

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Diseño de una planta procesadora de aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Jorge Alberto Chipa Huamanñahui

ASESOR

Ysabel Nevado Rojas

<https://orcid.org/0000-0001-9995-0011>

Chiclayo, 2024

**Diseño de una planta procesadora de aceite esencial de árboles
muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su
aprovechamiento sostenible**

PRESENTADA POR

Jorge Alberto Chipa Huamanñahui

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Absalón Rivasplata Sánchez

PRESIDENTE

Abel González Wong

SECRETARIO

Ysabel Nevado Rojas

VOCAL

SUSTENTACION CHIPA HUAMANAHUI. ARTICULO .pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	1library.co Fuente de Internet	1%
4	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Puecas, Miguel, Herrera, Eber, Moscol, José, Solís, José. "Rendimiento de aceite esencial a	<1%

Índice

Resumen	5
Abstract	6
Introducción.....	7
Revisión de literatura.....	9
Materiales y métodos	14
Resultados y discusión	15
Conclusiones	31
Recomendaciones	31

Resumen

En la presente investigación se llevó a cabo el diseño de una planta procesadora de aceite esencial de árboles muertos de palo santo para su comercialización al mercado extranjero, la investigación es no experimental con un enfoque cuantitativo. El objetivo de la investigación es diseñar una planta procesadora de aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible. Se desarrolló el estudio de mercado, para determinar la viabilidad comercial, en donde como resultado se estableció como mercado potencial el país de Reino Unido, en donde el crecimiento acumulativo de la demanda es de 6,4%. Se planteó cubrir el 10% de la demanda insatisfecha, la misma que se comercializará en cajas de cartón de 456 unidades de frascos de 10 ml. Así mismo se determinó la viabilidad técnica-tecnológica y ambiental, obteniendo así la planta en el distrito de Salas como ubicación óptima, se calculó un área ideal de 576,03 m², se estableció como método de extracción arrastre a vapor, además se analizó que los residuos serán utilizados para riego y compostaje aprovechados por la comunidad de Salas. De igual manera se demostró la viabilidad financiera, dando un VAN positivo de S/2 141 680,24, una TIR de 80,76%, con un beneficio costo de S/ 1,29.

Palabras clave: Palo santo, extracción, aprovechamiento sostenible y aceite esencial.

Abstract

In the present research, the design of a processing plant of essential oil from dead palo santo trees was carried out for its commercialization to foreign market, the research is non-experimental with a quantitative approach. The objective of the research is to design a processing plant for essential oil from dead palo santo trees (*Bursera graveolens*) for sustainable use. The market study was developed to determine the commercial viability, where as a result the country of the United Kingdom was established as a potential market, where the cumulative growth of demand is 6,4%. It was proposed to cover 10% of the unsatisfied demand, which will be marketed in cardboard boxes of 456 units of 10 ml bottles. Likewise, the technical-technological and environmental viability was determined, thus obtaining the plant in the district of Salas as an optimal location, an ideal area of 576,03 m² was calculated, it was established as a method of extraction by steam dragging, it was also analyzed that the waste will be used for irrigation and composting used by the community of Salas. Likewise, financial viability was demonstrated, giving a positive NPV of S/2 141 680,24 an IRR of 80,76%, with a cost benefit of S/1,29.

Keywords: Palo santo, extraction, sustainable use and essential oil.

Introducción

A raíz de la pandemia del COVID-19 incrementó el consumo de aceites que contengan propiedades medicinales y cosméticas, destacando por el consumidor que sea natural y orgánico [1]. En esa tendencia en el 2021 las importaciones de aceites esenciales a nivel mundial crecieron en un 11% en comparación al año anterior, representando un total de \$ 5 817 818 miles de dólares [2]. Las exportaciones de aceites esenciales del Perú en el 2021 se incrementaron hasta en un 75% en comparación al 2020, representando un total de \$30 265 miles de dólares [2]. El aceite esencial de palo santo es un producto relativamente nuevo, el cual su precio va en ascenso [3].

El programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del cambio Climático (Programa Bosques) del Ministerio del Ambiente (MINAM) realizó el primer mapeo oficial de bosques secos de costa norte del Perú, determinando que en el país se tiene 2 376 000,55 hectáreas de bosques estacionalmente secos, conformado por Piura (65,1 %), Lambayeque (21,2 %) y Tumbes (13,5%) [4]. La comunidad Campesina San Francisco de Asís Salas cuenta con una extensión de 39 526 hectáreas, distribuidas en 15 sectores, ocupando el mayor porcentaje del área el bosque seco [5].

El palo santo es una especie característica del bosque seco de Lambayeque; actualmente se encuentra categorizada en “Peligro crítico”, sin embargo el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) brinda la autorización de “aprovechamiento sostenible”, el cual definen que se pueden aprovechar y comercializar aquellas plantas que han caído de manera natural (no taladas), formalizando a las cadenas productivas e impulsando la conservación de la especie y bosque en general, evitando el comercio ilegal la cual a talado miles de individuos [6].

Algunos estudios refieren que en el Perú solo se tiene el 5% de los bosques secos que en algún momento se tuvo [7], por ende, es de suma importancia la conservación de estas áreas naturales, la cual una forma de obtener recursos para su cuidado y posible recuperación de áreas degradadas es el aprovechamiento de los recursos que nos brinde el bosque, además de generar una cadena productiva. Por lo que se traza la siguiente pregunta **¿Una planta procesadora de aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) permitiría el aprovechamiento sostenible?**

El objetivo general de la investigación es diseñar una planta procesadora de aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible, siendo los objetivos específicos: Determinar la viabilidad comercial del aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible,

determinar la viabilidad técnica - tecnológica y ambiental de la planta procesadora del aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible, y determinar la viabilidad económica y financiera de la propuesta.

