimensión, la reubicación de los moldes y una capacitación al personal. Esta investigación fue seleccionada por su similitud con el objetivo general de incrementar la productividad a través del estudio de métodos.

(RUIZ, 2017) En su tesis: **“Aplicación de estudio de métodos para la mejora en la productividad en la empresa Skarly Seguridad S.A.C.”** presentada en la Universidad César Vallejo de Lima, establece como principal objetivo introducir mejoras en la productividad mediante el estudio de métodos en sus procesos. El tipo de investigación es cuasi experimental analizando los datos correspondientes a la producción diaria de un tipo de guante de badana, por el periodo de un mes. Se concluye que se logró aumentar la productividad en la línea de producción de 73.63% a 97.53%. Mejorando los tiempos estándar, rediseñando las áreas de

trabajo y colocando más máquinas en la línea del producto con mayor demanda disminuyendo las distancias recorridas. Se seleccionó esta investigación por la forma cómo se seleccionan las operaciones que deben ser mejoradas estrategia que también es planteada en la presente investigación en su segundo objetivo específico.

(ARANA, 2015) En su tesis titulada **“Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad en una planta de producción de lijas”** presentada en la Universidad Católica de Santa María en Arequipa, tiene por objeto incrementar la productividad actuando sobre el área de conversión de la planta. Para ello se analizaron los tres procesos del área, lográndose identificar los cuellos de botella en el flexionado y cortado de rollos y hojas. La aplicación de las mejoras permitió incrementar la productividad en 18.6%, 19.4% y 23.9% respectivamente, por lo cual se concluye que el incremento de la productividad del 20% se debió al estudio realizado. La investigación fue seleccionada por el análisis que realiza de los factores que afectan la productividad, aspecto que es tratado en el cuarto objetivo específico.

(HIDALGO, y otros, 2016) En su tesis titulada **“Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales por destilación”** presentada en la Universidad de Piura tuvo como objetivo evaluar la viabilidad de instalar una planta piloto con ese fin, analizando el proceso productivo, estableciendo la distribución de planta más adecuada y la maquinaria a utilizar. Los resultados de los ensayos para limón, hierbaluisa, hierbabuena, eucalipto y palo santo, dieron rendimientos entre 0,01 % y 1 %, y se requiere una inversión de US\$ 19 076 para obtener una relación beneficio/costo de 2.85 soles. Se eligió este antecedente porque centra su análisis en el equipamiento óptimo en los procesos de obtención del aceite que permitirá compararlo con el que posee la empresa en estudio como una oportunidad de mejora en el desarrollo del segundo objetivo.

(ABADIE, 2018) En su tesis titulada **“Mejora de la productividad del área de producción mediante la redistribución de planta en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018”** presentada en la Universidad César Vallejo de Piura, tuvo como objetivo determinar el nivel de mejora que se alcanza en la productividad cambiando la distribución del área mediante el estudio y análisis del personal que

labora y los materiales y maquinaria utilizada. Se utilizó el diagrama de Ishikawa, Pareto, DOP y DAP para analizar los datos obtenidos por observación de los procesos. Los resultados evidencian que la productividad de la mano de obra se incrementó en 47.917%, mientras que en la maquinaria se incrementó en 46.753% y 48.876% en la materia prima en base a la reducción de las pérdidas en las operaciones unitarias. Se seleccionó este estudio para tomar como modelo su análisis de la productividad en lo relativo al proceso de producción que también se desarrollará en el cuarto objetivo del estudio planteado.

(CARRANZA , 2017) En su tesis titulada **“Estudio de métodos para mejorar el proceso post cosecha de banano orgánico de exportación en la Asociación APPROBOCEM”** presentada en la Universidad César Vallejo de Piura, tuvo como objetivo introducir mejoras en el proceso post cosecha de banano a través del estudio de métodos analizando los planes y controles necesarios para optimizar los recursos. Se realizó el análisis con ayuda de diagramas y estándares de tiempos. Se tomaron datos de producción, las operaciones realizadas y las pérdidas de tiempo registradas en el periodo Junio a Agosto empleando la observación y el análisis documental. Los resultados redujeron de 10 a 7 las operaciones o sea una disminución del 30%. El tiempo improductivo se redujo en 0.42 horas por día laborado y finalmente se modificaron las estaciones de trabajo evitando tiempos muertos, logrando pasar de 146 cajas de banano a 303 cajas por día. La investigación fue seleccionada por la forma interesante como se analizan cada una de sus operaciones para encontrar oportunidades de mejora del proceso lo que coincide con el primer objetivo planteado.

Respecto al marco teórico se consideraron las siguientes bases teóricas respecto a las variables de la investigación:

Una propuesta de mejora según (GARCIA, 2016) Es un plan de acción resultado de un proceso previo de diagnóstico, que recoge y formaliza unos objetivos de mejora priorizados y las acciones necesarias para lograrlos en un horizonte temporal. Dicha propuesta está dirigida a unidad organizativa como la empresa en su conjunto o específicamente a un departamento o área determinados. Por otra parte, toda propuesta de mejora debe estar alineada a las políticas y estrategias de la empresa y debe contar con el compromiso de todos los agentes involucrados.

Además, se debe evitar que dicha propuesta se convierta simplemente en un documento de buenas voluntades, deseos e intenciones, por lo cual debe estar orientada a la acción y ser concretos, realistas, con mecanismos precisos de ejecución y seguimiento.

(GARCIA, 2016) Señala que toda propuesta de mejora debe atravesar por tres etapas: La primera es el diagnóstico de la realidad que se pretende mejorar a través de un análisis profundo y objetivo lo que garantiza la eficacia de la propuesta. Un buen diagnóstico es indispensable y requisito necesario para el éxito de la propuesta. La segunda etapa es la formulación o establecimiento de la mejora, luego de analizar las distintas alternativas posibles, se seleccionan las estrategias más adecuadas para la empresa que son las que producen mayores beneficios, fijando los objetivos que se desean alcanzar, las acciones vinculadas a cada objetivo señalando su inicio y duración, así como los responsables de cada una de ellas. Finalmente, en la tercera etapa se establecen los métodos de seguimiento y revisión periódica de la propuesta de mejora, la manera cómo se recogerá la información a través de indicadores que permitan monitorear el logro de los objetivos.

Sobre la productividad, (CASANOVA, 2008) citado por (ARANA, 2015) la define como la relación entre la producción en unidades producidas o su valor monetario obtenido por un sistema productivo de bienes o servicios y los recursos que se utilizaron en producirlos. Según el autor, también se define como la relación existente entre los resultados obtenidos y el tiempo invertido, por lo tanto, a menor tiempo para obtener el resultado el sistema global es más productivo. En realidad, la productividad es un indicador de eficiencia.

Para (PROKOPENKO, 2016) la productividad es el uso eficiente de los recursos disponibles como el trabajo, máquinas, materiales, energía, e información para producir cierta cantidad de bienes y servicios, o sea la obtención de más con los mismos recursos, dicho de otra forma, lograr mayor volumen de producción y calidad con los mismos insumos. Se suele calcular como el cociente entre el producto obtenido y el insumo utilizado (ver anexo 3a).

La productividad resulta de mucha utilidad para directores y gerentes de empresas dado que permite comparar diferentes niveles del sistema económico, ya sea en un determinado taller, empresa, sector económico específico o país; con los recursos consumidos. Se puede aplicar a cualquier tipo de organización donde la tecnología aporta nuevas dimensiones. Asimismo, está siempre relacionada con la calidad del producto, insumos y procesos. Un elemento fundamental en este sentido es la calidad en la mano de obra, dado que su correcta gestión eleva la productividad (SLADOGNA, 2017).

Existen dos grupos de factores que influyen en la productividad: los factores internos que son controlables y que se clasifican en duros o difíciles de cambiar (productos, la tecnología, el equipo y las materias primas) y blandos que son más fáciles de cambiar (fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo) (PROKOPENKO, 2016).

Los métodos de trabajo en situaciones de escaso capital donde predomina el trabajo constituyen una herramienta eficaz para mejorar la productividad. Permiten optimizar el trabajo manual mejorando los movimientos de las personas, las herramientas que utilizan, el layout, la disposición de los materiales y la tecnología utilizada. Se analizan sistemáticamente los métodos empleados, el trabajo innecesario buscando más eficacia y reducción de esfuerzo, costo y tiempo (SENATI, 2018).

Según (PROKOPENKO, 2016) la productividad puede ser medida en base a la mano de obra, materia prima y maquinaria que es empleada en la elaboración de servicios y productos. El objetivo es minimizar el costo tanto como sea posible coordinando las actividades directivas en el logro de mejores indicadores de productividad.

Son formas posibles de mejorar la productividad: Incrementar la cantidad producida con los mismos insumos, usar menos insumos manteniendo la producción. Para ello se debe actuar sobre los recursos primarios como la mano de obra, equipo o maquinaria, materia prima e insumos y energía (SENATI, 2018).

La mano de obra es el personal que realiza un determinado trabajo y su productividad depende de su capacitación y educación. Además también influyen su remuneración económica y el clima laboral siendo las variables a optimizar la capacitación y entrenamiento; los premios e incentivos económicos y salario otorgados; los beneficios percibidos como seguro de salud, transporte y alimentación. Se mide como el cociente entre la producción y el consumo de mano de obra expresada en: cantidad de trabajadores, cantidad de horas-hombre o monto de la planilla (ver anexo 3b)

En cuanto a los materiales y materias primas consumidas es muy importante que sus características cumplan con los requerimientos del cliente y las características técnicas del producto (SENATI, 2018). Se mide con el cociente entre la producción y el consumo de materia prima expresada en: litros, kilos, galones, litros, o en su valor monetario de adquisición (ver anexo 3c)

En cuanto a la maquinaria es otro de los factores relevantes que permite alcanzar lo planificado (SENATI, 2018). Se mide con el cociente entre la producción y el consumo de maquinaria expresado en: nº horas máquina, nº de máquinas o su valor monetario. Por lo tanto, cualquier mejora en el rendimiento de la maquinaria tendrá repercusión en su productividad. (ver anexo 3d)

Respecto al estudio de métodos, la (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, 2017) lo considera como el registro sistemático y crítico de las formas de realizar un determinado trabajo. El principal objetivo está orientado a mejorar la productividad mediante la aplicación de formas de trabajo más simples y efectivas, que contribuyan a reducir los costos.

Para (LÓPEZ, y otros, 2014) Mejorar un método de trabajo es reducir, eliminar, combinar, simplificar las actividades que intervienen dentro del proceso. Todas las actividades ya sean directas o indirectas deben ser evaluadas de forma sistemática y analítica.

Para (GARCIA , 2016) el orden en la aplicación de la técnica es vital para tener resultados valederos y realmente produzcan una mejora, pero su efectividad dependerá de la habilidad en observar los detalles.

Un buen estudio de métodos debe pasar por las siguientes etapas que garanticen

tal efectividad:

Seleccionar: para iniciar hay que seleccionar el trabajo haciendo consideraciones económicas; técnicas y humanas. En lo económico, es necesario evaluar la conveniencia de aplicar un estudio de métodos, eligiendo aquellos que presenten cuellos de botella, pérdidas significativas, excesivo movimiento de materiales, operaciones con gran demanda de mano de obra o sobreesfuerzos, etc. En lo técnico se debe contar con los especialistas y recursos necesarios y en lo humano debe haber la motivación a los trabajadores involucrados ya que ellos son quienes deberán adoptar los nuevos procedimientos.

Registrar el método actual: el grado de exactitud con que se registren los eventos será la base para el análisis crítico y proponer el método mejorado. Para esto existen técnicas como el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) y Diagrama de Análisis del Proceso (DAP).

Analizar el método actual en busca eliminar, combinar, redistribuir y simplificar las tareas, mediante preguntas que identifiquen mejoras al método actual como el método del interrogatorio que consta de: preguntas preliminares y preguntas del fondo.

Determinación de las mejoras: se debe elegir un método más efectivo, eficiente y práctico, elaborando un nuevo diagrama de proceso donde se pueda apreciar el número de actividades mejoradas así como el recorrido y tiempo ahorrado, inclusive su efecto en el costo.

Definir: que es la formulación escrita del nuevo método en un documento con todos los diagramas, tablas y que faciliten su comprensión por parte de los trabajadores.

Implantar: consiste en difundir el nuevo método a los colaboradores señalando sus ventajas tratando de obtener su aceptación, de la mano con una capacitación orientada a lograr su compromiso en su aplicación.

En cuanto al diagrama de operaciones (Dop) Vásquez lo define como la forma de detallar de manera secuencial y cronológica las operaciones, inspecciones y materiales usados dentro de un proceso; en cuanto al diagrama de actividades y

recorridos (Dap) lo define como el diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, mostrando cada uno de los hechos.

Por último, la empresa Limones Piuranos S.A.C. es una empresa peruana que centra su actividad en la exportación de limón fresco, aceite, jugo y cáscara deshidrata de limón. Para su abastecimiento cuenta con 1200 hectáreas propias y una moderna planta ubicada entre Cieneguillo y Tambogrande, donde se procesa y empaacan sus productos. Con esta finalidad ha obtenido las certificaciones Global Gap, Haccp, Brc, Fda, Kosher, Basc, etc (organigrama de la empresa véase en anexo 4).

El aceite esencial de limón es un producto que se obtiene del limón tras un proceso por arrastre de vapor, que es comercializado en tambores de hierro de 400 libras y para la exportación se consideran 80 tambores por contenedor. El aceite es un líquido cristalino, ligeramente amarillo con un fuerte olor cítrico que se utiliza principalmente en la industria de bebidas carbonatadas y cosméticos (diagrama de procesos véase en anexo 5). Sus principales destinos son los mercados de China, EE.UU, Francia y España.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

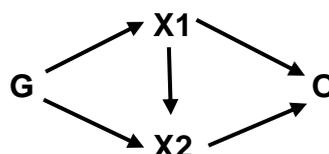
Según (CARRASCO, 2005) el tipo de investigación aplicada es aquella que; se distingue por tener propósitos prácticos bien definidos; es decir se investiga para actuar, transformar o producir cambios en un sector de la realidad; la investigación fue aplicada porque su finalidad es resolver un problema específico de la empresa Limones Piuranos S.A.C. que afecta su productividad lo cual se piensa conseguir con la aplicación de técnicas de estudio de métodos en el trabajo.

Según (VARA, 2012) un tipo de investigación cuantitativa es aquella que utiliza alguna técnica o método estadístico para la recolección y análisis de sus datos, el proyecto de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, por cuanto la mayoría de los datos recolectados sobre su principal variable, la productividad, son numéricos que fueron analizados y procesados siguiendo procedimientos estadísticos.

Respecto al tipo de investigación fue una investigación descriptiva que según (BERNAL, 2016) son aquellas donde se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio. En efecto, la presente investigación buscó describir los distintos procesos en la empresa Limones Piuranos S.A.C. para analizar su productividad y elaborar una propuesta de mejora poniendo énfasis en aquellos aspectos característicos que la afectan.

Además fue propositiva que según (HERNANDEZ, y otros, 2014) es el tipo de investigación que se fundamenta dentro de una necesidad en la cual luego de recolectar la información se realizan propuestas de mejora para superar la problemática actual.

El diseño fue transversal descriptivo, que según (HERNANDEZ, y otros, 2014) son estudios que tienen como finalidad indagar la incidencia de los niveles o categorías de una o más variables; es decir se emplea para analizar las características, situaciones o fenómenos de la realidad en un momento determinado.



Donde G corresponde a la empresa Limones Piuranos; X1 corresponde a la variable independiente, propuesta de estudio de métodos y X2 a la variable dependiente, mejora de la productividad y O corresponde a las observaciones de la variable en función de sus dimensiones.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

El proyecto de investigación tiene dos variables; como variable independiente; Propuesta de estudio de métodos y como variable dependiente productividad (ver anexo 1).

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

POBLACIÓN:

(BERNAL, 2016) define la población de una investigación como el conjunto total de personas, objetos o medidas que poseen una o más características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. En la investigación la población estuvo conformada por:

La producción total de aceite esencial de limón de la empresa Limones Piuranos S.A.C; las 9 operaciones que conforman el proceso productivo del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C. y las 12 máquinas y equipos que se utilizan en el proceso productivo del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

MUESTRA:

Según (ARIAS, 2012) una muestra es una parte pequeña de la población que se toma de toda la población accesible. En la investigación se utilizó como muestra la producción de aceite esencial de limón entre los meses de junio a agosto del 2020, en la empresa Limones Piuranos S.A.C. Respecto a las operaciones y maquinaria del proceso productivo se trabajó con la totalidad por tratarse de una cantidad muy limitada.

MUESTREO:

(BEHAR, 2008) Señala que en el muestreo por conveniencia el investigador selecciona la parte que para él son los más representativos y para esto se necesita

un conocimiento previo de la población a investigar. En este caso se trató de un muestreo no probabilístico por conveniencia ya que se consideró la producción de aceite esencial de limón durante los meses de ejecución de la investigación.

Tabla 1. Resumen de la Población, Muestra y Muestreo.

INDICADOR	UNIDAD DE ANÁLISIS	POBLACIÓN	MUESTRA	MUESTREO
Número de Operaciones	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Recorrido de la operación	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Tiempo de la operación	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Operaciones eliminadas	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Operaciones combinadas	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Operaciones Optimizadas	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Porcentaje de Rendimiento	Maquina	12	-	-
Tiempo de Demora	Maquina	12	-	-
Numero de Reprocesos	Maquina	12	-	-
Rendimiento del prensado	Prensa	1	-	-
Rendimiento del destilado	Destilador	1	-	-
Rendimiento de centrifugado	Centrifuga	1	-	-
Beneficios	Producción	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Costos			-	-
Productividad del limón	Producción	Reportes realizados entre jun y ago 2020	-	-
Productividad de las horas hombre			-	-
Productividad de maquinaria				

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

(TAMAYO, 2012) afirma que la recolección de datos depende principalmente del tipo de la investigación que se está realizando y para lograr esto se puede aplicar como técnica desde una ficha bibliográfica, cuestionarios, observación, encuestas para lograr el fin.

TÉCNICAS

(PALELLA, y otros, 2012) definen a las técnicas de recolección de datos como las distintas formas o maneras que se utilizan para obtener la información necesaria.

En la investigación se utilizó en primer lugar la técnica de la observación mediante la cual se estudiaron las diferentes operaciones del proceso productivo del aceite esencial de limón que permitieron la elaboración de los respectivos diagramas de operaciones del proceso tal y como se realizan actualmente.

Asimismo, se utilizó la técnica del interrogatorio mediante la cual fue posible determinar las operaciones factibles de ser mejoradas.

Otra técnica utilizada ha sido el análisis documental por medio de la cual se revisaron los reportes diarios de producción para extraer los datos que permitieron el cálculo de los rendimientos de cada etapa y la productividad.

INSTRUMENTOS

(PALELLA, y otros, 2012) definen a los instrumentos como los recursos del cual el investigador pueda valerse para poder acercarse al fenómeno y poder extraer la información necesaria de ellos.

Como instrumento en la investigación se utilizó una ficha de observación que se denominó “Ficha de actividades por operación” que permitió analizar los tiempos y recorridos en cada una de las operaciones tal y como se realizan actualmente. Luego se usó el formato “Técnicas de interrogatorio por actividad” que permitió analizar cada una de las operaciones mediante la técnica del interrogatorio registrando ¿Qué se hace?, ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Quién? y ¿Cómo lo hace? Además, se utilizó una ficha denominada “Ficha de registro de pérdidas” que sirvió para evaluar las pérdidas en el proceso, además el instrumento “Ficha de registro de rendimientos” el cual fue utilizado para medir los rendimientos de la prensa,

destiladora y centrifuga. Por último, también se utilizó el formato “Datos de producción” que permitió extraer los datos necesarios de los reportes de producción que permitieron el cálculo de los indicadores de productividad. La validación de los instrumentos se encuentra (anexo 6).