Con la presente investigación se pretende impulsar el aceite esencial de palo santo, bajo el esquema de aprovechamiento sostenible de los bosques secos, en donde el cliente podrá disfrutar sus diversos beneficios como: Sabor a bebidas, en perfumes, medicina, aromaterapias, entre otros [8].

Revisión de literatura

Enríquez y Orrabalis [9] en su investigación realizada del árbol palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), uno de los árboles más importantes en el campo de las especies aromáticas, indica que la madera de esta especie puede ser aprovechado para la obtención de aceite esencial, un producto de alta demanda internacional, sin embargo, hay carencia de información sobre las características químicas, por lo que proponen caracterizar químicamente este tipo de aceite. Para ello se usó el método de arrastre de vapor y un cromatógrafo para el estudio de los resultados. Se obtuvo 3 componentes principales bulnesol (58,18 %), guaiol (28,71 %) y elemol (10,17%).

Mora [10] en su investigación sobre la extracción de aceite esencial de palo santo mediante la técnica de destilación por arrastre de vapor, obtuvo un rendimiento de 2,77% y 3,49%, de acuerdo con el acondicionamiento de la materia prima; ya sea en astillas o virutas, siendo este último el que logra un mayor porcentaje de extracción. La distribución más eficiente en planta fue en forma de U, con una producción de 0,0527 m³ por día de aceite esencial. Se concluyó que esta técnica de extracción es rentable con una utilidad de 58,45%, además de ser amigable con el medio ambiente.

Hidalgo y Romero [11] en su estudio sobre el diseño de una planta piloto de aceite esencial, tiene como problemática el poco aprovechamiento que da la región Piura a las plantas aromáticas, dejando de lado el valor agregado que se le puede dar actualmente. Se utilizó la técnica de arrastre de vapor en 5 plantas. En cuanto al aceite esencial de la especie de palo santo, se consideró un extractor y enfriador como maquinaria principal, se estableció parámetros de densidad de 0,97 a 20°C, un punto de fusión 45 °C y punto de inflamación 127 °C. La investigación obtuvo una tasa interna de retorno de 38% y un plazo de recuperación de 2,23 años.

Puecas *et al.* [12] en su artículo se planteó como objetivo establecer el rendimiento de aceite esencial a través del uso de la madera seca del palo santo (*Bursera graveolens*), en donde la materia prima se adquirió del área de la concesión forestal de la Universidad Nacional de Tumbes. Con herramientas mecánicas y manuales se procedió a obtener viruta, aserrín y astillas de longitudes de 0,5 cm, 1 cm y 2 cm. El método utilizado fue arrastre por vapor, el equipo empleado fue un destilador dual de 20 l de agua. Los resultados de mejor rendimiento fueron: Viruta de 0,5 cm, aserrín y astilla; obteniendo un rendimiento de 1,247%, 1,376% y 1,453% correspondientemente. Conclusión, que a más área expuesta de la madera seca del palo santo el rendimiento también será mayor, debido a que el vapor arrastra mayor aceite esencial.

Aguirre y Cabrera [13] en su investigación realizada en Zapotillo-Ecuador, determino mediante parcelas temporales, que la densidad de palo santo por hectárea es de 119 individuos, en donde destaca que los árboles en su mayoría son adultos, regeneración poca a consecuencia del sobrepastoreo de ganado caprino y colecta de frutos.

Armijos *et al.* [14] en su artículo “Farmacología y fitoquímica de las plantas medicinales ecuatorianas: una actualización y perspectivas” su objetivo estuvo orientado en actualizar las revisiones publicadas de plantas medicinales del Ecuador durante 2016 a 2021, la información recabada respecto al palo santo fue: Uso tradicional; sedante, analgésico, tratamiento artritis, aromático, incienso. Fitoquímico; identificación de 99 compuestos en la corteza y 61 componentes de frutos maduros, siendo el principal el limoneno con 34,9% y 49,9% respectivamente.

Fon *et al.* [15] en su investigación tuvo como objetivo determinar la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial del palo santo en Manabí – Ecuador. Se logro identificar noventa y nueve compuestos en el aceite esencial y los principales constituyentes fueron limoneno (34,9 %) y α -terpineol (13,4%), para determinar la actividad antioxidante se empleó ensayos de 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo. Los resultados obtenidos fueron que el aceite esencial tuvo efecto secuestrante moderado y visualizo una actividad reductora férrica, lo cual valida el uso de esta especie en la medicina tradicional.

Carrión *et al.* [16] “Biodegradación de residuos del palo santo (*Bursera gravesolens*) extracción de aceites esenciales y su potencial para la producción de enzimas utilizando hongos xylaria nativos del sur de Ecuador”, siendo el objetivo determinar la efectividad del uso de hongos para la descomposición de residuos generados a partir de obtención del aceite de palo santo. El método utilizado fue la degradación de la celulosa y lignina se estudió mediante un ensayo de biodegradación en estado sólido, se utilizó los residuos del palo santo a partir del procesamiento de aceite esencial. Como tal se hicieron las pruebas con dos especies de hongos: Uno nativo (*Xylaria spp*) y otro introducido (*Trametes versicolor*) incubándolo en el sustrato obtenido del palo santo. Obteniendo los resultados alto contenido de lignina 9.1% y celulosa 19%, indicaron potencial de producción de etanol y metano, se evidencio actividad alta de enzimas: lacasa 30,0 U/L y 26,6 U/L), la xilanasa (189,7 U/L y 128. 3 U/L) y la celulasa (27,3 U/L y 35,8 U/L) en los hongos nativos respectivamente de de *Xylaria feejeensis* y *Xylaria cf. Microceras*, teniendo resultados mayores que el *Trametes versicolor* (9.0 U/L, 29.5 U/L, 99.5 U/L correspondientemente). También se tuvo resultados de carbono total 47,3%, nitrógeno total 1,5%, fosforo total 0.2%, potasio total 1,2 %. Conclusiones, se evidencio que los hongos nativos cuentan con un potencial para la biodegradación de residuos producidos por la industria.