Tabla 2. Resumen de las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

INDICADOR	UNIDAD DE ANÁLISIS	TECNICA	INSTRUMENTO
Número de Operaciones	Procesos	Observación	Ficha de actividades por operación (anexo 2.1)
Recorrido de la operación			
Tiempo de la operación			
Operaciones eliminadas	Procesos	Observación y Entrevista	Ficha de interrogatorio por actividad. (anexo 2.2)
Operaciones combinadas			
Operaciones optimizadas			
Porcentaje de Rendimiento	Máquina	Análisis documental	Ficha de registro de pérdidas. (anexo 2.3)
Tiempo de Demora			
Número de Reprocesos			
Rendimiento del prensado	Operación de prensado	Análisis documental	Ficha de registro de rendimientos. (anexo 2.4)
Rendimiento del destilado	Operación de destilado		
Rendimiento de centrifugado	Operación de centrifugado		
Beneficios	Producción	Análisis documental	Ficha de Beneficio/Costo (anexo 2.6)
Costos			
Productividad del limón	Producción	Análisis documental	Ficha de datos de producción. (anexo 2.5)
Productividad de las horas hombre			
Productividad de maquinaria			

Fuente elaboración propia, 2020

3.5. PROCEDIMIENTOS

En primer lugar se solicitó a través de un permiso el acceso a las instalaciones de la empresa Limones Piuranos la cual se encuentra ubicada Tambogrande – Sullana (ver anexo 7).

Luego se procedió con la validación de los instrumentos que se utilizaron en el proyecto de investigación los cuales fueron validados por juicio de expertos quienes evaluaron la coherencia, la adecuación, la estructura y la redacción de cada uno de los instrumentos, para luego poder aplicarlos en la muestra.

Como siguiente paso se aplicaron las técnicas e instrumentos para la recolección de los datos dentro de la empresa para ello fue necesario realizar lo siguiente:

- Se coordinó con el Jefe de planta la fecha y hora adecuadas para acceder a la empresa y para tomar los datos necesarios de los tiempos y recorridos de cada operación; con el mismo Jefe de planta se analizaron cada una de las operaciones.
- Se coordinó con el Jefe de producción para la toma de datos de producción de cada maquinaria así como las pérdidas de cada una de ellas.
- Se solicitó además el permiso para acceder a los datos de los reporte de producción de los últimos tres meses.

La información fue recopilada en un plazo aproximado de 30 días.

Por último, se analizaron los datos e información obtenida mediante la aplicación de los instrumentos para proseguir con la discusión de los mismos.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

(SABINO, 2007) Terminada la tarea de la recolección de datos, el investigador obtuvo un número de datos con los cuales le fue posible obtener conclusiones que ayudaron a esclarecer el problema formulado al iniciar el proyecto.

Los datos obtenidos mediante la ficha de observación “Actividades por operación” fueron colocados en una hoja de Excel a partir de la cual se elaboraron los diagramas de operaciones actuales. Para los datos de tiempos y distancias se tomaron los valores promedios obtenidos. Los datos obtenidos mediante la ficha de

“Aplicación de la técnica de interrogatorio” fueron analizados de manera reflexiva con la finalidad de definir las operaciones que pueden ser mejoradas.

Los datos obtenidos con la “Ficha de registro de pérdidas” fueron trasladados a una hoja de Microsoft Excel con ayuda del cual se procedió a calcular los porcentajes de rendimiento y tiempos de demora y se analizaron simultáneamente con la aplicación de la técnica del interrogatorio.

Finalmente, los datos obtenidos mediante la ficha de rendimientos de los tres principales equipos del proceso productivo, la prensa, la destiladora y la centrífuga, fueron colocados en otra hoja de cálculo para calcular los rendimientos de cada máquina durante cada uno de los días que se registraron los datos. Luego se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para determinar los valores máximos, mínimos y promedios.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación planteada se enmarca en los aspectos éticos siguientes:

El respeto irrestricto a los derechos de autor y a la propiedad intelectual, que se materializa en que todo texto, concepto o idea tomada de otro autor fue debidamente citada y referenciada siguiendo las normas ISO 690, en el entendimiento que no hacerlo, comprende delito de plagio que está penado administrativa y judicialmente.

Por otra parte, tanto los datos como los resultados que en ella se muestren obedecen estrictamente a lo encontrado durante la investigación de manera objetiva y sin ninguna manipulación del investigador.

Además, se mantuvo absoluta reserva sobre aquella información, que siendo de conocimiento del investigador, resulta de carácter reservada o confidencial por la empresa donde se realizó la investigación.

Por último el presente trabajo de investigación cuenta con un porcentaje de similitud de 15% comparado con otros trabajos de investigación; esto es de acuerdo al programa de Turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón.

Ilustración 1 DOP de la obtención del aceite esencial del limón

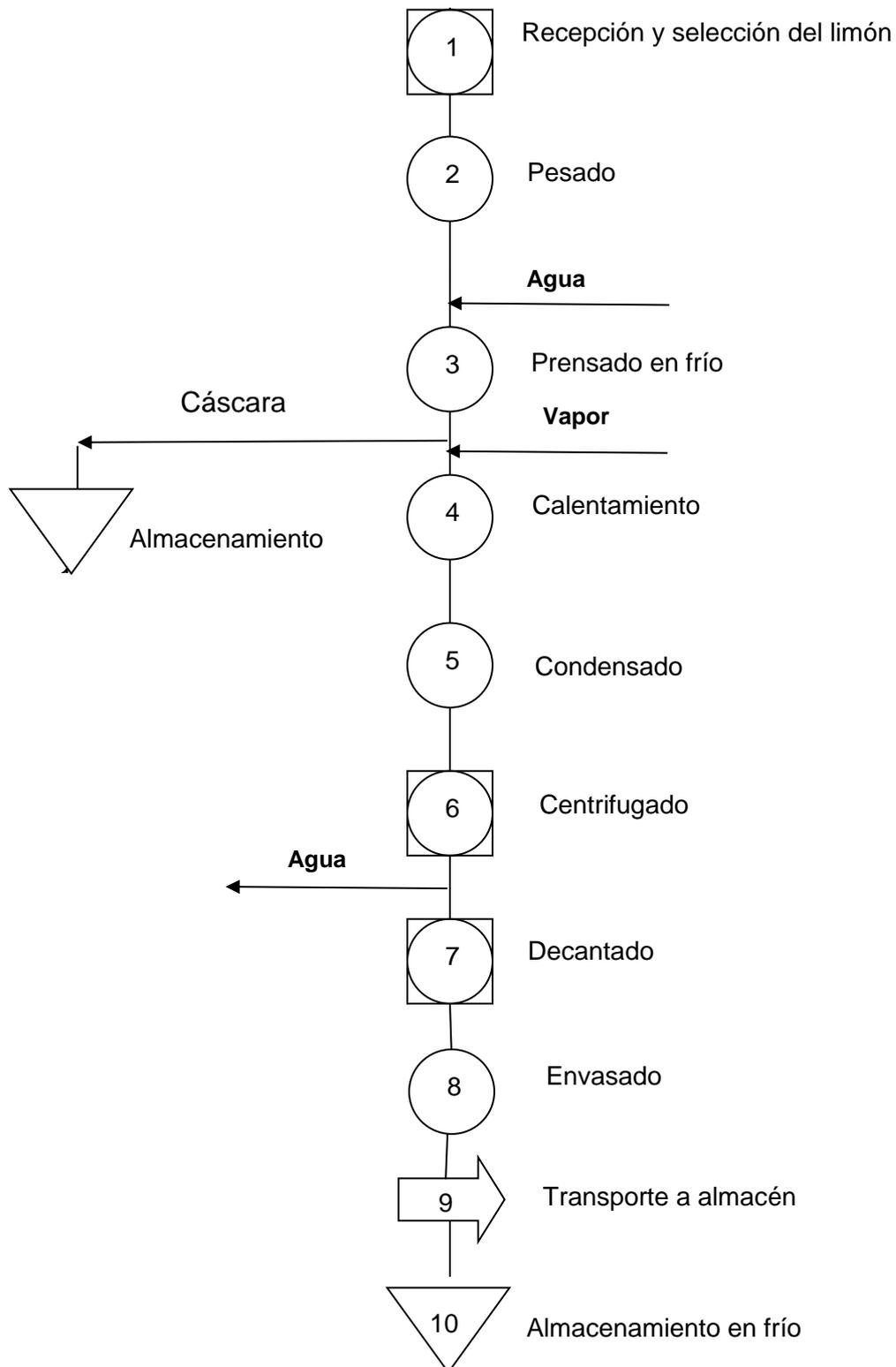


Ilustración 2 DAP de la obtención del aceite esencial de limón

PASO	ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (MINUTOS)	CONTADOR DE RECURSOS						TIPO DE ACTIVIDAD						
				Operarios	Prensa	Destiladora	Centrífuga	Decantadora	Agua	OPERACIÓN	CONTROL	TRASLADO	ESPERA	ALMACEN		
										●	■	➔	◐	▲		
1	Recepción del limón		45	X							X					
2	Selección del limón	6	45	X							X					
3	Pesado	3	20								X					
4	Prensado	5	12	X	X				X		X					
5	Calentamiento	3	35			X					X					
6	Condensado	1	35			X					X					
7	Centrifugado	3	10				X				X					
8	Medición del agua en el aceite	5	4	X							X					
9	Decantado	3	120					X			X					
10	Control de calidad del aceite	5	10	X							X					
11	Envasado	8	6	X							X					
12	Transporte a almacén	25	5	X								X				
13	Almacenamiento en frío															X
TOTALES		67	347								8	3	1	0	1	

Fuente: Proceso de producción en Limones Piuranos S.A.C.

Luego de analizar las distintas operaciones en el proceso de obtención del aceite esencial de limón, se puede apreciar que todo el proceso requiere de 347 minutos (5 horas 47 minutos), tiempo que se obtuvo del promedio de las observaciones de 5 días consecutivos de las distintas operaciones del proceso. El decantado es la operación que demora más tiempo pues requiere de alrededor de 2 horas para completarse.

Asimismo se puede apreciar que los recorridos asignables al personal solamente ocurren en las operaciones iniciales y finales del proceso pues en todas las demás se encuentra automatizado y se realiza a través de un circuito cerrado. Básicamente son 8 las operaciones unitarias que se realizan con tres actividades de control o inspección a lo largo del proceso.

4.2. Determinación de las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Con tal finalidad se aplicó la técnica del interrogatorio a cada una de las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón las mismas que se muestran en el anexo 8 y que recogen tanto la observación del investigador como las declaraciones del Jefe de planta Ingeniero Nelson Castillo.

Tabla 3 Operaciones mejoradas en la producción del aceite de limón

MEJORA	OPERACIÓN
Operaciones eliminadas	Pesado
Operaciones combinadas	Calentamiento y Condensado
Operaciones optimizadas	Prensado

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

Como se aprecia en la tabla 3, el pesado debe ser una operación eliminada del proceso productivo, al considerarse que puede realizarse en la recepción del limón ya que los vehículos serían pesados con carga y posteriormente destarado el peso del vehículo, de esa forma el limón ya se recibe con un peso bruto, que se volverá peso neto luego de la selección donde se pesa ya fuera de proceso el limón descartado y por diferencia se tendría el limón que pasa al proceso de producción.

Por otra parte la operación de calentamiento por la cual se inyecta vapor a la emulsión de jugo y aceite que se obtuvo en el prensado, se debe combinar con el condensado debido a que conforman en realidad una sola operación, ya que mientras que en la primera se inyecta el vapor en la segunda, éste se condensa para recuperar el aceite llevado por arrastre y es en ese momento que se puede medir el rendimiento de la operación.

Finalmente, la operación de prensado debe ser simplificada y optimizada, porque resulta fundamental en el rendimiento final, cada 12 minutos se prensa aproximadamente 1000 kilos de limón y después de cada uno de estos lotes se debe proceder a analizar la cáscara que se expulsa por la descarga de la prensa. Una rápida inspección visual puede indicar a un operador calificado si la cáscara ha soltado todo el aceite o todavía conserva parte de él, en cuyo caso se pasaría a reprocesarla.

4.3. Objetivo específico 3: evaluar las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Para el cálculo de magnitud de las pérdidas que se producen en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C. se tomó como referencia la producción durante el mes de Agosto que fue el mes donde se registró la producción más constante durante los 21 días del mes, considerando el rendimiento respecto a una producción programada de 380 litros de aceite que es la capacidad de producción de planta con un procesamiento diario de aproximadamente 150 toneladas de limón. Las pérdidas en cuanto a tiempo se calcularon registrando los sobretiempos respecto del tiempo estándar establecido de 347 minutos en el DAP. Asimismo, se registraron los litros de aceite que tuvieron que ser sometidos a reprocesos por no haber superado los controles de calidad del aceite. El detalle se muestra en el anexo 9.

Tabla 4 Pérdidas en la producción del aceite de limón

INDICADOR	VALOR
Porcentaje de Rendimiento	95.1%
Tiempo de Demora	686 min
Número de Reprocesos	185 litros

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

La tabla 4 muestra que el rendimiento promedio en el proceso de obtención del aceite se encuentra alrededor del 95.1% lo que significa una pérdida del 4.9% en el rendimiento de la planta y su vez representa un déficit de producción de aproximadamente 5.6 toneladas de aceite al año, considerando que la producción anual alcanza las 115 toneladas de aceite esencial de limón al año. Por otra parte, los sobretiempos o demoras en los procesos acumularon 686 minutos durante el mes analizado, es decir, se calcula un desperdicio de más de 137 horas al año. Finalmente, se debieron reprocesar

185 litros de aceite por diferentes razones relacionadas con el incumplimiento de los parámetros de calidad que exige el mercado internacional.

4.4. Objetivo específico 4: determinar el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

La productividad en el proceso de obtención del aceite esencial de limón depende de los rendimientos que se logren en sus tres principales operaciones que son el prensado, el destilado y el centrifugado de los cuales se registraron las entradas y salidas producidas durante los procesos realizados durante el mes de agosto. En el caso del prensado, la entrada la constituyen los kilos de limón que ingresan al proceso y la salida son los litros de la emulsión conformada por el jugo y el aceite de limón. En el destilado dicha emulsión constituye la entrada y la salida son los litros de aceite que logran ser separados del jugo. Dicho aceite que aún contiene algunas moléculas de agua e impurezas es la entrada al centrifugado siendo la salida los litros de aceite esencial puro y listo para envasarse. El detalle de los datos obtenidos se muestra en el anexo 10.

Tabla 5 Factores críticos en la producción del aceite de limón

INDICADOR	VALOR
Rendimiento del prensado	51%
Rendimiento del destilado	0.47%
Rendimiento de centrifugado	98.2%

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

La tabla 5 muestra un rendimiento promedio de 51% en el prensado, un rendimiento de 0.47% en el destilado y finalmente un rendimiento de 98.2% en el centrifugado. De los tres rendimientos, el valor crítico corresponde al del destilado, pues en él intervienen varias variables como la temperatura del vapor de arrastre, la temperatura de enfriamiento en el condensado, así como el contenido de aceite en la emulsión de jugo y aceite que sale de la prensa y

que cuya medición en ese punto no se realiza por requerir de análisis químicos.

4.5. Objetivo específico 5: determinar la productividad del limón, de las horas hombre y de las maquinas en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Las mediciones de la productividad se realizaron tomando como salida los litros de aceite esencial de limón diarios producidos durante los 21 días de producción durante el mes de Agosto y como entrada, en el caso de la materia prima las toneladas de limón que inician diariamente el proceso, para la mano de obra las horas hombre laboradas por los 7 operarios que manejan la planta (únicamente mano de obra directa) que en el día totalizan 56 horas hombre y para la maquinaria las horas máquina de los tres equipos que se utilizan en el procesamiento (prensa, destiladora y centrífuga) que acumulan 24 horas-máquina por día, excepto los días donde se produjeron paradas por mantenimiento. El detalle de los datos obtenidos se muestra en el anexo 11.

Tabla 6 Indicadores de productividad en la producción del aceite de limón

INDICADOR	VALOR
Productividad del materia prima	2.385 litros / tonelada de limón
Productividad de mano de obra	6.456 litros / hora-hombre
Productividad de maquinaria	15.337 litros / hora-máquina

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

La tabla 6 muestra una productividad del limón promedio de 2.385 litros de aceite esencial por tonelada de limón procesado lo que representa un rendimiento de 0.2385%. La experiencia ha demostrado que dicho rendimiento según las fuentes consultadas suele variar entre 0.2 y 0.5%, con lo cual se aprecia que en el caso de la empresa estudiada se encuentra casi en el límite inferior. En cuanto a la productividad de la mano de obra los resultados señalan que se producen 6.456 litros por cada hora-hombre trabajada la cual debe ser comparada con los valores de otros meses anteriores. Finalmente, respecto a la productividad de la maquinaria su valor promedio en agosto alcanzó los 15.337 litros de aceite esencial de limón

obtenido por cada hora-máquina, considerando que la capacidad instalada corresponde a 20 litros/hora-máquina el rendimiento de la planta en dicho mes alcanzó el 76.685 %.

4.6. Objetivo específico 6: calcular la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Para el cálculo de los beneficios por incremento de la productividad de la maquinaria se estima que la valoración de los 20 minutos diarios que se reducirá diariamente.

Tiempo ganado = 20 min x 21 días = 7 horas

Beneficio = 7 horas x 15.337 litros = 107.36 litros x \$ 22 litro x 3.6 = S/ 8 503

S/ 8 503 x 12 meses = S/ 102 036

Para el cálculo del beneficio por incremento de productividad de la materia prima se estima un incremento del 2% en la producción de aceite

Beneficio = 7,592 litros x 0.02 = 151.84 litros x \$ 22 x 3.6 x 12 meses = S/ 144 308

Para el cálculo del beneficio con la eliminación de los reprocesos se considera que al mejorar la calidad el aceite podrá ser comercializado a un precio \$ 1 mayor

Beneficio = 7592 litros x 12 meses x \$ 1 x 3.6 = S/ 327 974

Tabla 7 Cálculo de la relación beneficio / costo de la propuesta

BENEFICIOS	
ASPECTO MEJORADO	VALORACIÓN EN SOLES
Productividad de maquinaria	S/ 102,036
Productividad de materia prima	S/ 144,308
Eliminación de reprocesos	S/ 327,974
BENEFICIOS TOTALES	S/ 574,318
COSTOS	
Estrategia 1	S/ 75,500
Estrategia 2	S/ 4,900
Estrategia 3	S/ 25,000
Gastos administrativos (10%)	S/ 10,540
Gastos financieros	-
COSTOS TOTALES	S/ 115,940
RELACIÓN B/C	4.95

4.7. Objetivo general: Realizar una propuesta de estudio de métodos para mejorar para la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

La propuesta estuvo orientada a mejorar tres aspectos fundamentales del proceso de obtención del aceite esencial de limón:

- Lograr una reducción del tiempo total del proceso sacando el pesado del limón en la línea para realizarlo antes que el limón ingrese al proceso.
- Optimizar la extracción del aceite en la cáscara que se lleva a cabo en el prensado
- Establecer un control más estricto de la temperatura de enfriamiento del condensador de la cual depende en gran parte la calidad del aceite

Con esa finalidad se plantearon las siguientes estrategias correspondientes:

- Instalación de una balanza de pesado para los camiones que abastecen de limón a la planta
- Realización del reprensado de la cáscara de descarga a través de un nuevo circuito en la descarga de la prensa
- Automatización del control de la temperatura en el condensador mediante un PLC y sensores de temperatura.

La implementación de las estrategias requerirán de una inversión total de S/ 115,940 y producirán beneficios económicos por S/ 574,318.

La descripción detallada de la propuesta se encuentra en el anexo 12.

V. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo específico que consistió en realizar el análisis de las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón, se realizó el DOP para la obtención del aceite esencial de limón y los resultados muestran que el proceso se descompone en 8 operaciones, 3 inspecciones o controles de calidad, 1 transporte y 1 almacenamiento. Además el DAP determinó un tiempo promedio de 347 minutos para todo el proceso siendo la operación de decantado la que requiere mayor tiempo con aproximadamente dos horas. Llama la atención que la materia prima que ingresa al proceso recién sea pesada cuando el limón ya fue recepcionado y seleccionado, lo que se realiza por lotes. Asimismo, se determinó que la calidad del aceite final depende en gran medida del control de los parámetros como la temperatura de condensación, mientras que los rendimientos están asociados a la eficiencia en la extracción y separación del aceite del agua y jugo. Existe una gran similitud con lo realizado por Morales (2017) quien en su estudio para optimizar los procesos de recuperación de aceites de limón, comienza analizando cada una de las etapas del proceso, utilizando diagramas DOP y DAP que le permitieron identificar las principales operaciones que pueden ser mejoradas en el proceso. Sin embargo, en ese caso detecta que es el centrifugado donde se presentan las mayores deficiencias, mientras que en el caso de Limones Piuranos se detecta que el prensado requiere ser optimizado ya que no se extrae todo el aceite de la cáscara lo que afecta el rendimiento final de aceite y por ende la productividad. García (2016) señala que para conseguir una mejora en el método es necesario seguir un orden específico en la aplicación de la técnica que pasa por empezar registrando el método actual sobre el cual luego se realizará un análisis crítico que lleve a proponer un método mejorado. En la presente investigación, se registraron con la mayor exactitud posible las operaciones que se realizan utilizando las técnicas del diagrama de operaciones de proceso y el diagrama de análisis del proceso, en concordancia con lo expresado por el autor. En tal sentido se puede afirmar que el dop y el dap son unas herramientas de gran ayuda para analizar las operaciones, el tiempo de demora el proceso.

Respecto al segundo objetivo específico, que fue determinar las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C., en la investigación se utilizó el método del

interrogatorio en cada una de las operaciones para la obtención del aceite esencial de limón en Limones Piuranos, producto de lo cual se determinó que el pesado debe ser realizado antes que el limón ingrese al proceso para darle mayor fluidez. Además el calentamiento y condensado deben unificarse en una sola operación de destilado que sea más fácilmente controlable y finalmente el prensado deberá optimizarse puesto que se ha detectado con mucha frecuencia la presencia de aceite en la cáscara de descarga de la prensa, lo que quiere decir que el prensado no está siendo eficiente. Lo planteado en la presente investigación guarda mucha similitud con Carranza (2017) en su estudio de métodos para mejorar el proceso de post cosecha de banano orgánico, quien en su estudio logró reducir de 10 a 7 las operaciones logrando una reducción del tiempo de casi 45 minutos por día. En el estudio realizado en Limones Piuranos también se plantea una reducción de 10 a 8 operaciones lo que representa una reducción del 20%. López (2014) señala que la manera de mejorar un método de trabajo es reducir, eliminar, combinar o simplificar actividades dentro del proceso. En efecto, realizando lo señalado por el autor, por lo general se reduce tiempo de procesamiento, sin embargo se requiere de un análisis profundo para determinar si no se afectan otros aspectos como la calidad final del producto. De tal manera reafirmamos que el método de interrogatorio es una herramienta de gran ayuda para analizar cada una de las operaciones y mejorar el método de como lo hacen eliminando, combinando o simplificando las operaciones.

Respecto al tercer objetivo específico, que consistió en evaluar las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C., en la investigación se analizaron en primer término los rendimientos encontrándose un rendimiento del 95.1% respecto de la producción programada, las pérdidas de tiempo sumaron 686 minutos como producto de los diferenciales respecto del tiempo estándar y los reprocesos acumularon 385 litros por fallas de calidad tales como turbiedad o decoloración excesiva. Todas estas pérdidas repercuten negativamente en la productividad en su conjunto. El estudio realizado es semejante al realizado por Arana (2015) en sus resultados de la aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad de una planta de producción de lijas, donde logró relacionar el incremento de la productividad con la reducción de las pérdidas de materia prima y

horas-hombre alcanzando incrementos del orden del 20%. La investigación realizada también busca reducir éstas pérdidas en la empresa Limones Piuranos a través de lograr una mejor extracción del aceite de la cáscara del limón, así como el mantenimiento de los parámetros dentro de sus valores óptimos que garanticen la mejor calidad en el aceite esencial obtenido, estimándose que ello mejoraría la productividad al menos en un 5%. García (2016) indica que un buen estudio de métodos debe centrar su atención en aquellas pérdidas significativas que pueden ser pérdidas de tiempo, de esfuerzo, materia prima, todas las cuales repercuten de manera directa o indirecta en la productividad. Queda claro que las mejoras en los procesos productivos generalmente van enfocadas a la reducción de pérdidas de todo tipo en ellas, ya sea de materia prima e insumos, como de las horas-hombre y las horas-máquina de las que se dispone.

Respecto al cuarto objetivo específico que consistió en determinar el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C. se determinó que los rendimientos obtenidos en el prensado, destilado y centrifugado se constituían en los factores críticos para la productividad total del proceso. Los valores promedio de estos parámetros en el mes de agosto fueron de 51%, 0.47% y 98.2% respectivamente. De los tres, el relevante es el que corresponde al destilado pues es allí donde se obtiene por primera vez el aceite esencial. Éstos resultados se asemejan a los obtenidos por Alvarez (2017) cuando al aplicar estudio de métodos en una empresa de confecciones logra mejorar la productividad incrementando los rendimientos de las máquinas de corte y ensamblado. De manera semejante en la investigación se requiere incrementar los rendimientos en el prensado y destilado para tener un efecto positivo en la productividad total del proceso. SENATI (2018) señala que uno de los factores esenciales para incrementar la productividad es incrementar los rendimientos de las maquinarias que intervienen en el proceso, es decir, incrementar las salidas con las mismas o menores entradas. En efecto, identificar los factores críticos que afectan la productividad en un proceso productivo, es vital para poder implementar acciones que conlleven a su mejora.

Respecto al objetivo específico 5 que fue determinar la productividad del limón, de las horas hombre y de las máquinas en la empresa Limones Piuranos

S.A.C. las mediciones de productividad durante los 21 días de producción en el mes de agosto arrojaron un promedio de 2.385 litros de aceite esencial por cada tonelada de limón procesado que comparada con los valores referenciales de otras plantas, se encuentra dentro del rango satisfactorio pero muy cercanamente a su límite inferior. En la mano de obra resultó 6.456 litros por hora-hombre y en la maquinaria 15.337 litros por hora-máquina, valores que se ven afectados generalmente por paradas no programadas por fallas mecánicas. La investigación se asemeja en gran forma a la realizada por Abadie (2018) donde buscando mejorar la productividad en una empresa de metalmecánica de Piura, logra importantes incrementos en la productividad de mano de obra, maquinaria y materia prima superiores al 45% reduciendo significativamente las pérdidas en sus operaciones unitarias. Prokopenko (2016) señala que la productividad debe ser medida en base a la mano de obra, materia prima y maquinaria que es utilizada para elaborar un producto y es justamente lo que se ha puesto en práctica en la investigación efectuada. No cabe duda que la productividad es un indicador muy importante para monitorear cualquier proceso productivo, sin embargo, como todo indicador, debe ser analizada para encontrar una explicación razonable a sus variaciones en el tiempo.

En cuanto al objetivo específico 6 referido a calcular la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C. luego de analizar los beneficios económicos de la propuesta de mejora se estableció que ellos ascenderían a S/ 574,318 versus una inversión necesaria del orden de los S/ 115,940, que arrojan un indicador beneficio / costo de 4.95 soles de beneficios por cada sol invertido. En semejanza con la investigación de Hidalgo (2016) en su diseño de una planta piloto de extracción de aceites esenciales que proyecta una relación beneficio/costo de 2.85 aunque resulta menor al 4.95 obtenido en la propuesta de ésta investigación. Por su parte García (2016) al hablar de la propuesta de mejora señala que en su etapa de formulación deben seleccionarse las estrategias que produzcan los mayores beneficios para la empresa. Por lo tanto es posible afirmar que la relación beneficio-costo es la que determina la viabilidad económica de la propuesta, puesto que cualquier mejora que se desee implantar en la empresa debe estar respaldada por los beneficios económicos que genera.

VI. CONCLUSIONES

- Según el Objetivo General; en esta tesis se realizó una propuesta de estudio de métodos para mejorar la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C, que incluyó la instalación de una balanza para el pesado de camiones, el reprensado de la cáscara del limón y la automatización del control de la temperatura de condensado.
- Según el objetivo específico 1, en esta tesis se analizaron las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón determinándose que las operaciones de prensado, condensado y centrifugado resultan ser determinantes tanto en la calidad como en la productividad del proceso.
- Según el objetivo específico 2, en esta tesis se determinaron las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón; porque luego del análisis del método actual se concluye que el pesado puede realizarse antes que el limón ingrese al proceso, el calentamiento y condensado pueden combinarse en una sola operación de destilado y que el prensado debe ser optimizado para tratar de extraer el 100% del aceite de la cáscara.
- Según el objetivo específico 3, en esta tesis se evaluaron las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón, debido a que existen pérdidas significativas que pueden alcanzar 5.6 toneladas de aceite esencial de limón al año y aproximadamente 137 horas al año generalmente perdidas por demoras en el procesamiento y reprocesos
- Según el objetivo específico 4, en esta tesis se determinó el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón, para lo cual los factores críticos identificados son los rendimientos del prensado, destilado y centrifugado que son los que inciden directamente en la productividad del proceso en su conjunto.
- Según el objetivo específico 5, en esta tesis se determinó la productividad del limón, de las horas hombre y de las maquinas, debido a que los valores de productividad de materia prima, mano de obra y maquinaria medidos en el

método actual se encuentran dentro de los estándares para éste tipo de plantas, sin embargo, demasiado cercanos a sus límites inferiores.

- Según el objetivo específico 6, en esta tesis se calculó la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C, para lo cual la propuesta planteada tiene una factibilidad económica que queda demostrada por su relación beneficio/costo de 4.95 que resulta bastante favorable para la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se deben optimizar las operaciones anteriores al decantado, para que al llegar a ésta operación, el aceite ya llegue con un alto grado de pureza y requiera de un menor tiempo de decantado que es la operación que consumen mayor cantidad de tiempo.
- Sería recomendable comenzar mejorando la operación de prensado porque de ella depende el rendimiento del aceite esencial de limón en la medida que se logre extraer la mayor cantidad posible de aceite de la cáscara. Para ello se debería evaluar la posibilidad de cambiar la prensa de mayor diámetro de tornillo o de mayor potencia.
- Se recomienda que se debe realizar un mejor control del vapor de arrastre y su consiguiente temperatura de condensación con la finalidad de garantizar una buena calidad del aceite y evitar así la necesidad de tener que reprocesar lotes que no superan los contrales de calidad.
- Se recomienda que para incrementar la productividad de la mano de obra la empresa debe implementar un programa de incentivos basado en el logro de metas de productividad alcanzada en cada campaña, de manera que el trabajador se sienta más comprometido con los objetivos de productividad de empresa.
- Se sugiere que para implementar las acciones planteadas en la presente propuesta presupuestando el financiamiento necesario para llevarla a cabo, por cuanto se ha demostrado que resulta económicamente rentable para la empresa Limones Piuranos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIE, Alexander . 2018. *Mejora de la productividad del área de producción mediante la redistribución de planta en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018.* Universidad Cesar Vallejo. Piura : s.n., 2018. pág. 97, Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial.

ALVAREZ, Omar. 2017. *Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el proceso de la línea de confección de ropa en la empresa Creaciones Kevin de S.A. La Victoria – Lima, 2017.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017. pág. 174, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial.

ARANA, Jose. 2015. *Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas.* Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas, Universidad Católica de Santa María. Arequipa : s.n., 2015. pág. 202, Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial.

ARIAS, Fidias. 2012. *Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica.* Sexta. Caracas : Episteme, 2012. pág. 143. 9800785299.

BALESTRINI, Mirian. 2006. *Como se elabora el proyecto de investigación.* Séptima . Caracas : Editorial Consultores Asesores, 2006. pág. 248. 9806293037.

BEHAR, Daniel . 2008. *Metodología de la Investigación.* Rubeira A. Bogotá : Editorial Shalom, 2008. pág. 94. 9789592127837.

BERNAL, Cesar. 2016. *Metodología de la Investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* Tercera. s.l. : Pearson Educación , 2016. pág. 280.

BRUZONE, Ivan. 2018. Aceite esencial de limón. *Código Alimentario Argentino.* [En línea] 2018. [Citado el: 15 de Abril de 2020.] <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=63>.

CARRANZA , Jhon. 2017. *Estudio de métodos para mejorar el proceso post cosecha de banano orgánico de exportación en la Asociación APPROBOCEM sector La Manuela-Ignacio Escudero, Sullana.* Universidad Cesar Vallejo. Piura : s.n., 2017. pág. 125, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial.

CARRASCO, Sergio. 2005. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.* Primera. Lima : Editorial San Marcos E.I.R, 2005. pág. 476. 9972-34-

242-5.

CASADO, Irene. 2018. *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor.* Universidad Politecnica de Madrid . ESPAÑA : s.n., 2018. Tesis.

CASANOVA, Fernando. 2008. *Formación profesional, productividad y trabajo decente.* Montevideo : s.n., 2008.

CAZAGU, Pablo. 2006. *Introducción a la Investigación de las Ciencias Sociales.* Buenos Aires : s.n., 2006. pág. 194, Tesis.

DÍAZ, Gisela , y otros. 2016. *Propuesta para la evaluación del procesamiento industrial del limón.* Universidad de Tucumán. Tucumán : s.n., 2016. pág. 93, Tesis. 0370-5404.

GARCIA , Roberto. 2016. *Estudio de Trabajo.* Segunda. s.l. : McGraw-hill, 2016.

GARCIA, Pedro. 2016. *General framework for the establishment, monitoring and review of improvement plans.* [ed.] Universidad de Catalunya. Barcelona : Agencia para la calidad, 2016.

GINOCCHIO, Luis. 2019. *Hay que generar un desafío regional por nuestra agricultura.* [entrev.] Infomercado. Piura, 2019.

HERNANDEZ, Sampieri, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria. 2014. *Metodología de la Investigación.* Sexta. Ciudad de Mexico : McGrawHill Education, 2014. pág. 589. 9781456223960.

HIDALGO, Gilda y ROMERO, Ana. 2016. *Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor.* Universidad de Piura . Piura : s.n., 2016. pág. 147, Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial y Sistemas.

JULCA HUAMÁN, ROXANA JACQUELINE y RAMOS FARROÑAN, EMMA VERONICA. 2018. *Proposal to improve processes through lean manufacturing to increase productivity in a company of chclayo.* Universidad Señor de Sipán. Chiclayo : Universidad Señor de Sipán, 2018.

LÓPEZ, Julián , ALACÓN , Enrique y ROCHA, Mario. 2014. *Estudio del Trabajo una nueva visión.* s.l. : Patria S,A, 2014. 9786074389135.

MARTINEZ MOLINA, WILLIAM ANDRÉS. 2013. *Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa cinsa yumbo.* Operaciones y Sistemas Programa Ingeniería Industrial, Universidad

Autónomo de Occidente. Santiago de Cali : s.n., 2013. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial.

MEJIA DIAZ, Clinton Belcer, LOPEZ PADILLA, Rosario del Pilar y RODRIGUEZ ALEGRE, Lino. 2018. *Study of the work to improve the productivity in a company of services for mobile phone operators.* Universidad Cesar Vallejo. Huacho : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

MORALES, Manuel. 2017. *Optimización del proceso de recuperación de aceites centrifugados de limón, en la etapa de centrifugación.* Instituto Nacional de México. Mexico : s.n., 2017. pág. 55, Tesis para obtener el título de Ingeniero industrial.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA-FAO. 2019. *El futuro de la agroindustria.* [En línea] 2019. [Citado el: 13 de Abril de 2020.] <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. 2017. *Introducción al estudio del trabajo.* Ginebra : Oficina internacional del trabajo, 2017.

ORTIZ, Marienella. 2017. La agroindustria busca conquistar los mercados del mundo con innovación. *Expoferia alimentaria 2016.* [En línea] 2017. [Citado el: 12 de Abril de 2020.] <https://www.redagricola.com/pe/la-agroindustria-busca-conquistar-los-mercados-del-mundo-innovacion/>.

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. 2012. *Metodología de la investigación cuantitativa.* Tercera. Caracas : Editorial Fedupel, 2012. pág. 285. 9802734454.

PROKOPENKO, Josep. 2016. *Productivity management.* Ginebra : s.n., 2016. 92-2-105901-4.

RODRIGUEZ, Francisco y GÓMEZ, Luis. 1991. *Indicadores de calidad y productividad en la empresa.* Venezuela : Nuevos Tiempos, 1991. 980-6088-12-3.

RUIZ, Olga. 2017. *Aplicación de estudio de métodos para la mejora en la productividad en la línea de producción de la empresa Skarly Seguridad S.A.C., Carabayllo, 2017.* Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017. pág. 236, Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial.

SABINO, Carlos. 2007. *El proceso de Investigación.* Cafacas : Panapo, 2007. pág. 134.

SENATI. 2018. Manual de Mejora de Estudios de Metodos. *Manual del Participante.* [En línea] 2018. [Citado el: 01 de mayo de 2020.] <https://bit.ly/2W78xF4>.

SINGH, P y YADAV, Hemant. 2016. *Improvement in process industries by using*

work study methods: A case study. Rajasthan : International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), 2016. 0976-6359.

SLADOGNA, Mónica. 2017. Productividad Definiciones y Perspectivas para la Negociación Colectiva. [En línea] 2017.
<http://www.relats.org/documentos/ORGSladogna2.pdf>.

TAMAYO, Mario. 2012. *The process of scientific investigation.* Cuarta. s.l. : Editorial Limusa, 2012. pág. 175. 1858727.

TEJADA DIAZ, Noris Leonor, GISBERT SOLER, Victor y PÉREZ MOLINA, ANA ISABEL. 2017. *Methodology of study of time and movement; introduction to the gsd.* Valencia : 3C Empresa, Investigación y pensamiento critico, 2017.

VARA, Aristides. 2012. *7 pasos para elaborar una tesis.* Tercera . Lima : Universidad San Martin de Porras, 2012. pág. 451.

VÁSQUEZ GERVASI, Oscar. 2012. *Ingeniería de Metodos.* Chiclayo : Universidad Católica, 2012.

WATKINS, Thayer, VALLEY, Silicon y ALLEY, Silicon. 2019. *An introduction to cost benefit analysis.* Of Economics, San Jose State University. E.E.U.U : s.n., 2019.

WOOD, Kim. 2016. *Productivity: Concepts, Measurement y Performance.* Australia : Queensland Productivity Commission, 2016.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

ANEXO 1.1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
PROPUESTA DE ESTUDIO DE MÉTODOS	"Plan de acción resultado de un proceso previo de diagnóstico, que recoge y formaliza unos objetivos de mejora priorizados y las acciones necesarias para lograrlos en un horizonte temporal" (GARCIA, 2016), de "el registro sistemático acompañado de un examen crítico de las formas existentes y propuestas de realizar un trabajo " (OIT, 2015);	OPERACIONES ACTUALES	Serán analizadas mediante el Diagrama de operaciones del proceso (DOP) y el Diagrama de recorrido (DAP); expresadas en unidades, metros y minutos.	Número de Operaciones	De Razón
				Recorrido de la operación	De Razón
				Tiempo de la operación	De Razón
		OPERACIONES MEJORADAS	Se empleará el Método del interrogatorio para determinar las operaciones factibles de ser mejoradas; esto se dará a partir del juicio crítico.	Operaciones eliminadas	Nominal
				Operaciones combinadas	Nominal
				Operaciones optimizadas	Nominal
		PÉRDIDAS EN EL PROCESO	Se empleará la metodología de Lean Factoring para el análisis de las pérdidas en el proceso.	Porcentaje de Rendimiento	De Razón
				Tiempo de Demora	De Razón
				Número de Reprocesos	De Razón
		FACTORES CRÍTICOS	% contenido de aceite en la cáscara de descarga de la prensa.	Rendimiento del prensado	De Razón
			% de emulsión jugo – aceite obtenido en el destilado.	Rendimiento del destilado	De Razón
			% de aceite puro obtenido en la centrífuga.	Rendimiento de centrifugado	De Razón
		BENEFICIO / COSTO	$\frac{\text{Beneficios de la propuesta}}{\text{Costos de la propuesta}}$	Beneficios	De Razón
Costos					

Elaboración Propia, 2020.

ANEXO 1.2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLE DEPENDIENTE.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PRODUCTIVIDAD	"Cantidad de productos o su valor monetario obtenido por un sistema productivo de bienes o servicios y los recursos utilizados para obtener dicha producción" (ARANA, 2015), en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.	$\frac{\textit{Producción (litros de aceite)}}{\textit{kilogramos de materia prima}}$	Productividad del limón	De Razón
		$\frac{\textit{Producción (litros de aceite)}}{\textit{horas – hombre utilizadas}}$	Productividad de las horas hombre	De Razón
		$\frac{\textit{Producción (litros de aceite)}}{\textit{horas – maquina utilizadas}}$	Productividad de la maquinaria	De Razón

Elaboración Propia, 2020.

ANEXO 2: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO 2.1: GUÍA DE OBSERVACIÓN “ACTIVIDADES POR OPERACIÓN”

PASO	ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (MINUTOS)	CONTADOR DE RECURSOS			TIPO DE ACTIVIDAD				
							OPERACIÓN	CONTROL	TRASLADO	ESPERA	ALMACEN
				Operarios	Máquina	Materiales					
1											
2											
3											
4											
5											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

Elaboración Propia, 2020.

ANEXO 2.2: FICHA DE APLICACIÓN DE TÉCNICA DE INTERROGATORIO.

Ficha de técnica de interrogatorio		
Proceso:		
DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	
	¿Es necesario hacerlo?	
	¿Qué debería hacerse?	
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	
	¿Podría hacerse en otro lugar?	
	¿Podría combinarse con otro?	
	¿Dónde podría hacerse mejor?	
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	
	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	
	¿El orden de las acciones es apropiado?	
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	
	¿Quién podría hacerlo mejor?	
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	
	¿Es preciso hacerlo así?	
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	

Elaboración Propia, 2020.

ANEXO 2.3: FICHA DE REGISTRO DE PÉRDIDAS.

Ficha de registro de pérdidas en el proceso							
Proceso: _____							
Fecha	Producción programada (LT)	Producción realizada	% Rendimiento	Tiempo esperado (Min.)	Tiempo ejecutado (Min.)	Demora	Reprocesos

Elaboración Propia, 2020.

ANEXO 2.5: DATOS DE PRODUCCIÓN DIARIA.

FECHA	Producción (litros de aceite)	Kilogramos de materia prima	Productividad Materia prima	Horas- hombre utilizadas	Productividad mano de obra	Horas- máquina utilizadas	Productividad de la maquinaria

Elaboración Propia, 2020.

ANEXO 2.6: FICHA DE BENEFICIO – COSTO

BENEFICIOS	
ASPECTO MEJORADO	VALORACIÓN EN SOLES
Operaciones eliminadas	
Reducción del recorrido	
Reducción del tiempo	
Reducción de pérdidas	
Incremento en el rendimiento	
BENEFICIOS TOTALES	
COSTOS	
Nuevos materiales e insumos	
Mano de obra adicional	
Nuevo equipamiento	
Gastos administrativos	
Gastos financieros	
COSTOS TOTALES	
RELACIÓN B/C	

ANEXO 3: FÓRMULARIO.

a) Productividad

$$Productividad = \frac{Producto\ obtenido}{Insumo\ utilizado}$$

b) Productividad de la mano de obra

$$P_{mo} = \frac{Produccion\ o\ valor\ de\ la\ produccion}{Consumo(mano\ de\ obra)}$$

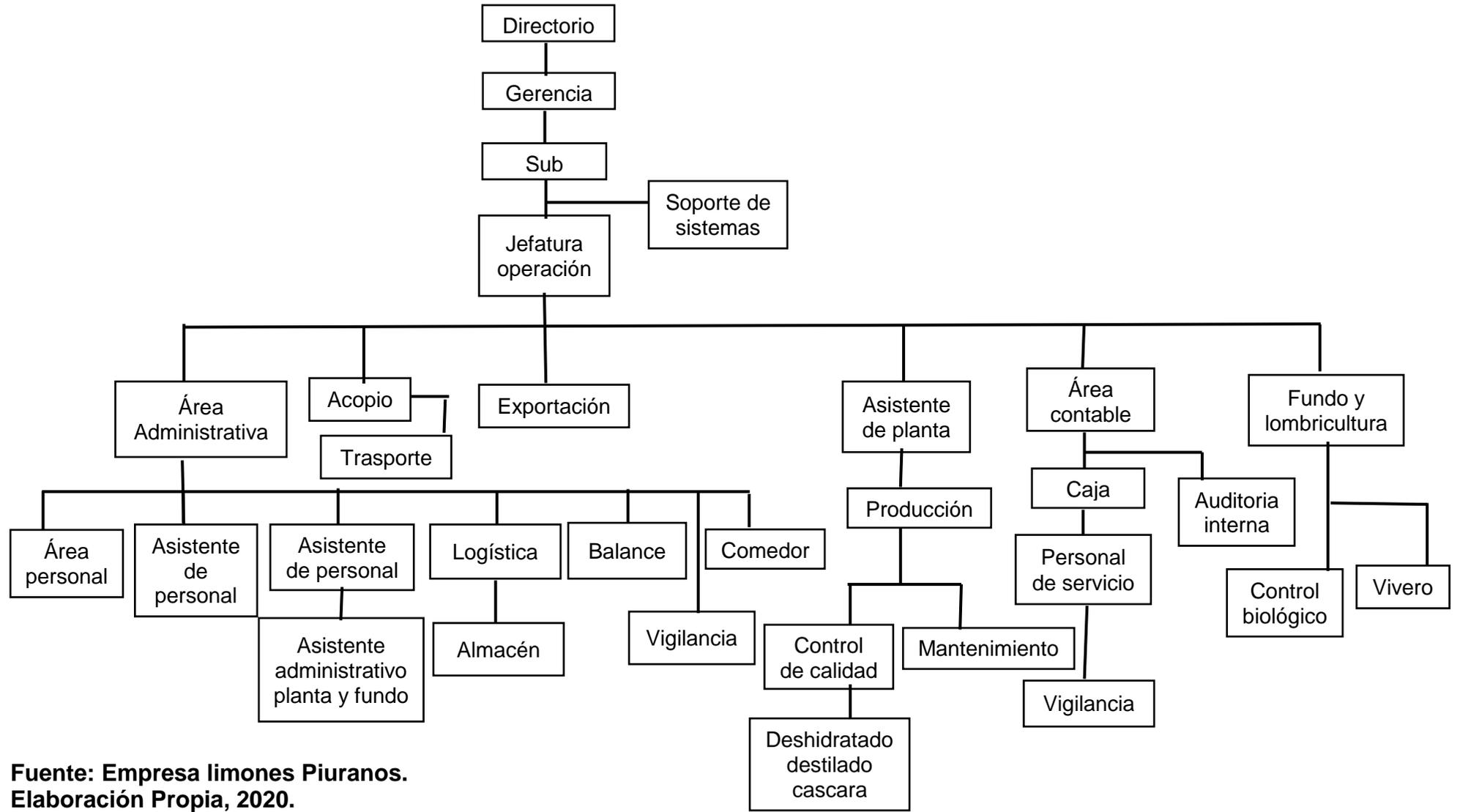
c) Productividad de la materia prima

$$P_{mp} = \frac{Produccion\ o\ valor\ de\ la\ produccion}{Consumo(materia\ prima)}$$

d) Productividad de la maquinaria

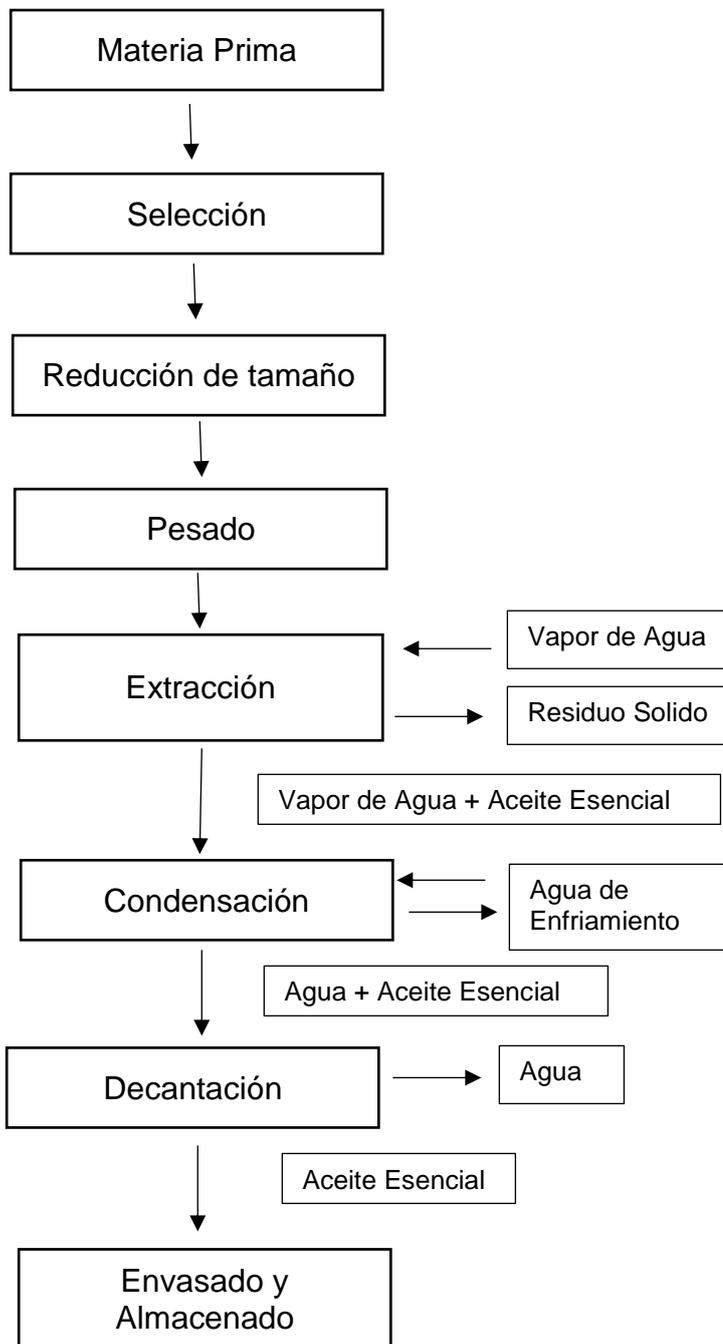
$$P_{maq} = \frac{Produccion\ o\ valor\ de\ la\ produccion}{Consumo(maquinaria)}$$

ANEXO 4: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA LIMONES PIURANOS



**Fuente: Empresa limones Piuranos.
Elaboración Propia, 2020.**

ANEXO 5: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN



**Fuente: Empresa limones Piuranos.
Elaboración Propia, 2020.**

ANEXO 6: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.

ANEXO 6.1: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS PRIMER EXPERTO.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Diego Salvador Ledia Estrada, con DNI N° 45062280, Magister en Administración, maestría en Gestión Empresarial
N° ANR: 006126, de profesión Ing. Pesquero
desempeñándome actualmente como Docente Universitario
en Universidad César Vallejo - Pisco

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Ficha de actividades por operación, Técnica de interrogatorio por actividad, Ficha de registro de pérdidas, Ficha de registro de rendimientos, Datos de producción diaria.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de actividades por operación de la empresa limones Piuranos - Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MIUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					/
2. Objetividad					/
3. Actualidad					/
4. Organización					/
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad					/
7. Consistencia				/	
8. Coherencia					/
9. Metodología					/

Técnica de interrogatorio por actividad de la empresa limones Piuranos – Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Ficha de registro de pérdidas de la empresa limones Piuranos – Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Ficha de registro de rendimientos de la empresa limones Piurano - Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Datos de producción diaria de la empresa limones Piurano - Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 30 días del mes de Junio del Dos mil Veinte.

Mgr. : *Diego Salvador Lechón Estrada*
 DNI : 45063280
 Especialidad : *Iny. Asesor*
 E-mail : *diego.lechon23@gmail.com*


 Ing. Diego S. Lechón Estrada M.Sc.
 DNI. 45063280
 CIP. 105585

ANEXO 6.2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS SEGUNDO EXPERTO.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Luciana Mercedes Torres Ludeña con DNI N° 02854952, Magister en Administración con Mención en Gerencia Empresarial, con N° CIP 94321, de profesión Ingeniera Industrial, desempeñándome actualmente como Docente Adscrita en el Departamento de Investigación de Operaciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Ficha de actividades por operación, Técnica de interrogatorio por actividad, Ficha de registro de pérdidas, Ficha de registro de rendimientos, Datos de producción diaria.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de actividades por operación de la empresa limones Piuranos – Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Técnica de interrogatorio por actividad de la empresa limones Piuranos – Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Ficha de registro de pérdidas de la empresa limones Piuranos – Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Ficha de registro de rendimientos de la empresa limones Piuranos – Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Datos de producción diaria de la empresa limones Piuranos – Tambogrande.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

ANEXO 7: CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EMPRESA.

“Año de la universalización de la salud”

SR. INGENIERO

Miguel Fossa Villa

Gerente de la Empresa Limones Piuranos

Presente.-

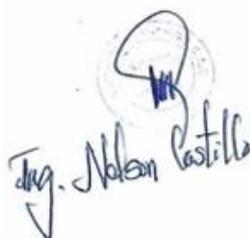
Me dirijo ante usted con el fin de presentar al estudiante Junior Jair Maza Chiroque, identificado con DNI N° 75460892, que actualmente se encuentra cursando la asignatura de Proyecto de Investigación en la facultad de Ingeniería Industrial en la Universidad Cesar Vallejo filial Piura.

Asimismo, le solicito a Ud., de la manera más acomedida, se considere la petición de brindar información suficiente y necesaria para el desarrollo del Proyecto de Tesis titulado Propuesta de estudio de métodos para la mejora de la productividad en la obtención del aceite esencial de limón de la Empresa Limones Piuranos.

Agradecemos su colaboración que ayudará de gran manera con el proceso de formación de nuestro estudiante. Aprovecho la oportunidad para reiterarle mi más alta consideración y estima.

Piura, 01 de Julio del 2020

Atentamente



Ing. Nelson Castillo



D. HUGO DANIEL GARCÍA JUAREZ
Coordinador de Ingeniería Industrial – UCV Piura



Junior Jair Maza Chiroque

+

Anexo 8: Aplicación de Método del Interrogatorio

Ficha de técnica de interrogatorio		
Operación: Recepción y selección del limón		
DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Para que ingrese al proceso solamente limón de primera calidad y no se afecte la calidad del producto final
El limón que llega de las parcelas es vaciado en una tolva donde personal retira los limones que están muy secos a demasiado pequeño	¿Es necesario hacerlo?	Sí es fundamental para la calidad
	¿Qué debería hacerse?	El limón debería venir clasificado desde el campo
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Someter a un lavado al limón en este momento para eliminar impurezas que luego se pasan a los procesos siguientes
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	Porque facilita la descarga del limón que viene muchas veces a granel
El limón es recepcionado en una tolva grande que facilita la descarga a granel y luego pasa por 4 bandejas de selección	¿Podría hacerse en otro lugar?	Difícilmente porque luego el limón pasa mediante rodillos a la balanza donde de registra el peso
	¿Podría combinarse con otro?	Ésta operación podría realizarse simultáneamente con el pesado
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Se podrían utilizar silos para almacenar el limón que no alcance a ser procesado
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque no hay donde almacenar el limón así que se procesa conforme va llegando a la planta
Al comienzo de proceso	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es apropiado?	La recepción debería incluir el pesado simultáneamente
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Muchas veces no por la elevada rotación de personal
Un grupo de seis operarios	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Agudeza visual y agilidad manual y por supuesto conocimiento de los estándares de calidad
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Personal con buen entrenamiento o mediante seleccionadoras automatizadas
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	Es la forma de hacerlo de manera manual
Apostados al costado de las bandejas va retirando los limones no aptos para el proceso	¿Es preciso hacerlo así?	Se pueden implementar sistemas de selección automatizada
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Poniendo más personal en ésta operación

Ficha de técnica de interrogatorio

Proceso: Pesado

DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Para conocer el peso de la materia prima que ingresa al proceso
El limón ya seleccionado se lleva hasta balanzas electrónicas que toman el peso por lotes	¿Es necesario hacerlo?	Sí para poder calcular los rendimientos
	¿Qué debería hacerse?	Podría recibirse el limón pesado en balanzas electrónicas que pesen el vehículo y luego lo destaren
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Podría hacerse un prelavado del limón para retirar impurezas pegadas a la cáscara
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	Es la forma más rápida de hacerlo sin
En balanzas electrónicas acopladas a la línea de producción	¿Podría hacerse en otro lugar?	Sí podría hacerse conforme se recepciona el limón
	¿Podría combinarse con otro?	Podría combinarse con la operación anterior
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Podría sacarse por diferencia entre el limón que ingresa ya pesado y el peso del limón rechazado en la selección
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque en ese momento ya se retiró el limón no apto
Se hace después que se realizó la selección del limón apto para el proceso	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	Sí en el mismo momento de la recepción
	¿El orden de las acciones es apropiado?	No, el pesado debe ser la operación inicial muchas veces no se conoce cuanto limón se descartó
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	Al pesarse al comienzo se conocería con exactitud cuanto es el limón que se descarta y se agilizaría el proceso
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Es un operador con bastante experiencia
Un solo operario registra los pesos y luego los totaliza	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Conocimiento de la operación de la balanza electrónica y ser ordenado para llevar sus registros
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Cualquiera de los otros operarios de la planta ya que no la operación se realiza en unos pocos minutos
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	Ese es el funcionamiento de la balanza electrónica
El limón cae sobre la tolva de entrada a la balanza la que se cierra al llenarse en ese momento se registra el peso y luego se abre la compuerta de salida	¿Es preciso hacerlo así?	Según el flujo de entrada del limón puede ocasionar un cuello de botella
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	La tolva donde se pesa debería ser de mayor capacidad porque la balanza puede pesar lotes más grandes

Ficha de técnica de interrogatorio

Proceso: Prensado

DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Para extraer todo el jugo y aceite de la cáscara
El limón es introducido a una prensa de tornillo para estallar las celdas de aceite de la cáscara por presión	¿Es necesario hacerlo?	Sí es la forma más rentable de extracción del aceite
	¿Qué debería hacerse?	Controlar el contenido de aceite en la cáscara de la descarga
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Ajustar periódicamente la prensa o cambiar de tornillo cuando baje su eficiencia
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	Es la máquina más conveniente
En la prensa de tornillo	¿Podría hacerse en otro lugar?	Por razones de descarga de la cáscara se hace excesiva distancia del pesado
	¿Podría combinarse con otro?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Sí, ajustando la prensa con mayor frecuencia
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es necesario extraer todo el jugo y aceite que se pueda del limón
Se hace luego del pesado del limón que ingresa al proceso	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es apropiado?	Sí
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	No, desconoce en que momento se debe ajustar la prensa
El operador de la prensa	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Requiere mucha capacitación para darse cuenta si la cáscara queda o no con aceite
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un ingeniero químico que analice la cáscara de la descarga de la prensa
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	Es una forma eficiente de extracción de la emulsión de jugo y aceite
El limón que va ingresando a la prensa cae al tornillo donde se presiona y el jugo y el aceite salen a través de las paredes perforadas de la prensa	¿Es preciso hacerlo así?	Sí, para evitar que demasiados sólidos se filtren con el jugo
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Es importante analizar que la cáscara que sale por un extremo de la prensa no contenga aceite porque de contenerlo aún debería volver a la prensa