Velasco [17] en su investigación “Evaluación económica del proceso de extracción del aceite de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch del sitio Quimis” tuvo como objetivo, determinar la rentabilidad de la obtención del aceite de palo santo en la agrupación social de comuneros “Asociación aroma y miel” del Quimis-Ecuador. Metodología, se orientó en la ejecución del diseño no experimental, se observó situaciones existentes y descriptivas en donde se analizó a través de parámetros: la producción, tiempo, costo y valor económico; en donde se utilizó entrevistas, encuestas y observación directa. Resultados, por día se produce 865 ml de aceite esencial de palo santo, lo cual se oferta al público en presentación de 10 ml, obteniendo 87 frascos y el costo por unidad es de \$ 10 dólares, se obtuvo una utilidad de \$ 562, 68 dólares por día. Conclusión, la extracción de aceite esencial permite mejorar la economía de la asociación, por ende, de manera directa el de los comuneros, mejorando la calidad de vida y permitiendo generar empleo.

Mejía y Torres [18] en su investigación de pre factibilidad para una producir aceite esencial de limón, tiene como fin, producir y exportar aceite a Canadá, identificando la viabilidad económica, financiera, social, mercado y medio ambiente. La estructura productiva y la poca demanda nacional limita el crecimiento económico, es por tanto que dar un valor agregado a los productos y encontrar nuevos espacios de mercado, se ha vuelta una estrategia muy rentable para las empresas. El aceite esencial obtuvo una demanda potencial de 788 toneladas, se abarcó un 20% de participación y se propuso utilizar los métodos de expresión y arrastre de vapor, para evitar la falta de refinación y concentración. Se obtuvo indicadores de rentabilidad positivos, un VAN positivo y una TIR económico y financiero de 27,71% y 37,55% respectivamente, financiado 49% por entidades bancarias y 60% por capital propio.

Gamarra [19] en su investigación para tratar los residuos y realizar aceite esencial tiene como objetivo diseñar una planta productora para exportación a Estados Unidos, realizó la estrategia de robo de mercado, su demanda de proyecto abarca 0,28% y 0,32% del mercado, debido a la disponibilidad de materia prima, en cuanto al proceso opta por una extracción de arrastre a vapor. Se con concluye que es un proyecto rentable con un TIR de 44% y un beneficio costo de 1,96, donde el 50% de la inversión será asumida por un financiamiento externo.

Bases teóricas

La comunidad Campesina San Francisco de Asís de Salas se encuentra ubicado en el distrito de Salas, departamento Lambayeque, cuenta con una extensión de 39526 hectáreas, dividido en 15 sectores [5], de acuerdo a la zonificación forestal u ordenamiento interno de la comunidad en el 2018 aproximadamente el 54% se encuentra como bosque o área natural con estos fin, en

el último padrón interno del 2019, la comunidad Campesina San Francisco de Asís contaba con 1 616 comuneros inscritos.

En el 2019 se publicó el primer mapa de nacional de ecosistemas, el cual tuvo como finalidad determinar la distribución espacial de los ecosistemas naturales del Perú, en este sentido, se definió el bosque estacionalmente seco de colina y montaña, el cual se caracteriza por ser un ecosistema generalmente caducifolia, de clima semiárida, y precipitación temporal. Son bosques semidensos, con árboles entre 8 a 12 metros, en donde también se encuentra vegetación hierbas efímeras, arbustos y cactus. Las colinas aproximadamente tienen una altura de 30 a 180 metros, con pendientes que oscilan entre 15 a 80%; el terreno montañoso abarca cerros superiores a los 300 metros de altura y pendientes de más de 50%. Este ecosistema tiene una superficie estimada de 1 897 483, 31 ha (1,47%) del área peruana, y se encuentra distribuido en los departamentos de La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes [20].

Palo santo (*Bursera graveolens*), es una especie que se encuentra en los bosques secos de América del sur, hacía el norte de Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay, costa de Ecuador y costa norte del Perú, su hábitat va desde los 0 a 3 500 msnm. El palo santo es un árbol caducifolio que puede tener una longitud de 15 a metros con un diámetro de copa de 12 metros, un periodo de vida estimada de 40 años. Su madera es resistente debido a que cuenta depósitos de cristales de oxalato de calcio, también se tiene resinas en las fibras que brinda resistencia al ataque de insectos y hongos. Sus raíces son adaptables a todo tipo de suelo y se encontró densidad de 357 árboles/hectárea en cerro Garabo Piura [8].

La ley orgánica de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (N°26821) busca incentivar el aprovechamiento sostenible de los recursos brindados por la naturaleza, con la finalidad de incentivar la inversión, estableciendo un equilibrio dinámico entre el desarrollo económico, la preservación de recursos naturales y la mejora integral del ser humano [21]. En consideración con el palo santo el SERFOR brindó la autorización de aprovechar y comercializar aquellas plantas que han caído de manera natural (No taladas) [6] o consideradas como arboles muertos que son aquellas plantas que se han postrado de manera natural, se considera toda la estructura del árbol, incluyendo ramas y rastrojos [22].

El aceite esencial procedente de las plantas que se extraen contiene diversos compuestos químicos y se utilizan como medicina casera en muchas condiciones. Los aceites esenciales otorgan el aroma propio a algunas semillas y flores, son productos químicos intensamente aromáticos, poco densos y volátiles. Su comercialización se puede dar como medicamento o cosmético de acuerdo con la finalidad, además cuenta con los siguientes beneficios: Antibacteriano, antimicrobianos, antifúngicos y antivirales, para personas con mala digestión y

asimilación son beneficiosas debido a que pasan por alto el sistema digestivo, no necesita refrigeración y se necesita poca área para su almacenaje, su vida útil es mayor que cualquier planta, ideal para uso en bebés por su fácil consumo ya que su presentación es líquida en comparativa de tabletas y capsulas, en su totalidad los aceites esenciales son antiinflamatorios, regeneradores celulares, antibióticos, antisépticos, antivíricos, inmunoestimuladores, mejoran la circulación linfática y sanguínea, equilibran las emociones y su administración se puede realizar por tres vías: Oral, tópica (por la piel) y respiratoria [23].

Existen diversos métodos de extracción [24] [25] [26] [27], la destilación por arrastre a vapor es un método ampliamente utilizado para obtener aceites esenciales. Este proceso de separación implica la vaporización de los componentes volátiles de la materia vegetal mediante el uso de vapor de agua. El procedimiento consiste en hacer pasar un flujo de vapor a través de la materia prima, lo que arrastra los aceites esenciales junto con él. Consecutivamente, estos vapores se enfrían y condensan, resultando en un líquido destilado compuesto por dos fases inmiscibles: una acuosa y otra orgánica, que corresponden al aceite esencial. Estas fases pueden separarse mediante decantación, aprovechando la diferencia de densidad que existe entre ellas. En la historia de la destilación, se reconocen tres tipos principales: hidrodestilación o destilación con agua, destilación con agua y vapor, y destilación en corriente de vapor. Aunque estos métodos son teóricamente idénticos, en la práctica existen variaciones y resultados diferentes debido a algunas reacciones que tienen lugar durante la destilación. En la hidrodestilación el material vegetal a destilar se halla inmerso en el agua, la generación de vapor se produce dentro del propio recipiente de destilación, por otro lado, la destilación con agua y vapor, el vapor se forma en el mismo recipiente donde se agrega el agua y materia prima, pero estas no están en contacto directo. El producto a destilar se dispone en rejillas o placas perforadas y la parte inferior del recipiente se llena de agua hasta un nivel por debajo de dichas rejillas, mientras que, en la destilación en corriente de vapor, una de las principales tecnologías más utilizadas para la elaboración de aceites esenciales de plantas, este método se realiza mediante el uso de vapor de agua, donde se volatiliza los componentes de la materia prima. El proceso reside en atravesar un flujo de vapor por la materia prima, por lo cual arrastra con ello los aceites esenciales. Luego, estos vapores se enfrían y condensan, obteniendo el destilado líquido, formado por 2 fases una orgánica y otra acuosa, estas se separan posteriormente por decantación debido a la diferencia de densidad de uno y otro.

Otro método utilizado es la extracción con solventes, a menudo, se utiliza a nivel de laboratorio debido a que resulta costoso a escala industrial debido al alto valor comercial de los solventes, así mismo, se tiene la extracción por degradación térmica que suele ser utilizado para

extraer aceites esenciales de ciertos tipos de madera que contienen compuestos sesquiterpénicos, los cuales resisten temperaturas de alta intensidad, en cambio el método de prensado se considera la opción más adecuada para cítricos, ya que no implica el uso de calor durante su operación y evita la pérdida de compuestos no volátiles con el vapor. También se tiene la extracción con fluidos supercríticos, extracción por microondas y ultrasonido.

Materiales y métodos

La investigación desarrollada para el diseño de una planta procesadora de aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible es de tipo de investigación descriptiva – cuantitativa, debido a que buscó solucionar la interrogante de la investigación y se manipularon las variables para proyectar y determinar la factibilidad de la propuesta.

Para determinar la viabilidad comercial, primeramente, se recopiló información bibliográfica de las características del aceite esencial del producto en el mercado, se eligió el mercado objetivo a través de una matriz de enfrentamiento, se realizó un estudio documental de las páginas relacionadas a inteligencia de mercado internacional, como Trademap [2] y Sunat [28]; utilizando la subpartida arancelaria 330129, grupo que conforma el palo santo para obtener los datos actuales e históricos, de la demanda histórica se obtuvo las importaciones del país seleccionado, para proceder a detallar la oferta de los principales países del mercado elegido, y luego se procedió a realizar la técnica de robo de mercado [19] [29], para este fin se seleccionó el país con similares características del producto a ofrecer del cual se determinó la demanda insatisfecha utilizando solo el porcentaje del uso de aromaterapia. Para la demanda del proyecto se utilizó la guía de aproximaciones [30], en donde se obtuvo el porcentaje de participación de mercado en referencia a los competidores de acuerdo con el tamaño, cantidad y similitud del producto. Finalmente se concluyó el primer objetivo con un plan de ventas del 2024 a 2032 y la disponibilidad de materia prima.