Ficha de técnica de interrogatorio

Proceso: Calentamiento y Condensado

DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Para separar el aceite del jugo de limón
En un alambique se inyecta vapor a la emulsión que arrastra el aceite a un condensador	¿Es necesario hacerlo?	Sí
	¿Qué debería hacerse?	Controlar la temperatura de condensación que debe estar entre 35-40°C
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Ajustar constantemente el flujo de agua de enfriamiento al condensador
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	Es un circuito cerrado que permite el arrastre del aceite por vapor
En el alambique	¿Podría hacerse en otro lugar?	No
	¿Podría combinarse con otro?	Si
	¿Dónde podría hacerse mejor?	El condensador podría ser de mayor capacidad para mantener mejor controlada la temperatura
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque ya se tiene el jugo y el aceite en una emulsión
Luego de la extracción del jugo y aceite en la prensa	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es apropiado?	Sí
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Sí, es el operario con mayor experiencia
Operador del alambique	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Coordinación para abrir y cerrar las válvulas en el momento oportuno y controlar la temperatura de condensación
	¿Quién podría hacerlo mejor?	El mismo operario
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	Para obtener el máximo rendimiento en la condensación
Abre la llave que lleva el jugo + aceite al alambique junto con la de ingreso de vapor	¿Es preciso hacerlo así?	Si
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Los tubos del condensador deben limpiarse después de cada proceso para no contaminar el aceite

Ficha de técnica de interrogatorio

Proceso: Centrifugado

DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Para retirar el agua que puede contener el aceite junto con cualquier impureza
El aceite que aún contiene moléculas de agua y algunas impurezas ingresa a la centrífuga	¿Es necesario hacerlo?	Sí es vital para la pureza del aceite final
	¿Qué debería hacerse?	Verificar el sabor, olor y color del aceite a la salida de la centrífuga
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Análisis organoléptico
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	Es el equipo más apropiado
En la centrífuga	¿Podría hacerse en otro lugar?	No
	¿Podría combinarse con otro?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un ambiente hermético por el peligro de oxidación del aceite
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	Cuando el aceite separado sale del condensador
Luego que se logró separar el jugo del aceite	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es apropiado?	Sí
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Debe mejorar en la forma de realizar el análisis del aceite
Operador de la centrífuga	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Capacidad para verificar las características organolépticas del aceite
	¿Quién podría hacerlo mejor?	El mismo con mayor capacitación
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	Para obtener un aceite con las características de color, olor y sabor característicos
Se abre el paso del aceite que sale del condensador a la centrífuga hasta que se llene y se prende la centrífuga por aprox 10 minutos	¿Es preciso hacerlo así?	Sí
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Controlando y ajustando la velocidad de centrifugado según la viscosidad y turbiedad que se note en el aceite

Ficha de técnica de interrogatorio

Proceso: Decantado

DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Para que sedimenten las últimas impurezas que pueda contener el aceite
El aceite centrifugado es puesto a decantar en un tanque de fondo cónico	¿Es necesario hacerlo?	Sí
	¿Qué debería hacerse?	Dejar decantar al menos 24 horas
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Tener mucho cuidado con la contaminación exterior
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	Es el equipo más apropiado
En el decantador	¿Podría hacerse en otro lugar?	No
	¿Podría combinarse con otro?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En el mismo lugar
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	Para garantizar la pureza total del aceite
Antes de proceder al envasado final del aceite	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es apropiado?	Si
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Lo controla el mismo operario de la centrífuga
No requiere de personal dedicado	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Ninguna
	¿Quién podría hacerlo mejor?	No requiere control
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	La centrífuga está conectada al decantador
El aceite centrifugado automáticamente al decantador	¿Es preciso hacerlo así?	Sí
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Poe el apuro en despachar el aceite se espera un tiempo mínimo de aprox 2 horas, es recomendable esperar más tiempo

Ficha de técnica de interrogatorio

Proceso: Envasado

DATOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Para su exportación en contenedores (80 cilindros por contenedor de 20")
Se envasa el aceite en tambores de 400 libras de lámina galvanizada	¿Es necesario hacerlo?	Sí
	¿Qué debería hacerse?	Almacenamiento en frío entre 5° a 15° es la temperatura ideal
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Aplicar al cilindro una recubierta con un barniz de resina epoxi fenólica
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	Zona hermética para que el aceite no tenga contacto con el oxígeno del aire
Zona de envasado	¿Podría hacerse en otro lugar?	No
	¿Podría combinarse con otro?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Allí mismo
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque ya se tienen el aceite con 99% de pureza
Cuando el aceite ya reposó suficiente tiempo como para que precipiten ceras e impurezas	¿Sería mejor hacerlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es apropiado?	Si
	¿Se mejoraría cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Sí
Un operario para el llenado y otro para mover el cilindro al almacén	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Ninguna en especial
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Cualquier operador
¿Cómo lo hace?	¿Por qué se hace así?	Porque es la forma más segura de evitar la oxidación del aceite
Una bomba extrae el aceite del decantador por su parte superior y a través de una tubería llena los cilindros	¿Es preciso hacerlo así?	Sí
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Es la forma óptima hasta el momento

Anexo 9: Evaluación de las principales perdidas en el proceso.

Fecha	Producción programada (Litros)	Producción realizada (Litros)	% Rendimiento	Tiempo esperado (Min.)	Tiempo ejecutado (Min.)	Demora	Reprocesos (Litros)
03-ago	380	366	96.3%	347	392	45	
04-ago	380	375	98.7%	347	377	30	
05-ago	380	342	90.0%	347	408	61	20
06-ago	380	364	95.8%	347	339	0	
07-ago	380	367	96.6%	347	366	19	
10-ago	380	377	99.2%	347	354	7	
11-ago	380	344	90.5%	347	419	72	25
12-ago	380	376	98.9%	347	385	38	
13-ago	380	371	97.6%	347	347	0	
14-ago	380	350	92.1%	347	403	56	12
17-ago	380	355	93.4%	347	361	14	
18-ago	380	365	96.1%	347	381	34	
19-ago	380	352	92.6%	347	339	0	
20-ago	380	353	92.9%	347	343	0	
21-ago	380	369	97.1%	347	396	49	
24-ago	380	342	90.0%	347	414	67	35
25-ago	380	373	98.2%	347	357	10	
26-ago	380	375	98.7%	347	342	0	
27-ago	380	377	99.2%	347	404	57	
28-ago	380	341	89.7%	347	408	61	42
31-ago	380	358	94.2%	347	413	66	51
TOTAL	7980	7592	95.1%			686	185

Anexo 10: Evaluación de los rendimientos.

FECHA	PRENSA			DESTILADORA			CENTRÍFUGA		
	Entrada (kilos)	Salida (litros jugo+aceite)	Rendimiento	Entrada (litros jugo+aceite)	Salida (litros de aceite)	Rendimiento	Entrada (litros aceite)	Salida (litros de aceite puro)	Rendimiento
03-ago	151549	83352	55%	83352	371	0.44%	371	366	98.7%
04-ago	153560	70638	46%	70638	381	0.54%	381	375	98.5%
05-ago	151021	84572	56%	84572	348	0.41%	348	342	98.1%
06-ago	153357	85880	56%	85880	372	0.43%	372	364	97.8%
07-ago	148771	83312	56%	83312	374	0.45%	374	367	98.0%
10-ago	152153	77598	51%	77598	386	0.50%	386	377	97.6%
11-ago	151514	84848	56%	84848	350	0.41%	350	344	98.3%
12-ago	151481	83315	55%	83315	382	0.46%	382	376	98.4%
13-ago	151784	69821	46%	69821	377	0.54%	377	371	98.5%
14-ago	149120	74560	50%	74560	355	0.48%	355	350	98.7%
17-ago	154079	81662	53%	81662	359	0.44%	359	355	99.0%
18-ago	149263	73139	49%	73139	370	0.51%	370	365	98.5%
19-ago	153292	76646	50%	76646	357	0.47%	357	352	98.6%
20-ago	149719	68871	46%	68871	363	0.53%	363	353	97.2%
21-ago	151725	83449	55%	83449	375	0.45%	375	369	98.3%
24-ago	149500	79235	53%	79235	349	0.44%	349	342	98.0%
25-ago	152523	80837	53%	80837	378	0.47%	378	373	98.7%
26-ago	152336	68551	45%	68551	385	0.56%	385	375	97.5%
27-ago	153495	69073	45%	69073	386	0.56%	386	377	97.7%
28-ago	150821	78427	52%	78427	345	0.44%	345	341	98.9%
31-ago	152014	76007	50%	76007	367	0.48%	367	358	97.6%
TOTAL	3183077	1633790	51%	1633790	7730	0.47%	7730	7592	98.2%

Anexo 11: Evaluación de los productividad.

FECHA	Producción (litros de aceite)	Kilogramos de materia prima	Productividad Materia prima	Horas-hombre utilizadas	Productividad mano de obra	Horas-máquina utilizadas	Productividad de la maquinaria
03-ago	366	151549	2.415	56	6.536	24	15.250
04-ago	375	153560	2.442	56	6.696	24	15.625
05-ago	342	151021	2.265	56	6.107	21	16.286
06-ago	364	153357	2.374	56	6.500	24	15.167
07-ago	367	148771	2.467	56	6.554	24	15.292
10-ago	377	152153	2.478	56	6.732	24	15.708
11-ago	344	151514	2.270	56	6.143	21	16.381
12-ago	376	151481	2.482	56	6.714	24	15.667
13-ago	371	151784	2.444	56	6.625	24	15.458
14-ago	350	149120	2.347	56	6.250	24	14.583
17-ago	355	154079	2.304	56	6.339	24	14.792
18-ago	365	149263	2.445	56	6.518	24	15.208
19-ago	352	153292	2.296	56	6.286	24	14.667
20-ago	353	149719	2.358	56	6.304	24	14.708
21-ago	369	151725	2.432	56	6.589	24	15.375
24-ago	342	149500	2.288	56	6.107	24	14.250
25-ago	373	152523	2.446	56	6.661	24	15.542
26-ago	375	152336	2.462	56	6.696	24	15.625
27-ago	377	153495	2.456	56	6.732	24	15.708
28-ago	341	150821	2.261	56	6.089	21	16.238
31-ago	358	152014	2.355	56	6.393	24	14.917
TOTAL	7592	3183077	2.385	1176	6.456	495	15.337

ANEXO 12: PROPUESTA DE UN NUEVO MÉTODO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN EN LA EMPRESA LIMONES PIURANOS S.A.C.

OBJETIVO GENERAL

- Proponer modificaciones en el proceso de producción del aceite esencial de limón para mejorar la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir el tiempo de procesamiento eliminando la operación de pesado dentro del proceso.
- Optimizar el prensado para optimizar la extracción del aceite en la cáscara
- Automatizar el control de la temperatura de enfriamiento en el condensador para evitar los reprocesamientos por baja calidad

ESTRATEGIA 1: Instalación de una balanza de pesado para los camiones que abastecen de materia prima a la planta

Descripción de la estrategia

La estrategia consiste en la instalación de una balanza para camiones que permita el pesado de la materia prima antes de ingresar al proceso productivo, de esa manera se evita que el pesado se realice dentro del proceso productivo y por lotes como se realiza actualmente. Esto permitirá un mayor control sobre el rendimiento de la materia prima y además una reducción de 20 minutos en promedio lo que redundará una mayor productividad de la maquinaria.

Luego de analizar las diferentes opciones que presenta el mercado nacional se ha considerado como la más conveniente la balanza SMART WEIGH por las siguientes características:

- Completamente de acero de alta resistencia
- Equipo electrónico de tecnología alemana
- Control de mando digital

- Carga máxima de 40 toneladas
- Largo 9 metros x 3 metros de ancho
- Resistencia a la humedad, agua, polvo
- Servicio técnico
- Garantía 2 años
- Precio 19,750 dólares (incluye instalación)

La operación de la balanza no demandará mano de obra adicional pues se utilizará el mismo operario que queda libre. Para optimizar la inversión será posible dar el servicio de pesado a otras empresas agroindustriales que operan en la zona de Tambogrande.

Se requerirá que el personal de mantenimiento desacople la unidades de pesado de la línea de producción

Responsables

- Jefe de operaciones
- Encargado de logística

Recursos

- Proveedor de la balanza
- Personal de mantenimiento

Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	PERIODOS											
	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Proceso de compra de la balanza	■	■	■	■								
2. Instalación de la balanza					■	■	■					
3. Pruebas de calibración								■	■			
4. Desacople de balanza de la línea de produc.								■	■			
5. Capacitación al personal										■	■	

Presupuesto

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Balanza de camiones	1	S/. 71,100	S/. 71,100
Obras civiles	global	S/. 4,200	S/. 4,200
Capacitaciones	2	S/. 100	S/. 200
			S/. 75,500

ESTRATEGIA 2: Reprensado de la cáscara de descarga de la prensa

Descripción de la estrategia

La estrategia consiste en realizar el repsado de la cáscara que sale de la prensa como una forma de asegurarse que se extraiga todo el aceite que sea posible dado que los análisis químicos demostraron que al menos un 2% de aceite se perdía por este motivo. La otra opción era parar periódicamente la prensa para realizar los ajustes al tornillo lo cual perjudicaría al proceso en su conjunto.

Este proceso de repsado de la cáscara se automatizaría para lo cual solamente se requiere de un pequeño circuito muy simple que recogería la cáscara a la salida de la prensa y mediante un elevador la conduciría nuevamente a la entrada de la prensa. Una bifurcación permitiría que luego del segundo prensado la cáscara continúe al proceso de secado como actualmente ocurre.

Responsables

- Encargado de mantenimiento
- Operador de la prensa

Recursos

- Motor eléctrico de 2 hp
- Bandejas de recepción de la cáscara
- Elevadores de canaleta

Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	PERIODOS	Mes 1				Mes 2			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1. Adquisición de materiales y equipos		■	■	■					
2. Instalación de circuito para la cáscara					■				
3. Pruebas de funcionamiento					■				
4. Medición del rendimiento del prensado						■	■	■	■
5. Medición de productividad del limón						■	■	■	■

Presupuesto

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Motor	1	S/. 2,500	S/. 2,500
Bandejas	4	S/. 300	S/. 1,200
Elevadores	1	S/. 1,200	S/. 1,200
			S/. 4,900

ESTRATEGIA 3: Automatización del control de la temperatura de enfriamiento en el condensador.

Descripción de la estrategia

La estrategia consiste en colocar un control automático de temperatura en el condensador mediante un PLC y sensores de temperatura que mantenga la temperatura entre 35 y 40°C para garantizar la máxima calidad del aceite obtenido ya que a temperaturas más bajas se condensan compuestos muy volátiles de aroma desagradable deteriorando la calidad del aceite. El sistema automático deberá controlar el flujo de agua de enfriamiento al condensador disminuyéndolo cuando la temperatura esté por debajo de la temperatura mínima y aumentándolo cuando la temperatura exceda la temperatura máxima. Se requerirá de un ingeniero electrónico instrumentista para que recomiende el equipamiento necesario.

La principal ventaja es que el control de la temperatura se hará en tiempo real y no a intervalos como se realiza actualmente, lo que eliminaría el 100% de los

reprocesos del aceite esencial que se producen por fallas en la calidad.

Responsables

- Especialista instrumentista
- Encargado de mantenimiento

Recursos

- PLC
- Sensores de temperatura
- Válvulas electrónicas
- Computadora portátil

Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	PERIODOS											
	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Contratación del especialista	■	■	■									
2. Compra de equipos electrónicos				■	■							
3. Instalación del sistema automático de control						■	■					
4. Pruebas de funcionamiento								■	■			
5. Capacitación del personal										■	■	

Presupuesto

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Especialista instrumentista	3 meses	S/. 10,000	S/. 10,000
Sistema automático de control	Global	S/. 15,000	S/. 15,000
			S/. 25,000



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Propuesta de estudio de métodos para la mejora de la productividad
en la obtención del aceite esencial de limón en la Empresa Limones
Piuranos S.A.C.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

AUTOR:

Maza Chiroque, Junior Jair (0000-0003-4462-6024)

ASESOR:

Ing. Seminario Atarama, Mario Roberto MSc. (0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Ciudad de Piura-Perú

(2020)

I. INTRODUCCIÓN

Para el 2050 se asegura que en el mundo habrá nueve mil millones de habitantes, aumentando la demanda de alimentos en por lo menos un 30%. Ello obligará a incrementar la producción de alimentos y todo lo relacionado con su conservación, procesamiento, transporte y distribución, que permita garantizar su calidad e inocuidad de los mismos. Ello representa todo un reto para la agroindustria alimentaria mundial que mediante la innovación necesita adaptar todos sus procesos para hacerlos más eficientes desde la selección y clasificación de sus materias primas, hasta su empaque, procesamiento, almacenamiento, conservación, transporte y comercialización a los consumidores (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA-FAO, 2019).

Perú es hoy en día uno de los más importantes proveedores de alimentos de todo el mundo, superando los US\$5.000 millones en exportaciones anuales. En los últimos años las empresas agroexportadoras han trazado estrategias de crecimiento aprovechando la gran diversidad de cultivos y la apertura de nuevos mercados, así como la expansión de las áreas de producción, lo que permite liderar el ranking mundial en exportaciones de productos como espárragos, uvas, banano, mangos y otros (ORTIZ, 2017).

La región Piura tiene cuatro productos bandera en agro exportación: uva, mango, banano y limón con los cuales abarca el 35% de la agro exportación nacional, sin embargo, el principal reto es desarrollar una agroindustria competitiva en base a una buena productividad, que la haga sostenible en el tiempo. (GINOCCHIO, 2019)

Limonos Piuranos S.A.C. es una empresa del sector agroindustrial dedicada al cultivo, producción, comercialización y exportación de limón fresco en distintas variedades, aceite esencial, jugo concentrado y cáscara deshidratada de limón. Actualmente, la empresa posee aproximadamente 1,200 hectáreas sembradas en la zona de Cieneguillo y Tambogrande. El limón cosechado diariamente es transportado a una planta donde luego de un proceso de selección, una parte es empacada fresco para ser comercializado en el mercado nacional e internacional y la otra para su procesamiento en aceite esencial. El estándar de la industria internacional es que para obtener un kilo de aceite esencial se requieren 200

kilogramos de limón, y además, sus principales características de calidad son su densidad relativa entre 0,850 y 0,859 y su color que debe ser completamente cristalino y ligeramente amarillento. Del proceso se debe obtener entre 45 y 58% de jugo, entre 45 y 55% de cáscara y entre 0.2 y 0.5% de aceite esencial (BRUZONE, 2018).

En los últimos meses el rendimiento del limón en la planta ha fluctuado alrededor de 185 kilos de aceite esencial por cada 60 toneladas de limón fresco, lo que representa un rendimiento de 0,308% de aceite, es decir para obtener un kilo de aceite esencial se están utilizando en promedio 325 kilos de limón, muy por encima de lo que señalan los estándares internacionales. La baja productividad del aceite esencial podría deberse a dos causas fundamentales: fallas en el ajuste en la prensa de tornillo que es la que separa la cáscara de la mezcla de jugo y aceite, por lo cual la cáscara que se descarga de la prensa aún contiene aceite sin extraer y/o un deficiente control de los parámetros en la destilación del jugo, como el flujo de agua de enfriamiento del condensador que debería mantener una temperatura del tanque entre los 35 y 40°C para garantizar una separación eficiente del jugo y del aceite. Por otra parte, es cada vez más frecuente encontrar lotes que no pasan los controles de calidad debido a que el aceite presenta turbiedad o sólidos precipitados que cambian la coloración del aceite y obliga a venderlo por debajo de los 30 dólares el kilogramo, que es el precio promedio en el mercado internacional.

De mantenerse la situación arriba señalada, la empresa perdería rentabilidad, ya que el aceite esencial constituye uno de los principales ingresos de la empresa por exportaciones y en los últimos meses se ha llegado a vender hasta en 22 dólares el kilo de aceite. Asimismo, Limones Piuranos podría perder el liderazgo nacional que mantiene al concentrar un 58% de las exportaciones del aceite esencial de limón, dado que perdería competitividad frente a las empresas mexicanas y argentinas quienes son sus principales competidores.

Con el fin de detectar oportunidades de mejora en toda la cadena productiva del aceite esencial de limón se planteó la presente investigación que se propone analizar cada una de las etapas de su procesamiento, mediante el estudio de métodos, con la finalidad de proponer alternativas que elevarían significativamente

la productividad tanto de la materia prima como del personal empleado en el proceso de obtención del aceite esencial.

Como formulación del problema se planteó el siguiente; ¿Cómo se podría realizar una propuesta de estudio de métodos para la mejorar de la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C?

Como un primer problema específico se planteó ¿Cómo se realizaban los procesos de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?; Como un segundo problema específico se planteó ¿Qué operaciones podían ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón para mejorar la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?; Como un tercer problema específico se planteó ¿Cuáles fueron las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón que afectan la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?; Como un cuarto problema específico se planteó ¿Qué factores afectaban la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.?, como quinto problema específico se planteó ¿Cuál fue la productividad actual del limón, de las horas hombre y de las maquinas en la empresa Limones Piuranos S.A.C.? y como un sexto problema específico se planteó ¿Cuáles fueron los costos y beneficios de la propuesta de estudios para la mejora de la productividad?

La investigación planteada tuvo en primer lugar, una justificación económica, dado que a partir de sus resultados se generaron propuestas para lograr una mejora de la productividad en uno de los procesos más importantes de la empresa Limones Piuranos, como es la obtención del aceite esencial de limón, del cual dependen gran parte de los ingresos que la empresa obtiene, por lo cual cualquier mejora en su productividad redundaría favorablemente en una mayor rentabilidad de la empresa.

También hay una justificación de índole social, dado que con la investigación planteada se buscó reforzar la sostenibilidad de la empresa en los mercados internacionales a fin de mantener su competitividad y le permitiría seguir manteniendo cerca de 200 familias que dependen directamente y otras casi 500 familias que se beneficiarían indirectamente de sus operaciones.

Finalmente, la investigación tiene una justificación práctica porque permitió demostrar que la aplicación del estudio de métodos es una herramienta eficiente y eficaz para mejorar la productividad, pudiendo replicarse la metodología en cualquier otra empresa del mismo sector u otros similares.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general: Realizar una propuesta de estudio de métodos para mejorar la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Como objetivos específicos se tienen los siguientes; Como un primer objetivo específico se plantea analizar las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como un segundo objetivo específico se planteó determinar las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como un tercer objetivo específico se planteó evaluar las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como un cuarto objetivo específico se planteó determinar el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; como quinto objetivo específico se planteó determinar la productividad del limón, de las horas hombre y de las maquinas en la empresa Limones Piuranos S.A.C.; y como un sexto objetivo específico se plantea calcular la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

La hipótesis general que se plantea en el presente proyecto de investigación: El estudio de métodos permitiría mejorar la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Como hipótesis específicas se tienen las siguientes; como primera hipótesis se plantea si el análisis de las operaciones del proceso de obtención de aceite esencial de limón permitiría mejorar la productividad en la empresa limones piuranos; como una segunda hipótesis se plantea si las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial del limón para incrementar la productividad en la empresa limones piuranos fueron el prensado, destilado y centrifugado; como

tercera hipótesis específica se plantea si las pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial del limón que afectan la productividad en la empresa limones piuranos fueron significativas, la cuarta hipótesis específica plantea si el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón fueron considerables; como quinta hipótesis específica se plantea si la productividad del limón, de las horas extras y de las máquinas en la empresa limones piuranos son bajas y como sexta hipótesis específica se plantea que la relación beneficio-costos de la propuesta fue mayor a uno.

II. MARCO TEÓRICO

Luego de realizar varias búsquedas de tesis, artículos científicos, entre otros documentos que se relacionen con el presente trabajo de investigación, a nivel internacional, nacional y local; se seleccionaron los siguientes:

(CASADO, 2018) En su investigación **“Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor”** presentada en la Universidad Politécnica de Madrid en España, se planteó como principal objetivo optimizar el funcionamiento del montaje para la extracción del aceite a partir de la cáscara de limón o naranja mediante el proceso de destilación calculando sus rendimientos bajo diferentes parámetros. Se plantea un estudio experimental por el cual se realizaron una serie de ensayos para la extracción del aceite con el fin de determinar las condiciones de operación adecuadas para fijar un proceso estándar. El estudio presenta como resultados las curvas de rendimiento de cada extracción para diferentes parámetros y las características físico-químicas de los aceites extraídos. La investigación fue seleccionada porque uno de los procesos que optimiza es la producción del aceite esencial de limón y establece parámetros para mejorar su productividad reduciendo las pérdidas lo que se relaciona con el tercer objetivo específico planteado.

(DIAZ, y otros, 2016) En su investigación titulada **“Propuesta para la evaluación del procesamiento industrial del limón”** desarrollada en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes” en la Universidad de Tucumán Argentina, tuvo como objetivo presentar una propuesta para evaluar los procesos de extracción de jugo y aceite esencial. Realiza mediciones del proceso usando un modelo de balances de materia para cuantificar todas las variables involucradas y calcular rendimientos de producción que permita compararlos con otras cítricas. Los resultados fueron: 0,3% de pérdida de aceite, un 4,7% de sólidos insolubles en el lavado y cantidad de cáscara seca de 56,1 kg por tonelada de fruta. Ésta investigación fue seleccionada porque identifica y cuantifica las pérdidas en el proceso de obtención del aceite a utilizar en el tercer objetivo específico de la investigación.

(MORALES, 2017) En su tesis titulada **“Optimización del proceso de recuperación de aceites centrifugados de limón, en la etapa de**

centrifugación” en el Tecnológico Nacional de se planteó como objetivo optimizar el proceso de recuperación de aceite centrifugado a través de una propuesta de mejora luego de identificar las principales variables y factores que causan deficiencias en el proceso. Realizó un análisis del proceso a través de diagramas DOP y DAP del proceso y utilizando diagramas causa efecto para analizar las fallas detectadas. Los resultados arrojaron un elevado contenido de sólidos (pulpa de limón) en los jugos de limón provocado por una deficiencia en los equipos como las centrifugas separadoras y clarificadoras. Esta investigación fue seleccionada por las herramientas que utiliza para el análisis de las operaciones del proceso que pueden ser replicadas en la presente investigación en su primer objetivo específico.

(ALVAREZ, 2017) En su investigación: **“Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en la línea de confección de ropa de Creaciones Kevin de S.A. – Lima, 2017”** presentada en la Universidad César Vallejo de Piura, tiene como objetivo aumentar la productividad en base a un exhaustivo estudio de métodos buscando resolver la problemática en el proceso de confección de ropa. Planteó una investigación aplicada de nivel explicativa de enfoque cuantitativo cuasi experimental, mediante la aplicación de una pre y post prueba. Utilizó como los datos de producción de 3 meses en cada prueba. Los resultados arrojaron un incremento del 28.56% en la productividad en base a una propuesta de layout que reubica el área de corte, la mejora de los rendimientos en el área de corte y ensamblado mediante la implementación de mesas de mayor dimensión, la reubicación de los moldes y una capacitación al personal. Esta investigación fue seleccionada por su similitud con el objetivo general de incrementar la productividad a través del estudio de métodos.

(RUIZ, 2017) En su tesis: **“Aplicación de estudio de métodos para la mejora en la productividad en la empresa Skarly Seguridad S.A.C.”** presentada en la Universidad César Vallejo de Lima, establece como principal objetivo introducir mejoras en la productividad mediante el estudio de métodos en sus procesos. El tipo de investigación es cuasi experimental analizando los datos correspondientes a la producción diaria de un tipo de guante de badana, por el periodo de un mes. Se concluye que se logró aumentar la productividad en la línea de producción de 73.63% a 97.53%. Mejorando los tiempos estándar, rediseñando las áreas de

trabajo y colocando más máquinas en la línea del producto con mayor demanda disminuyendo las distancias recorridas. Se seleccionó esta investigación por la forma cómo se seleccionan las operaciones que deben ser mejoradas estrategia que también es planteada en la presente investigación en su segundo objetivo específico.

(ARANA, 2015) En su tesis titulada **“Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad en una planta de producción de lijas”** presentada en la Universidad Católica de Santa María en Arequipa, tiene por objeto incrementar la productividad actuando sobre el área de conversión de la planta. Para ello se analizaron los tres procesos del área, lográndose identificar los cuellos de botella en el flexionado y cortado de rollos y hojas. La aplicación de las mejoras permitió incrementar la productividad en 18.6%, 19.4% y 23.9% respectivamente, por lo cual se concluye que el incremento de la productividad del 20% se debió al estudio realizado. La investigación fue seleccionada por el análisis que realiza de los factores que afectan la productividad, aspecto que es tratado en el cuarto objetivo específico.

(HIDALGO, y otros, 2016) En su tesis titulada **“Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales por destilación”** presentada en la Universidad de Piura tuvo como objetivo evaluar la viabilidad de instalar una planta piloto con ese fin, analizando el proceso productivo, estableciendo la distribución de planta más adecuada y la maquinaria a utilizar. Los resultados de los ensayos para limón, hierbaluisa, hierbabuena, eucalipto y palo santo, dieron rendimientos entre 0,01 % y 1 %, y se requiere una inversión de US\$ 19 076 para obtener una relación beneficio/costo de 2.85 soles. Se eligió este antecedente porque centra su análisis en el equipamiento óptimo en los procesos de obtención del aceite que permitirá compararlo con el que posee la empresa en estudio como una oportunidad de mejora en el desarrollo del segundo objetivo.

(ABADIE, 2018) En su tesis titulada **“Mejora de la productividad del área de producción mediante la redistribución de planta en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018”** presentada en la Universidad César Vallejo de Piura, tuvo como objetivo determinar el nivel de mejora que se alcanza en la productividad cambiando la distribución del área mediante el estudio y análisis del personal que

labora y los materiales y maquinaria utilizada. Se utilizó el diagrama de Ishikawa, Pareto, DOP y DAP para analizar los datos obtenidos por observación de los procesos. Los resultados evidencian que la productividad de la mano de obra se incrementó en 47.917%, mientras que en la maquinaria se incrementó en 46.753% y 48.876% en la materia prima en base a la reducción de las pérdidas en las operaciones unitarias. Se seleccionó este estudio para tomar como modelo su análisis de la productividad en lo relativo al proceso de producción que también se desarrollará en el cuarto objetivo del estudio planteado.

(CARRANZA , 2017) En su tesis titulada **“Estudio de métodos para mejorar el proceso post cosecha de banano orgánico de exportación en la Asociación APPROBOCEM”** presentada en la Universidad César Vallejo de Piura, tuvo como objetivo introducir mejoras en el proceso post cosecha de banano a través del estudio de métodos analizando los planes y controles necesarios para optimizar los recursos. Se realizó el análisis con ayuda de diagramas y estándares de tiempos. Se tomaron datos de producción, las operaciones realizadas y las pérdidas de tiempo registradas en el periodo Junio a Agosto empleando la observación y el análisis documental. Los resultados redujeron de 10 a 7 las operaciones o sea una disminución del 30%. El tiempo improductivo se redujo en 0.42 horas por día laborado y finalmente se modificaron las estaciones de trabajo evitando tiempos muertos, logrando pasar de 146 cajas de banano a 303 cajas por día. La investigación fue seleccionada por la forma interesante como se analizan cada una de sus operaciones para encontrar oportunidades de mejora del proceso lo que coincide con el primer objetivo planteado.

Respecto al marco teórico se consideraron las siguientes bases teóricas respecto a las variables de la investigación:

Una propuesta de mejora según (GARCIA, 2016) Es un plan de acción resultado de un proceso previo de diagnóstico, que recoge y formaliza unos objetivos de mejora priorizados y las acciones necesarias para lograrlos en un horizonte temporal. Dicha propuesta está dirigida a unidad organizativa como la empresa en su conjunto o específicamente a un departamento o área determinados. Por otra parte, toda propuesta de mejora debe estar alineada a las políticas y estrategias de la empresa y debe contar con el compromiso de todos los agentes involucrados.

Además, se debe evitar que dicha propuesta se convierta simplemente en un documento de buenas voluntades, deseos e intenciones, por lo cual debe estar orientada a la acción y ser concretos, realistas, con mecanismos precisos de ejecución y seguimiento.

(GARCIA, 2016) Señala que toda propuesta de mejora debe atravesar por tres etapas: La primera es el diagnóstico de la realidad que se pretende mejorar a través de un análisis profundo y objetivo lo que garantiza la eficacia de la propuesta. Un buen diagnóstico es indispensable y requisito necesario para el éxito de la propuesta. La segunda etapa es la formulación o establecimiento de la mejora, luego de analizar las distintas alternativas posibles, se seleccionan las estrategias más adecuadas para la empresa que son las que producen mayores beneficios, fijando los objetivos que se desean alcanzar, las acciones vinculadas a cada objetivo señalando su inicio y duración, así como los responsables de cada una de ellas. Finalmente, en la tercera etapa se establecen los métodos de seguimiento y revisión periódica de la propuesta de mejora, la manera cómo se recogerá la información a través de indicadores que permitan monitorear el logro de los objetivos.

Sobre la productividad, (CASANOVA, 2008) citado por (ARANA, 2015) la define como la relación entre la producción en unidades producidas o su valor monetario obtenido por un sistema productivo de bienes o servicios y los recursos que se utilizaron en producirlos. Según el autor, también se define como la relación existente entre los resultados obtenidos y el tiempo invertido, por lo tanto, a menor tiempo para obtener el resultado el sistema global es más productivo. En realidad, la productividad es un indicador de eficiencia.

Para (PROKOPENKO, 2016) la productividad es el uso eficiente de los recursos disponibles como el trabajo, máquinas, materiales, energía, e información para producir cierta cantidad de bienes y servicios, o sea la obtención de más con los mismos recursos, dicho de otra forma, lograr mayor volumen de producción y calidad con los mismos insumos. Se suele calcular como el cociente entre el producto obtenido y el insumo utilizado (ver anexo 3a).

La productividad resulta de mucha utilidad para directores y gerentes de empresas dado que permite comparar diferentes niveles del sistema económico, ya sea en un determinado taller, empresa, sector económico específico o país; con los recursos consumidos. Se puede aplicar a cualquier tipo de organización donde la tecnología aporta nuevas dimensiones. Asimismo, está siempre relacionada con la calidad del producto, insumos y procesos. Un elemento fundamental en este sentido es la calidad en la mano de obra, dado que su correcta gestión eleva la productividad (SLADOGNA, 2017).

Existen dos grupos de factores que influyen en la productividad: los factores internos que son controlables y que se clasifican en duros o difíciles de cambiar (productos, la tecnología, el equipo y las materias primas) y blandos que son más fáciles de cambiar (fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo) (PROKOPENKO, 2016).

Los métodos de trabajo en situaciones de escaso capital donde predomina el trabajo constituyen una herramienta eficaz para mejorar la productividad. Permiten optimizar el trabajo manual mejorando los movimientos de las personas, las herramientas que utilizan, el layout, la disposición de los materiales y la tecnología utilizada. Se analizan sistemáticamente los métodos empleados, el trabajo innecesario buscando más eficacia y reducción de esfuerzo, costo y tiempo (SENATI, 2018).

Según (PROKOPENKO, 2016) la productividad puede ser medida en base a la mano de obra, materia prima y maquinaria que es empleada en la elaboración de servicios y productos. El objetivo es minimizar el costo tanto como sea posible coordinando las actividades directivas en el logro de mejores indicadores de productividad.

Son formas posibles de mejorar la productividad: Incrementar la cantidad producida con los mismos insumos, usar menos insumos manteniendo la producción. Para ello se debe actuar sobre los recursos primarios como la mano de obra, equipo o maquinaria, materia prima e insumos y energía (SENATI, 2018).

La mano de obra es el personal que realiza un determinado trabajo y su productividad depende de su capacitación y educación. Además también influyen su remuneración económica y el clima laboral siendo las variables a optimizar la capacitación y entrenamiento; los premios e incentivos económicos y salario otorgados; los beneficios percibidos como seguro de salud, transporte y alimentación. Se mide como el cociente entre la producción y el consumo de mano de obra expresada en: cantidad de trabajadores, cantidad de horas-hombre o monto de la planilla (ver anexo 3b)

En cuanto a los materiales y materias primas consumidas es muy importante que sus características cumplan con los requerimientos del cliente y las características técnicas del producto (SENATI, 2018). Se mide con el cociente entre la producción y el consumo de materia prima expresada en: litros, kilos, galones, litros, o en su valor monetario de adquisición (ver anexo 3c)

En cuanto a la maquinaria es otro de los factores relevantes que permite alcanzar lo planificado (SENATI, 2018). Se mide con el cociente entre la producción y el consumo de maquinaria expresado en: nº horas máquina, nº de máquinas o su valor monetario. Por lo tanto, cualquier mejora en el rendimiento de la maquinaria tendrá repercusión en su productividad. (ver anexo 3d)

Respecto al estudio de métodos, la (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, 2017) lo considera como el registro sistemático y crítico de las formas de realizar un determinado trabajo. El principal objetivo está orientado a mejorar la productividad mediante la aplicación de formas de trabajo más simples y efectivas, que contribuyan a reducir los costos.

Para (LÓPEZ, y otros, 2014) Mejorar un método de trabajo es reducir, eliminar, combinar, simplificar las actividades que intervienen dentro del proceso. Todas las actividades ya sean directas o indirectas deben ser evaluadas de forma sistemática y analítica.

Para (GARCIA , 2016) el orden en la aplicación de la técnica es vital para tener resultados valiosos y realmente produzcan una mejora, pero su efectividad dependerá de la habilidad en observar los detalles.

Un buen estudio de métodos debe pasar por las siguientes etapas que garanticen

tal efectividad:

Seleccionar: para iniciar hay que seleccionar el trabajo haciendo consideraciones económicas; técnicas y humanas. En lo económico, es necesario evaluar la conveniencia de aplicar un estudio de métodos, eligiendo aquellos que presenten cuellos de botella, pérdidas significativas, excesivo movimiento de materiales, operaciones con gran demanda de mano de obra o sobreesfuerzos, etc. En lo técnico se debe contar con los especialistas y recursos necesarios y en lo humano debe haber la motivación a los trabajadores involucrados ya que ellos son quienes deberán adoptar los nuevos procedimientos.

Registrar el método actual: el grado de exactitud con que se registren los eventos será la base para el análisis crítico y proponer el método mejorado. Para esto existen técnicas como el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) y Diagrama de Análisis del Proceso (DAP).

Analizar el método actual en busca eliminar, combinar, redistribuir y simplificar las tareas, mediante preguntas que identifiquen mejoras al método actual como el método del interrogatorio que consta de: preguntas preliminares y preguntas del fondo.

Determinación de las mejoras: se debe elegir un método más efectivo, eficiente y práctico, elaborando un nuevo diagrama de proceso donde se pueda apreciar el número de actividades mejoradas así como el recorrido y tiempo ahorrado, inclusive su efecto en el costo.