En el estudio técnico -tecnológico y ambiental, se realizó un análisis de localización de planta utilizando el método de factores ponderados [31], posteriormente utilizando material bibliográfico se describió los procesos, relacionándolo con los fundamentos de las operaciones y procesos unitarios para seleccionar el proceso productivo a seguir, seguidamente se realizó el balance de materia y energía para determinar y seleccionar la capacidad y el tipo de maquinaria para cada proceso productivo, equipos auxiliares y equipos de transferencia de fluido y calor , considerando las características de la materia prima e insumos y productos terminados, además se desarrolló el diagrama de operaciones y equipos, también se procede a determinar la manera óptima de la ubicación de línea, la distribución de las máquinas, para continuar con la

esquematación del layout, se determinó a través del método Guerchet [32] el tamaño de las áreas y así poder contar con instalaciones que cumplan con la regulación sanitaria, asegurando la calidad e inocuidad del producto final, así mismo, se indagó los lineamientos de los títulos habilitantes y centro de transformación del palo santo, culminando con un análisis de impacto ambiental en el proceso.

En el estudio económico y financiero, se analizó los costos fijos y variables, gastos administrativos, comerciales y financieros, considerando como indicadores de evaluación económica el valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y relación costo/beneficio (B/C) que contribuyó a determinar la viabilidad económica del proyecto, para esto se empleó herramientas informáticas del programa Excel 2019.

Resultados y discusión

Determinar la viabilidad comercial del aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible.

El producto estudiado es el aceite esencial de palo santo obtenido de la extracción de la madera y que se caracteriza por tener un color amarillo dorado, con un aroma a cítricos, a causa de que su principal componente es el limoneno con un 35,59 % [15] como se pudo apreciar en el Anexo 01. Este tipo de aceite es utilizado en: Aromaterapia para el estrés, pánico, ansiedad laboral, jaqueca, mal humor, relajamiento psicofísico: medicina para dolores musculares, gripe, alergias y asma [33]; adicionalmente se está incursionando en la gastronomía para brindar sabores a bebidas y complementar en la industria de cosmetología para uso de jabones y perfumes. Cuenta con una vida útil que oscila entre los tres a cuatro años [34].

Como productos similares se tiene a todos los aceites esenciales que se encuentra en el mercado y dentro de los aceites que se obtienen de la madera con uso en aromaterapia tenemos: Aceite esencial de palo rosa, cedro, palo de siam y palo santo.

En el 2022 el mercado mundial de aceite esencial llegó a los USD 21 970 millones y se estima un crecimiento anual compuesto en 7,9% entre los años 2023 a 2030. Esta demanda en ascenso está relacionado al desarrollo y crecimiento de industria como: Alimentos, aromaterapia, cosméticos, entre otras [35].

De acuerdo con la subpartida arancelaria 330129 en donde se encuentra el aceite esencial de palo santo se determinó los principales 5 países que han importado este producto durante el periodo de 2018 a 2022, la misma que en conjunto representan un 49,2% en valor FOB durante los años analizados.

Para la obtención del mercado seleccionado se optó por utilizar 10 factores que fueron evaluados en 5 países que se caracterizan por ser los principales importadores de la partida

330129 de aceite esencial en volumen y valor económico (Anexo 02), posteriormente con una matriz de enfrentamiento se determinó la ponderación de cada factor, y a través del método de factores ponderados en donde se utilizó como valor mínimo 1 y máximo 4 se seleccionó el país destino que fue Reino Unido como se pudo observar en el Anexo 02.

Se analizó la demanda histórica de Reino Unido entre el periodo 2013 a 2022 en donde el crecimiento acumulativo en los últimos 10 años ha sido de 6,4% y en el último periodo del 2022 creció 1,2% (Anexo 03).

Para el análisis de la oferta se revisó los principales países exportadores a Reino Unido (Anexo 4), y en donde se tomó el mercado brasileño bajo la estrategia de robo de mercado, en la cual se quitó un porcentaje de su mercado debido a que es un país de similares características con el Perú al encontrarse en América del Sur, las distancias son semejantes y los productos a ofrecer en la subpartida se caracteriza por ser similar (Uso aromaterapia). Se evaluó 10 años de oferta de Brasil a Reino Unido, correspondiente al periodo 2013 a 2022 (Anexo 4), en donde su mercado creció 552%, los datos de proyección de la oferta futura se realizaron a partir de la tendencia historia de la oferta de Brasil, es decir que el futuro del mercado se define por el pasado de este, se compararon 6 tipos de pronósticos siendo los criterios el horizonte de tiempo, R^2 , análisis de varianza y señal de rastreo, consecuente a esto se utiliza el método logarítmico en donde el coeficiente de correlación de $R^2 = 0,79$, lo que refiere que hay una buena relación entre las variables. La proyección se realizó para el periodo 2024 a 2033 (Anexo 4), en donde se estimó alcanzar las 300 toneladas de exportación brasileña de aceite esencial a Reino Unido en el décimo año.

Se estimó que un 20% del mercado de aceite esencial corresponde al uso de aromaterapia [36] el cual es el fin del producto, por ende, a la oferta de aceite esencial de Brasil a Reino Unido se le multiplicó por el porcentaje correspondiente al uso de aromaterapia para obtener la demanda insatisfecha. Para determinar la demanda del proyecto se utilizó la Guía de aproximaciones de participación del mercado [30], en donde de acuerdo con el mercado del producto estudiado se opta por: Competidores pequeños, ya que la oferta de Brasil con uso de aromaterapia de acuerdo con la partida 330129 representa solo el 1% del mercado mundial hacía Reino Unido; en relación al criterio de algunos competidores se tiene que la demanda insatisfecha en el pico más alto al décimo año del proyecto solo se está considerando 61,8 toneladas, en donde son pocos los productores que abastecen de este tipo de productos; en cuanto a productos similares, Brasil dentro de la partida 330129 cuenta con productos como el palo rosa, palo santo y cedro que se caracterizan por ser extraído de la madera, tienen uso en aromaterapia y son especies que tienen un alto valor económico. Luego de que se analizó la

guía, se obtuvo un resultado de 10% a 15% de participación en el mercado, para el desarrollo del proyecto se optó por trabajar con un 10%, con un enfoque optimista [37].