Definir: que es la formulación escrita del nuevo método en un documento con todos los diagramas, tablas y que faciliten su comprensión por parte de los trabajadores.

Implantar: consiste en difundir el nuevo método a los colaboradores señalando sus ventajas tratando de obtener su aceptación, de la mano con una capacitación orientada a lograr su compromiso en su aplicación.

En cuanto al diagrama de operaciones (Dop) Vásquez lo define como la forma de detallar de manera secuencial y cronológica las operaciones, inspecciones y materiales usados dentro de un proceso; en cuanto al diagrama de actividades y

recorridos (Dap) lo define como el diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, mostrando cada uno de los hechos.

Por último, la empresa Limones Piuranos S.A.C. es una empresa peruana que centra su actividad en la exportación de limón fresco, aceite, jugo y cáscara deshidrata de limón. Para su abastecimiento cuenta con 1200 hectáreas propias y una moderna planta ubicada entre Cieneguillo y Tambogrande, donde se procesa y empaacan sus productos. Con esta finalidad ha obtenido las certificaciones Global Gap, Haccp, Brc, Fda, Kosher, Basc, etc (organigrama de la empresa véase en anexo 4).

El aceite esencial de limón es un producto que se obtiene del limón tras un proceso por arrastre de vapor, que es comercializado en tambores de hierro de 400 libras y para la exportación se consideran 80 tambores por contenedor. El aceite es un líquido cristalino, ligeramente amarillo con un fuerte olor cítrico que se utiliza principalmente en la industria de bebidas carbonatadas y cosméticos (diagrama de procesos véase en anexo 5). Sus principales destinos son los mercados de China, EE.UU, Francia y España.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

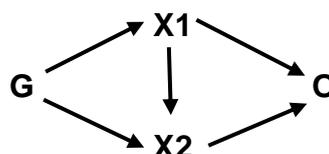
Según (CARRASCO, 2005) el tipo de investigación aplicada es aquella que; se distingue por tener propósitos prácticos bien definidos; es decir se investiga para actuar, transformar o producir cambios en un sector de la realidad; la investigación fue aplicada porque su finalidad es resolver un problema específico de la empresa Limones Piuranos S.A.C. que afecta su productividad lo cual se piensa conseguir con la aplicación de técnicas de estudio de métodos en el trabajo.

Según (VARA, 2012) un tipo de investigación cuantitativa es aquella que utiliza alguna técnica o método estadístico para la recolección y análisis de sus datos, el proyecto de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, por cuanto la mayoría de los datos recolectados sobre su principal variable, la productividad, son numéricos que fueron analizados y procesados siguiendo procedimientos estadísticos.

Respecto al tipo de investigación fue una investigación descriptiva que según (BERNAL, 2016) son aquellas donde se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio. En efecto, la presente investigación buscó describir los distintos procesos en la empresa Limones Piuranos S.A.C. para analizar su productividad y elaborar una propuesta de mejora poniendo énfasis en aquellos aspectos característicos que la afectan.

Además fue propositiva que según (HERNANDEZ, y otros, 2014) es el tipo de investigación que se fundamenta dentro de una necesidad en la cual luego de recolectar la información se realizan propuestas de mejora para superar la problemática actual.

El diseño fue transversal descriptivo, que según (HERNANDEZ, y otros, 2014) son estudios que tienen como finalidad indagar la incidencia de los niveles o categorías de una o más variables; es decir se emplea para analizar las características, situaciones o fenómenos de la realidad en un momento determinado.



Donde G corresponde a la empresa Limones Piuranos; X1 corresponde a la variable independiente, propuesta de estudio de métodos y X2 a la variable dependiente, mejora de la productividad y O corresponde a las observaciones de la variable en función de sus dimensiones.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

El proyecto de investigación tiene dos variables; como variable independiente; Propuesta de estudio de métodos y como variable dependiente productividad (ver anexo 1).

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

POBLACIÓN:

(BERNAL, 2016) define la población de una investigación como el conjunto total de personas, objetos o medidas que poseen una o más características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. En la investigación la población estuvo conformada por:

La producción total de aceite esencial de limón de la empresa Limones Piuranos S.A.C; las 9 operaciones que conforman el proceso productivo del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C. y las 12 máquinas y equipos que se utilizan en el proceso productivo del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

MUESTRA:

Según (ARIAS, 2012) una muestra es una parte pequeña de la población que se toma de toda la población accesible. En la investigación se utilizó como muestra la producción de aceite esencial de limón entre los meses de junio a agosto del 2020, en la empresa Limones Piuranos S.A.C. Respecto a las operaciones y maquinaria del proceso productivo se trabajó con la totalidad por tratarse de una cantidad muy limitada.

MUESTREO:

(BEHAR, 2008) Señala que en el muestreo por conveniencia el investigador selecciona la parte que para él son los más representativos y para esto se necesita

un conocimiento previo de la población a investigar. En este caso se trató de un muestreo no probabilístico por conveniencia ya que se consideró la producción de aceite esencial de limón durante los meses de ejecución de la investigación.

Tabla 1. Resumen de la Población, Muestra y Muestreo.

INDICADOR	UNIDAD DE ANÁLISIS	POBLACIÓN	MUESTRA	MUESTREO
Número de Operaciones	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Recorrido de la operación	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Tiempo de la operación	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Operaciones eliminadas	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Operaciones combinadas	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Operaciones Optimizadas	Proceso	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Porcentaje de Rendimiento	Maquina	12	-	-
Tiempo de Demora	Maquina	12	-	-
Numero de Reprocesos	Maquina	12	-	-
Rendimiento del prensado	Prensa	1	-	-
Rendimiento del destilado	Destilador	1	-	-
Rendimiento de centrifugado	Centrifuga	1	-	-
Beneficios	Producción	Procesos realizados entre jun y ago 2020	-	-
Costos			-	-
Productividad del limón	Producción	Reportes realizados entre jun y ago 2020	-	-
Productividad de las horas hombre			-	-
Productividad de maquinaria				

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

(TAMAYO, 2012) afirma que la recolección de datos depende principalmente del tipo de la investigación que se está realizando y para lograr esto se puede aplicar como técnica desde una ficha bibliográfica, cuestionarios, observación, encuestas para lograr el fin.

TÉCNICAS

(PALELLA, y otros, 2012) definen a las técnicas de recolección de datos como las distintas formas o maneras que se utilizan para obtener la información necesaria.

En la investigación se utilizó en primer lugar la técnica de la observación mediante la cual se estudiaron las diferentes operaciones del proceso productivo del aceite esencial de limón que permitieron la elaboración de los respectivos diagramas de operaciones del proceso tal y como se realizan actualmente.

Asimismo, se utilizó la técnica del interrogatorio mediante la cual fue posible determinar las operaciones factibles de ser mejoradas.

Otra técnica utilizada ha sido el análisis documental por medio de la cual se revisaron los reportes diarios de producción para extraer los datos que permitieron el cálculo de los rendimientos de cada etapa y la productividad.

INSTRUMENTOS

(PALELLA, y otros, 2012) definen a los instrumentos como los recursos del cual el investigador pueda valerse para poder acercarse al fenómeno y poder extraer la información necesaria de ellos.

Como instrumento en la investigación se utilizó una ficha de observación que se denominó “Ficha de actividades por operación” que permitió analizar los tiempos y recorridos en cada una de las operaciones tal y como se realizan actualmente. Luego se usó el formato “Técnicas de interrogatorio por actividad” que permitió analizar cada una de las operaciones mediante la técnica del interrogatorio registrando ¿Qué se hace?, ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Quién? y ¿Cómo lo hace? Además, se utilizó una ficha denominada “Ficha de registro de pérdidas” que sirvió para evaluar las pérdidas en el proceso, además el instrumento “Ficha de registro de rendimientos” el cual fue utilizado para medir los rendimientos de la prensa,

destiladora y centrifuga. Por último, también se utilizó el formato “Datos de producción” que permitió extraer los datos necesarios de los reportes de producción que permitieron el cálculo de los indicadores de productividad. La validación de los instrumentos se encuentra (anexo 6).

Tabla 2. Resumen de las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

INDICADOR	UNIDAD DE ANÁLISIS	TECNICA	INSTRUMENTO
Número de Operaciones	Procesos	Observación	Ficha de actividades por operación (anexo 2.1)
Recorrido de la operación			
Tiempo de la operación			
Operaciones eliminadas	Procesos	Observación y Entrevista	Ficha de interrogatorio por actividad. (anexo 2.2)
Operaciones combinadas			
Operaciones optimizadas			
Porcentaje de Rendimiento	Máquina	Análisis documental	Ficha de registro de pérdidas. (anexo 2.3)
Tiempo de Demora			
Número de Reprocesos			
Rendimiento del prensado	Operación de prensado	Análisis documental	Ficha de registro de rendimientos. (anexo 2.4)
Rendimiento del destilado	Operación de destilado		
Rendimiento de centrifugado	Operación de centrifugado		
Beneficios	Producción	Análisis documental	Ficha de Beneficio/Costo (anexo 2.6)
Costos			
Productividad del limón	Producción	Análisis documental	Ficha de datos de producción. (anexo 2.5)
Productividad de las horas hombre			
Productividad de maquinaria			

Fuente elaboración propia, 2020

3.5. PROCEDIMIENTOS

En primer lugar se solicitó a través de un permiso el acceso a las instalaciones de la empresa Limones Piuranos la cual se encuentra ubicada Tambogrande – Sullana (ver anexo 7).

Luego se procedió con la validación de los instrumentos que se utilizaron en el proyecto de investigación los cuales fueron validados por juicio de expertos quienes evaluaron la coherencia, la adecuación, la estructura y la redacción de cada uno de los instrumentos, para luego poder aplicarlos en la muestra.

Como siguiente paso se aplicaron las técnicas e instrumentos para la recolección de los datos dentro de la empresa para ello fue necesario realizar lo siguiente:

- Se coordinó con el Jefe de planta la fecha y hora adecuadas para acceder a la empresa y para tomar los datos necesarios de los tiempos y recorridos de cada operación; con el mismo Jefe de planta se analizaron cada una de las operaciones.
- Se coordinó con el Jefe de producción para la toma de datos de producción de cada maquinaria así como las pérdidas de cada una de ellas.
- Se solicitó además el permiso para acceder a los datos de los reporte de producción de los últimos tres meses.

La información fue recopilada en un plazo aproximado de 30 días.

Por último, se analizaron los datos e información obtenida mediante la aplicación de los instrumentos para proseguir con la discusión de los mismos.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

(SABINO, 2007) Terminada la tarea de la recolección de datos, el investigador obtuvo un número de datos con los cuales le fue posible obtener conclusiones que ayudaron a esclarecer el problema formulado al iniciar el proyecto.

Los datos obtenidos mediante la ficha de observación “Actividades por operación” fueron colocados en una hoja de Excel a partir de la cual se elaboraron los diagramas de operaciones actuales. Para los datos de tiempos y distancias se tomaron los valores promedios obtenidos. Los datos obtenidos mediante la ficha de

“Aplicación de la técnica de interrogatorio” fueron analizados de manera reflexiva con la finalidad de definir las operaciones que pueden ser mejoradas.

Los datos obtenidos con la “Ficha de registro de pérdidas” fueron trasladados a una hoja de Microsoft Excel con ayuda del cual se procedió a calcular los porcentajes de rendimiento y tiempos de demora y se analizaron simultáneamente con la aplicación de la técnica del interrogatorio.

Finalmente, los datos obtenidos mediante la ficha de rendimientos de los tres principales equipos del proceso productivo, la prensa, la destiladora y la centrífuga, fueron colocados en otra hoja de cálculo para calcular los rendimientos de cada máquina durante cada uno de los días que se registraron los datos. Luego se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para determinar los valores máximos, mínimos y promedios.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación planteada se enmarca en los aspectos éticos siguientes:

El respeto irrestricto a los derechos de autor y a la propiedad intelectual, que se materializa en que todo texto, concepto o idea tomada de otro autor fue debidamente citada y referenciada siguiendo las normas ISO 690, en el entendimiento que no hacerlo, comprende delito de plagio que está penado administrativa y judicialmente.

Por otra parte, tanto los datos como los resultados que en ella se muestren obedecen estrictamente a lo encontrado durante la investigación de manera objetiva y sin ninguna manipulación del investigador.

Además, se mantuvo absoluta reserva sobre aquella información, que siendo de conocimiento del investigador, resulta de carácter reservada o confidencial por la empresa donde se realizó la investigación.

Por último el presente trabajo de investigación cuenta con un porcentaje de similitud de 14% comparado con otros trabajos de investigación; esto es de acuerdo al programa de Turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón.

Ilustración 1 DOP de la obtención del aceite esencial del limón

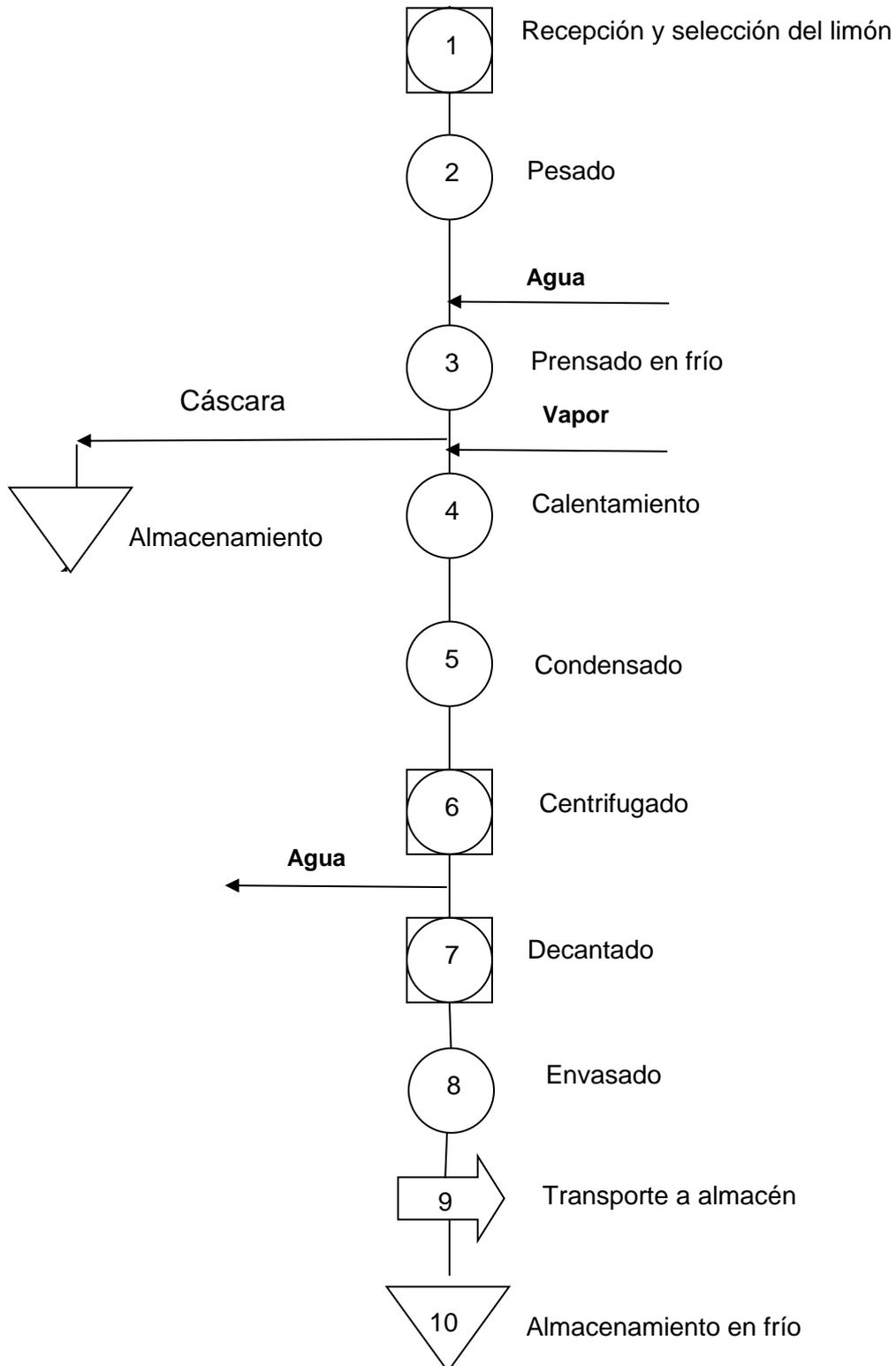


Ilustración 2 DAP de la obtención del aceite esencial de limón

PASO	ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (MINUTOS)	CONTADOR DE RECURSOS						TIPO DE ACTIVIDAD						
				Operarios	Prensa	Destiladora	Centrífuga	Decantadora	Agua	OPERACIÓN	CONTROL	TRASLADO	ESPERA	ALMACEN		
										●	■	➔	◐	▲		
1	Recepción del limón		45	X							X					
2	Selección del limón	6	45	X							X					
3	Pesado	3	20								X					
4	Prensado	5	12	X	X				X		X					
5	Calentamiento	3	35			X					X					
6	Condensado	1	35			X					X					
7	Centrifugado	3	10				X				X					
8	Medición del agua en el aceite	5	4	X							X					
9	Decantado	3	120					X			X					
10	Control de calidad del aceite	5	10	X							X					
11	Envasado	8	6	X							X					
12	Transporte a almacén	25	5	X								X				
13	Almacenamiento en frío															X
TOTALES		67	347								8	3	1	0	1	

Fuente: Proceso de producción en Limones Piuranos S.A.C.

Luego de analizar las distintas operaciones en el proceso de obtención del aceite esencial de limón, se puede apreciar que todo el proceso requiere de 347 minutos (5 horas 47 minutos), tiempo que se obtuvo del promedio de las observaciones de 5 días consecutivos de las distintas operaciones del proceso. El decantado es la operación que demora más tiempo pues requiere de alrededor de 2 horas para completarse.

Asimismo se puede apreciar que los recorridos asignables al personal solamente ocurren en las operaciones iniciales y finales del proceso pues en todas las demás se encuentra automatizado y se realiza a través de un circuito cerrado. Básicamente son 8 las operaciones unitarias que se realizan con tres actividades de control o inspección a lo largo del proceso.

4.2. Determinación de las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Con tal finalidad se aplicó la técnica del interrogatorio a cada una de las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón las mismas que se muestran en el anexo 8 y que recogen tanto la observación del investigador como las declaraciones del Jefe de planta Ingeniero Nelson Castillo.

Tabla 3 Operaciones mejoradas en la producción del aceite de limón

MEJORA	OPERACIÓN
Operaciones eliminadas	Pesado
Operaciones combinadas	Calentamiento y Condensado
Operaciones optimizadas	Prensado

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

Como se aprecia en la tabla 3, el pesado debe ser una operación eliminada del proceso productivo, al considerarse que puede realizarse en la recepción del limón ya que los vehículos serían pesados con carga y posteriormente destarado el peso del vehículo, de esa forma el limón ya se recibe con un peso bruto, que se volverá peso neto luego de la selección donde se pesa ya fuera de proceso el limón descartado y por diferencia se tendría el limón que pasa al proceso de producción.

Por otra parte la operación de calentamiento por la cual se inyecta vapor a la emulsión de jugo y aceite que se obtuvo en el prensado, se debe combinar con el condensado debido a que conforman en realidad una sola operación, ya que mientras que en la primera se inyecta el vapor en la segunda, éste se condensa para recuperar el aceite llevado por arrastre y es en ese momento que se puede medir el rendimiento de la operación.

Finalmente, la operación de prensado debe ser simplificada y optimizada, porque resulta fundamental en el rendimiento final, cada 12 minutos se prensa aproximadamente 1000 kilos de limón y después de cada uno de estos lotes se debe proceder a analizar la cáscara que se expulsa por la descarga de la prensa. Una rápida inspección visual puede indicar a un operador calificado si la cáscara ha soltado todo el aceite o todavía conserva parte de él, en cuyo caso se pasaría a reprocesarla.