El proyecto inicia con una demanda de 5,0 toneladas en el 2024 y para el 2033 tendrá una demanda de 6,1 toneladas, con un crecimiento acumulativo durante los 10 años del 22%.

Tabla 1: Demanda insatisfecha y de proyecto del aceite esencial de palo santo

Año	Demanda insatisfecha (t)	Demanda proyecto (t)
2024	50,4	5,0
2025	51,9	5,2
2026	53,3	5,3
2027	54,6	5,5
2028	55,8	5,6
2029	56,9	5,7
2030	58,0	5,8
2031	59,0	5,9
2032	59,9	6,0
2033	60,8	6,1

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis del precio del aceite esencial de palo santo se revisó las exportaciones peruanas desde el 2015 al 2022 (Anexo 5), en el último año el promedio del precio fue de \$123,8 dólares/ kg, sin embargo, a partir del 2021 también se apertura el mercado de Reino Unido en donde en el año 2022 el precio promedio fue de \$240,7 dólares/ kg, un aumento de 94% más que la media general de exportaciones peruanas, otros principales países que han sido destino del aceite esencial de palo santo peruano son Estados Unidos, Alemania y Francia. El método logarítmico se utilizó para proyectar los precios para el periodo del año 2024 a 2033 siendo los criterios el horizonte de pronóstico, R^2 de 0,9, análisis de varianza y señal de rastreo (Anexo 4).

De acuerdo con una revisión desde el año 2000 a 2015 de aceites esenciales de Brasil, se puede notar un crecimiento permanente de los aceites esenciales provenientes de la madera para aromaterapia como el aceite de palo rosa, llegando a costar durante el último año evaluado hasta \$238,6 dólares/ kg, y el palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) \$170,8 dólares/ kg [38], en el año 2022 en páginas como Amazon se ofertan a \$999 dólares/ kg el palo rosa y \$399,1 dólares/ kg de aceite de palo santo (*Bulnesia sarmientoi*). La estrategia de fijación de precio está ligado directamente a la competencia, por el cual se buscó que la introducción del producto se caracterice por brindar aceite esencial de similares características, partiendo desde la sostenibilidad de esta a un menor precio versus los competidores.

La comercialización del producto se realizó en botellas de 10 ml, el envase fue determinado de acuerdo con las normativas peruanas para la exportación [39] y requerimientos del cliente

final, además serán empacados en cajas de cartón de 60*40*16 de acuerdo con la normativa del país destino [40]. En este proceso, el incoterm a tener en cuenta será Free On Board (FOB), donde la empresa cubre el riesgo y costo de transporte hasta el puerto de Paita.

Se elaboró el plan de ventas tomando la demanda del proyecto y el precio en kg referido al aceite esencial de palo santo, para luego convertirlo en productos de 10 ml en donde son empacados en cajas (456 unidades de frascos de 10 ml/caja). En la siguiente tabla 2 se indica las ventas del periodo del 2024 a 2033.

Tabla 2: Plan de ventas proyectadas de aceite esencial de palo santo

Año	Demanda proyecto (T)	Cajas	Importe/caja (S/)	Importe anual (S/)	Importe mensual (S/)
2024	5,0	1 074	2 718,42	2 919 588,26	243 299,02
2025	5,2	1 106	2 881,36	3 186 785,08	265 565,42
2026	5,3	1 135	3 041,34	3 451 917,20	287 659,77
2027	5,5	1 163	3 199,00	3 720 437,57	310 036,46
2028	5,6	1 188	3 354,84	3 985 553,27	332 129,44
2029	5,7	1 212	3 509,24	4 253 201,99	354 433,50
2030	5,8	1 235	3 662,50	4 523 183,63	376 931,97
2031	5,9	1 256	3 814,84	4 791 441,60	399 286,80
2032	6,0	1 277	3 966,47	5 065 179,95	422 098,33
2033	6,1	1 296	4 117,53	5 336 319,06	444 693,25

Fuente: Elaboración propia

La comunidad Campesina San Francisco de Asís ubicado en el distrito de Salas- Lambayeque, cuenta con 39 526 hectáreas conformado el 50,3% por bosques secos, del cual se mapeó 4 760 hectáreas de bosque seco de colina, hábitat del palo santo. Se determinó la materia prima realizando 4 parcelas, en donde el promedio obtenido es de 199 kg/ha de madera residual proveniente de árboles caídos (Tallo y ramas), obteniendo 947 toneladas al inicio del proyecto, esta materia prima disponible se utilizó paulatinamente por lotes de acuerdo a la necesidad del proyecto, en donde no se regresó al mismo punto durante 5 años con la finalidad de no generar un impacto ecológico con la fauna asociada, por ende, la disponibilidad total estimada fue de 1984 toneladas para los 10 años del proyecto.

Adicionalmente se cuenta con una superficie estimada de 1 897 483, 31 ha de bosque seco de colina y montaña, que se encuentra distribuido en los departamentos de La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes [20]. De acuerdo con un mapeo realizado se estimó que Lambayeque cuenta con un 21% de BS a nivel nacional [4], y conforme al estudio realizado por Puestas [41] se determinó que aproximadamente en una hectárea de palo santo residual se puede obtener en promedio 116,92 kg, estos datos brindados estiman 40 073 toneladas disponibles de palo santo residual en Lambayeque.