4.3. Objetivo específico 3: evaluar las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Para el cálculo de magnitud de las pérdidas que se producen en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C. se tomó como referencia la producción durante el mes de Agosto que fue el mes donde se registró la producción más constante durante los 21 días del mes, considerando el rendimiento respecto a una producción programada de 380 litros de aceite que es la capacidad de producción de planta con un procesamiento diario de aproximadamente 150 toneladas de limón. Las pérdidas en cuanto a tiempo se calcularon registrando los sobretiempos respecto del tiempo estándar establecido de 347 minutos en el DAP. Asimismo, se registraron los litros de aceite que tuvieron que ser sometidos a reprocesos por no haber superado los controles de calidad del aceite. El detalle se muestra en el anexo 9.

Tabla 4 Pérdidas en la producción del aceite de limón

INDICADOR	VALOR
Porcentaje de Rendimiento	95.1%
Tiempo de Demora	686 min
Número de Reprocesos	185 litros

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

La tabla 4 muestra que el rendimiento promedio en el proceso de obtención del aceite se encuentra alrededor del 95.1% lo que significa una pérdida del 4.9% en el rendimiento de la planta y su vez representa un déficit de producción de aproximadamente 5.6 toneladas de aceite al año, considerando que la producción anual alcanza las 115 toneladas de aceite esencial de limón al año. Por otra parte, los sobretiempos o demoras en los procesos acumularon 686 minutos durante el mes analizado, es decir, se calcula un desperdicio de más de 137 horas al año. Finalmente, se debieron reprocesar

185 litros de aceite por diferentes razones relacionadas con el incumplimiento de los parámetros de calidad que exige el mercado internacional.

4.4. Objetivo específico 4: determinar el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

La productividad en el proceso de obtención del aceite esencial de limón depende de los rendimientos que se logren en sus tres principales operaciones que son el prensado, el destilado y el centrifugado de los cuales se registraron las entradas y salidas producidas durante los procesos realizados durante el mes de agosto. En el caso del prensado, la entrada la constituyen los kilos de limón que ingresan al proceso y la salida son los litros de la emulsión conformada por el jugo y el aceite de limón. En el destilado dicha emulsión constituye la entrada y la salida son los litros de aceite que logran ser separados del jugo. Dicho aceite que aún contiene algunas moléculas de agua e impurezas es la entrada al centrifugado siendo la salida los litros de aceite esencial puro y listo para envasarse. El detalle de los datos obtenidos se muestra en el anexo 10.

Tabla 5 Factores críticos en la producción del aceite de limón

INDICADOR	VALOR
Rendimiento del prensado	51%
Rendimiento del destilado	0.47%
Rendimiento de centrifugado	98.2%

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

La tabla 5 muestra un rendimiento promedio de 51% en el prensado, un rendimiento de 0.47% en el destilado y finalmente un rendimiento de 98.2% en el centrifugado. De los tres rendimientos, el valor crítico corresponde al del destilado, pues en él intervienen varias variables como la temperatura del vapor de arrastre, la temperatura de enfriamiento en el condensado, así como el contenido de aceite en la emulsión de jugo y aceite que sale de la prensa y

que cuya medición en ese punto no se realiza por requerir de análisis químicos.

4.5. Objetivo específico 5: determinar la productividad del limón, de las horas hombre y de las maquinas en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Las mediciones de la productividad se realizaron tomando como salida los litros de aceite esencial de limón diarios producidos durante los 21 días de producción durante el mes de Agosto y como entrada, en el caso de la materia prima las toneladas de limón que inician diariamente el proceso, para la mano de obra las horas hombre laboradas por los 7 operarios que manejan la planta (únicamente mano de obra directa) que en el día totalizan 56 horas hombre y para la maquinaria las horas máquina de los tres equipos que se utilizan en el procesamiento (prensa, destiladora y centrífuga) que acumulan 24 horas-máquina por día, excepto los días donde se produjeron paradas por mantenimiento. El detalle de los datos obtenidos se muestra en el anexo 11.

Tabla 6 Indicadores de productividad en la producción del aceite de limón

INDICADOR	VALOR
Productividad del materia prima	2.385 litros / tonelada de limón
Productividad de mano de obra	6.456 litros / hora-hombre
Productividad de maquinaria	15.337 litros / hora-máquina

Fuente: Proceso de producción del aceite en Limones Piuranos
Elaboración Propia, 2020

La tabla 6 muestra una productividad del limón promedio de 2.385 litros de aceite esencial por tonelada de limón procesado lo que representa un rendimiento de 0.2385%. La experiencia ha demostrado que dicho rendimiento según las fuentes consultadas suele variar entre 0.2 y 0.5%, con lo cual se aprecia que en el caso de la empresa estudiada se encuentra casi en el límite inferior. En cuanto a la productividad de la mano de obra los resultados señalan que se producen 6.456 litros por cada hora-hombre trabajada la cual debe ser comparada con los valores de otros meses anteriores. Finalmente, respecto a la productividad de la maquinaria su valor promedio en agosto alcanzó los 15.337 litros de aceite esencial de limón

obtenido por cada hora-máquina, considerando que la capacidad instalada corresponde a 20 litros/hora-máquina el rendimiento de la planta en dicho mes alcanzó el 76.685 %.

4.6. Objetivo específico 6: calcular la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

Para el cálculo de los beneficios por incremento de la productividad de la maquinaria se estima que la valoración de los 20 minutos diarios que se reducirá diariamente.

Tiempo ganado = 20 min x 21 días = 7 horas

Beneficio = 7 horas x 15.337 litros = 107.36 litros x \$ 22 litro x 3.6 = S/ 8 503

S/ 8 503 x 12 meses = S/ 102 036

Para el cálculo del beneficio por incremento de productividad de la materia prima se estima un incremento del 2% en la producción de aceite

Beneficio = 7,592 litros x 0.02 = 151.84 litros x \$ 22 x 3.6 x 12 meses = S/ 144 308

Para el cálculo del beneficio con la eliminación de los reprocesos se considera que al mejorar la calidad el aceite podrá ser comercializado a un precio \$ 1 mayor

Beneficio = 7592 litros x 12 meses x \$ 1 x 3.6 = S/ 327 974

Tabla 7 Cálculo de la relación beneficio / costo de la propuesta

BENEFICIOS	
ASPECTO MEJORADO	VALORACIÓN EN SOLES
Productividad de maquinaria	S/ 102,036
Productividad de materia prima	S/ 144,308
Eliminación de reprocesos	S/ 327,974
BENEFICIOS TOTALES	S/ 574,318
COSTOS	
Estrategia 1	S/ 75,500
Estrategia 2	S/ 4,900
Estrategia 3	S/ 25,000
Gastos administrativos (10%)	S/ 10,540
Gastos financieros	-
COSTOS TOTALES	S/ 115,940
RELACIÓN B/C	4.95

4.7. Objetivo general: Realizar una propuesta de estudio de métodos para mejorar para la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C.

La propuesta estuvo orientada a mejorar tres aspectos fundamentales del proceso de obtención del aceite esencial de limón:

- Lograr una reducción del tiempo total del proceso sacando el pesado del limón en la línea para realizarlo antes que el limón ingrese al proceso.
- Optimizar la extracción del aceite en la cáscara que se lleva a cabo en el prensado
- Establecer un control más estricto de la temperatura de enfriamiento del condensador de la cual depende en gran parte la calidad del aceite

Con esa finalidad se plantearon las siguientes estrategias correspondientes:

- Instalación de una balanza de pesado para los camiones que abastecen de limón a la planta
- Realización del reprensado de la cáscara de descarga a través de un nuevo circuito en la descarga de la prensa
- Automatización del control de la temperatura en el condensador mediante un PLC y sensores de temperatura.

La implementación de las estrategias requerirán de una inversión total de S/ 115,940 y producirán beneficios económicos por S/ 574,318.

La descripción detallada de la propuesta se encuentra en el anexo 12.

V. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo específico que consistió en realizar el análisis de las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón, se realizó el DOP para la obtención del aceite esencial de limón y los resultados muestran que el proceso se descompone en 8 operaciones, 3 inspecciones o controles de calidad, 1 transporte y 1 almacenamiento. Además el DAP determinó un tiempo promedio de 347 minutos para todo el proceso siendo la operación de decantado la que requiere mayor tiempo con aproximadamente dos horas. Llama la atención que la materia prima que ingresa al proceso recién sea pesada cuando el limón ya fue recepcionado y seleccionado, lo que se realiza por lotes. Asimismo, se determinó que la calidad del aceite final depende en gran medida del control de los parámetros como la temperatura de condensación, mientras que los rendimientos están asociados a la eficiencia en la extracción y separación del aceite del agua y jugo. Existe una gran similitud con lo realizado por Morales (2017) quien en su estudio para optimizar los procesos de recuperación de aceites de limón, comienza analizando cada una de las etapas del proceso, utilizando diagramas DOP y DAP que le permitieron identificar las principales operaciones que pueden ser mejoradas en el proceso. Sin embargo, en ese caso detecta que es el centrifugado donde se presentan las mayores deficiencias, mientras que en el caso de Limones Piuranos se detecta que el prensado requiere ser optimizado ya que no se extrae todo el aceite de la cáscara lo que afecta el rendimiento final de aceite y por ende la productividad. García (2016) señala que para conseguir una mejora en el método es necesario seguir un orden específico en la aplicación de la técnica que pasa por empezar registrando el método actual sobre el cual luego se realizará un análisis crítico que lleve a proponer un método mejorado. En la presente investigación, se registraron con la mayor exactitud posible las operaciones que se realizan utilizando las técnicas del diagrama de operaciones de proceso y el diagrama de análisis del proceso, en concordancia con lo expresado por el autor. En tal sentido se puede afirmar que el dop y el dap son unas herramientas de gran ayuda para analizar las operaciones, el tiempo de demora el proceso.

Respecto al segundo objetivo específico, que fue determinar las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C., en la investigación se utilizó el método del

interrogatorio en cada una de las operaciones para la obtención del aceite esencial de limón en Limones Piuranos, producto de lo cual se determinó que el pesado debe ser realizado antes que el limón ingrese al proceso para darle mayor fluidez. Además el calentamiento y condensado deben unificarse en una sola operación de destilado que sea más fácilmente controlable y finalmente el prensado deberá optimizarse puesto que se ha detectado con mucha frecuencia la presencia de aceite en la cáscara de descarga de la prensa, lo que quiere decir que el prensado no está siendo eficiente. Lo planteado en la presente investigación guarda mucha similitud con Carranza (2017) en su estudio de métodos para mejorar el proceso de post cosecha de banano orgánico, quien en su estudio logró reducir de 10 a 7 las operaciones logrando una reducción del tiempo de casi 45 minutos por día. En el estudio realizado en Limones Piuranos también se plantea una reducción de 10 a 8 operaciones lo que representa una reducción del 20%. López (2014) señala que la manera de mejorar un método de trabajo es reducir, eliminar, combinar o simplificar actividades dentro del proceso. En efecto, realizando lo señalado por el autor, por lo general se reduce tiempo de procesamiento, sin embargo se requiere de un análisis profundo para determinar si no se afectan otros aspectos como la calidad final del producto. De tal manera reafirmamos que el método de interrogatorio es una herramienta de gran ayuda para analizar cada una de las operaciones y mejorar el método de como lo hacen eliminando, combinando o simplificando las operaciones.

Respecto al tercer objetivo específico, que consistió en evaluar las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C., en la investigación se analizaron en primer término los rendimientos encontrándose un rendimiento del 95.1% respecto de la producción programada, las pérdidas de tiempo sumaron 686 minutos como producto de los diferenciales respecto del tiempo estándar y los reprocesos acumularon 385 litros por fallas de calidad tales como turbiedad o decoloración excesiva. Todas estas pérdidas repercuten negativamente en la productividad en su conjunto. El estudio realizado es semejante al realizado por Arana (2015) en sus resultados de la aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad de una planta de producción de lijas, donde logró relacionar el incremento de la productividad con la reducción de las pérdidas de materia prima y

horas-hombre alcanzando incrementos del orden del 20%. La investigación realizada también busca reducir éstas pérdidas en la empresa Limones Piuranos a través de lograr una mejor extracción del aceite de la cáscara del limón, así como el mantenimiento de los parámetros dentro de sus valores óptimos que garanticen la mejor calidad en el aceite esencial obtenido, estimándose que ello mejoraría la productividad al menos en un 5%. García (2016) indica que un buen estudio de métodos debe centrar su atención en aquellas pérdidas significativas que pueden ser pérdidas de tiempo, de esfuerzo, materia prima, todas las cuales repercuten de manera directa o indirecta en la productividad. Queda claro que las mejoras en los procesos productivos generalmente van enfocadas a la reducción de pérdidas de todo tipo en ellas, ya sea de materia prima e insumos, como de las horas-hombre y las horas-máquina de las que se dispone.

Respecto al cuarto objetivo específico que consistió en determinar el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C. se determinó que los rendimientos obtenidos en el prensado, destilado y centrifugado se constituían en los factores críticos para la productividad total del proceso. Los valores promedio de estos parámetros en el mes de agosto fueron de 51%, 0.47% y 98.2% respectivamente. De los tres, el relevante es el que corresponde al destilado pues es allí donde se obtiene por primera vez el aceite esencial. Éstos resultados se asemejan a los obtenidos por Alvarez (2017) cuando al aplicar estudio de métodos en una empresa de confecciones logra mejorar la productividad incrementando los rendimientos de las máquinas de corte y ensamblado. De manera semejante en la investigación se requiere incrementar los rendimientos en el prensado y destilado para tener un efecto positivo en la productividad total del proceso. SENATI (2018) señala que uno de los factores esenciales para incrementar la productividad es incrementar los rendimientos de las maquinarias que intervienen en el proceso, es decir, incrementar las salidas con las mismas o menores entradas. En efecto, identificar los factores críticos que afectan la productividad en un proceso productivo, es vital para poder implementar acciones que conlleven a su mejora.

Respecto al objetivo específico 5 que fue determinar la productividad del limón, de las horas hombre y de las máquinas en la empresa Limones Piuranos

S.A.C. las mediciones de productividad durante los 21 días de producción en el mes de agosto arrojaron un promedio de 2.385 litros de aceite esencial por cada tonelada de limón procesado que comparada con los valores referenciales de otras plantas, se encuentra dentro del rango satisfactorio pero muy cercanamente a su límite inferior. En la mano de obra resultó 6.456 litros por hora-hombre y en la maquinaria 15.337 litros por hora-máquina, valores que se ven afectados generalmente por paradas no programadas por fallas mecánicas. La investigación se asemeja en gran forma a la realizada por Abadie (2018) donde buscando mejorar la productividad en una empresa de metalmecánica de Piura, logra importantes incrementos en la productividad de mano de obra, maquinaria y materia prima superiores al 45% reduciendo significativamente las pérdidas en sus operaciones unitarias. Prokopenko (2016) señala que la productividad debe ser medida en base a la mano de obra, materia prima y maquinaria que es utilizada para elaborar un producto y es justamente lo que se ha puesto en práctica en la investigación efectuada. No cabe duda que la productividad es un indicador muy importante para monitorear cualquier proceso productivo, sin embargo, como todo indicador, debe ser analizada para encontrar una explicación razonable a sus variaciones en el tiempo.

En cuanto al objetivo específico 6 referido a calcular la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C. luego de analizar los beneficios económicos de la propuesta de mejora se estableció que ellos ascenderían a S/ 574,318 versus una inversión necesaria del orden de los S/ 115,940, que arrojan un indicador beneficio / costo de 4.95 soles de beneficios por cada sol invertido. En semejanza con la investigación de Hidalgo (2016) en su diseño de una planta piloto de extracción de aceites esenciales que proyecta una relación beneficio/costo de 2.85 aunque resulta menor al 4.95 obtenido en la propuesta de ésta investigación. Por su parte García (2016) al hablar de la propuesta de mejora señala que en su etapa de formulación deben seleccionarse las estrategias que produzcan los mayores beneficios para la empresa. Por lo tanto es posible afirmar que la relación beneficio-costo es la que determina la viabilidad económica de la propuesta, puesto que cualquier mejora que se desee implantar en la empresa debe estar respaldada por los beneficios económicos que genera.

VI. CONCLUSIONES

- Según el Objetivo General; en esta tesis se realizó una propuesta de estudio de métodos para mejorar la productividad en la obtención del aceite esencial de limón en la empresa Limones Piuranos S.A.C, que incluyó la instalación de una balanza para el pesado de camiones, el reprensado de la cáscara del limón y la automatización del control de la temperatura de condensado.
- Según el objetivo específico 1, en esta tesis se analizaron las operaciones del proceso de obtención del aceite esencial de limón determinándose que las operaciones de prensado, condensado y centrifugado resultan ser determinantes tanto en la calidad como en la productividad del proceso.
- Según el objetivo específico 2, en esta tesis se determinaron las operaciones que pueden ser mejoradas en la obtención del aceite esencial de limón; porque luego del análisis del método actual se concluye que el pesado puede realizarse antes que el limón ingrese al proceso, el calentamiento y condensado pueden combinarse en una sola operación de destilado y que el prensado debe ser optimizado para tratar de extraer el 100% del aceite de la cáscara.
- Según el objetivo específico 3, en esta tesis se evaluaron las principales pérdidas en el proceso de obtención del aceite esencial de limón, debido a que existen pérdidas significativas que pueden alcanzar 5.6 toneladas de aceite esencial de limón al año y aproximadamente 137 horas al año generalmente perdidas por demoras en el procesamiento y reprocesos
- Según el objetivo específico 4, en esta tesis se determinó el nivel de los factores que afectan la productividad en la obtención del aceite esencial de limón, para lo cual los factores críticos identificados son los rendimientos del prensado, destilado y centrifugado que son los que inciden directamente en la productividad del proceso en su conjunto.
- Según el objetivo específico 5, en esta tesis se determinó la productividad del limón, de las horas hombre y de las maquinas, debido a que los valores de productividad de materia prima, mano de obra y maquinaria medidos en el

método actual se encuentran dentro de los estándares para éste tipo de plantas, sin embargo, demasiado cercanos a sus límites inferiores.

- Según el objetivo específico 6, en esta tesis se calculó la relación beneficio - costo de la propuesta de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Limones Piuranos S.A.C, para lo cual la propuesta planteada tiene una factibilidad económica que queda demostrada por su relación beneficio/costo de 4.95 que resulta bastante favorable para la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se deben optimizar las operaciones anteriores al decantado, para que al llegar a ésta operación, el aceite ya llegue con un alto grado de pureza y requiera de un menor tiempo de decantado que es la operación que consumen mayor cantidad de tiempo.
- Sería recomendable comenzar mejorando la operación de prensado porque de ella depende el rendimiento del aceite esencial de limón en la medida que se logre extraer la mayor cantidad posible de aceite de la cáscara. Para ello se debería evaluar la posibilidad de cambiar la prensa de mayor diámetro de tornillo o de mayor potencia.
- Se recomienda que se debe realizar un mejor control del vapor de arrastre y su consiguiente temperatura de condensación con la finalidad de garantizar una buena calidad del aceite y evitar así la necesidad de tener que reprocesar lotes que no superan los contrales de calidad.
- Se recomienda que para incrementar la productividad de la mano de obra la empresa debe implementar un programa de incentivos basado en el logro de metas de productividad alcanzada en cada campaña, de manera que el trabajador se sienta más comprometido con los objetivos de productividad de empresa.
- Se sugiere que para implementar las acciones planteadas en la presente propuesta presupuestando el financiamiento necesario para llevarla a cabo, por cuanto se ha demostrado que resulta económicamente rentable para la empresa Limones Piuranos.