Determinar la viabilidad técnica - tecnológica y ambiental de la planta procesadora del aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible.

Para la macro localización se analizaron ocho factores de prioridad (Anexo 6), donde se determinó con el método de factores ponderados, que el lugar con mayor factibilidad para instalar la planta es el distrito de Salas, así mismo se realizó la micro localización (Anexo 6) en donde se evaluó en la misma panamericana a unos 5 km de la ciudad, esta selección fue elegida debido a que es una zona estratégica de tránsito y cercanía a la materia prima como principales características.

El aceite esencial de palo santo (*Bursera graveolens*) (Anexo 7) es un producto orgánico proveniente de la madera de los árboles que han muerto de manera natural en el bosque seco. La obtención del aceite esencial involucró diversos procesos que empieza desde la colecta de la madera hasta el almacenamiento en cajas, donde cada unidad es de 10 ml como la única presentación para su exportación, la empresa es llamado “Natur Oil” la cual hace referencia que los productos provienen de la naturaleza (Ver Anexo 7).

La capacidad teórica fue de 1 296 cajas de aceite esencial/año, en tanto la capacidad proyectada o diseñada es de 1 425 cajas, para este se consideró un 10% extra por temas de seguridad y la capacidad normal está dada por la cantidad que se debe producir durante los 10 años, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Porcentaje de capacidad utilizada y ociosa por año proyectado

Año	Producción (cajas/año)	Capacidad utilizada	Capacidad ociosa
Año 1	1 074	75,34%	24,66%
Año 2	1 106	77,58%	22,42%
Año 3	1 135	79,62%	20,38%
Año 4	1 163	81,58%	18,42%
Año 5	1 188	83,33%	16,67%
Año 6	1 212	85,02%	14,98%
Año 7	1 235	86,63%	13,37%
Año 8	1 256	88,10%	11,90%
Año 9	1 277	89,58%	10,42%
Año 10	1 296	90,91%	9,09%

Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló del plan desagregado de producción, considerando esencialmente los 4 trimestres del primer año y los meses correspondientes al primer trimestre, así como también la proyección de precios.

Tabla 4: Plan desagregado de producción

Periodo	Unidades	Importe (\$/)
1 mes	89,50	243 299,02
2 mes	89,50	243 299,02
3 mes	89,50	243 299,02
1er. Trimestre	268,50	729 897,06
2do. trimestre	268,50	729 897,06
3er. trimestre	268,50	729 897,06
4to. trimestre	268,50	729 897,06
1 año	1 074,00	2 919 588,26
2 año	1 106,00	3 186 785,08
3 año	1 135,00	3 451 917,20
4 año	1 163,00	3 720 437,57
5 año	1 188,00	3 985 553,27
6 año	1 212,00	4 253 201,99
7 año	1 235,00	4 523 183,63
8 año	1 256,00	4 791 441,60
9 año	1 277,00	5 065 179,95
10 año	1 296,00	5 336 319,06

Fuente: Elaboración propia

Correspondiente al requerimiento de materiales evidenciado en la tabla 5, se realizó de acuerdo con el índice de consumo (Anexo 8), en donde 178,95 kg de madera de palo santo como material directo, 456 unidades de etiquetas, 456 frascos y 1 unidad de cartón, se requiere para la unidad de venta.

Tabla 5: Requerimiento de materiales

Periodo	Madera palo santo (kg)	Etiqueta (unid)	Frascos de 10ml	Cajas de cartón
1 mes	16 016,15	40 812,00	40 812,00	89,50
2 mes	16 016,15	40 812,00	40 812,00	89,50
3 mes	16 016,15	40 812,00	40 812,00	89,50
1er. Trimestre	48 048,44	122 436,00	122 436,00	268,50
2do. trimestre	48 048,44	122 436,00	122 436,00	268,50
3er. trimestre	48 048,44	122 436,00	122 436,00	268,50
4to. trimestre	48 048,44	122 436,00	122 436,00	268,50
1 año	192 193,78	489 744,00	489 744,00	1 074,00
2 año	197 920,22	504 336,00	504 336,00	1 106,00
3 año	203 109,81	517 560,00	517 560,00	1 135,00
4 año	208 120,45	530 328,00	530 328,00	1 163,00
5 año	212 594,24	541 728,00	541 728,00	1 188,00
6 año	216 889,07	552 672,00	552 672,00	1 212,00
7 año	221 004,95	563 160,00	563 160,00	1 235,00
8 año	224 762,93	572 736,00	572 736,00	1 256,00
9 año	228 520,91	582 312,00	582 312,00	1 277,00
10 año	231 920,98	590 976,00	590 976,00	1 296,00

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de la materia prima se determinó una disponibilidad de 1 984 toneladas de la Comunidad Campesina San Francisco de Asís durante los 10 años, en donde cubrió el 89% de la demanda de materia prima de la planta de proceso, el saldo restante se cubre de comunidades aledañas de Lambayeque en donde se estimó hasta 47 033 toneladas disponibles, lo que representó 22 veces más de lo requerido por la planta durante los 10 años de operación.

Se estableció el proceso figura 1. y se determinó el método de extracción a través de una matriz de factores ponderados (Ver Anexo 9), donde se evaluó la hidrodestilación, destilación con solventes y destilación con corriente de vapor, siendo este último el considerado para este proceso, por su rendimiento, tiempo, costo y uso industrial.

El desarrollo de cada etapa del proceso productivo se describe a continuación.

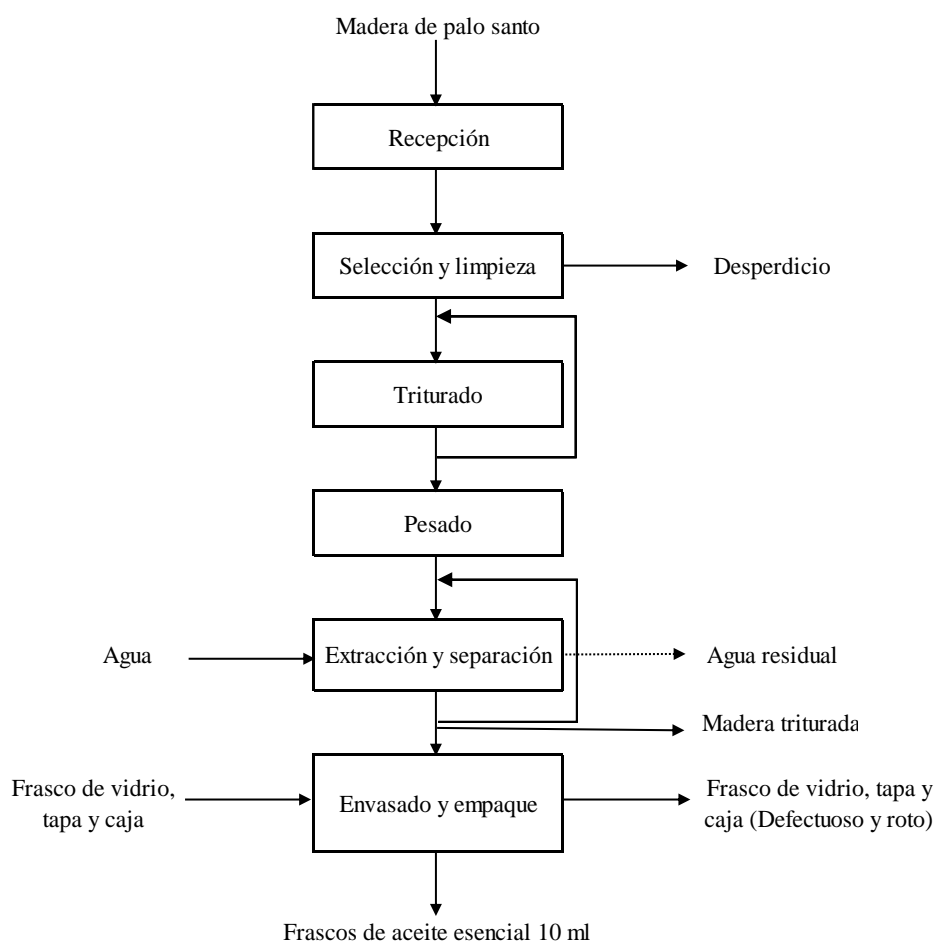


Figura 1: Diagrama del proceso de aceite esencial de palo santo.

Fuente: Elaboración propia

Recepción: Es la recepción de la materia prima (madera de palo santo), procedente del almacén de materia prima, el transporte se realizó con el montacarga que traslada los bins agrícolas con la madera. El almacén de materia prima fue abastecido una vez a la semana de palo santo residual proveniente de campo, teniendo la capacidad de abastecer hasta 2 semanas la planta de producción.

Selección y limpieza: Se realizó una inspección y limpieza para identificar que no haya materiales extraños procedente de campo como piedras, arena y restos vegetales de otras especies, además de la madera en descomposición. En esta etapa estudios refieren un descarte del 24,11 % [12] por lo mencionado al inicio.

Triturado: En esta fase se corta y/o tritura la materia prima, reduciendo su volumen en pequeñas astillas de 0,5 cm, se genera un desperdicio del 1%.

Pesado: Se pesó la materia prima con una balanza electrónica. Esta etapa se realizó para estimar la cantidad de agua que requirió el proceso en relación con el peso de la materia prima. Los controles establecidos permitieron cuantificar los indicadores de rendimiento para la extracción.

Extracción y separación: Se introduce el agua, según la cantidad necesaria y por medio de una hornilla accionada a electricidad se poner a hervir. Luego, al alcanzar el punto de ebullición, el condensador opera circulando agua a una temperatura no mayor de 22 °C, para ello se utilizó un enfriador. El tiempo de extracción duró tres horas y durante el proceso se obtiene el producto destilado.

Con un destilador a vapor se empezó el proceso de extracción, la función que realiza el agua es cumplir con el proceso de evaporación del aceite de la madera, el vapor circula por la madera y va arrastrando los componentes volátiles que forman parte del aceite esencial. De acuerdo con Mora [10] el rendimiento en esta etapa es de 3,49% de obtención de aceite esencial, con una densidad realativa de 1,029 g/ml.

Envasado y empaque: El operador manipula el aceite obtenido en la etapa anterior y llena la tolva de la maquinaria que envasa, tapa y etiqueta el aceite en presentación de 10 ml, luego el operador empaca en cajas de 60*40*16 los frascos, obteniendo 456 frascos por caja.

Almacenamiento: En esta última etapa del proceso de producción, el producto empacado es trasladado al almacén de producto terminado, el cual se caracteriza por ser un lugar ventilado y fresco (No mayor a los 25°C), impidiendo la exposición al sol del aceite esencial.

Se estableció un sistema de producción por lotes, con 8 operaciones y 2 procesos de inspección, para asegurar la calidad del aceite esencial.

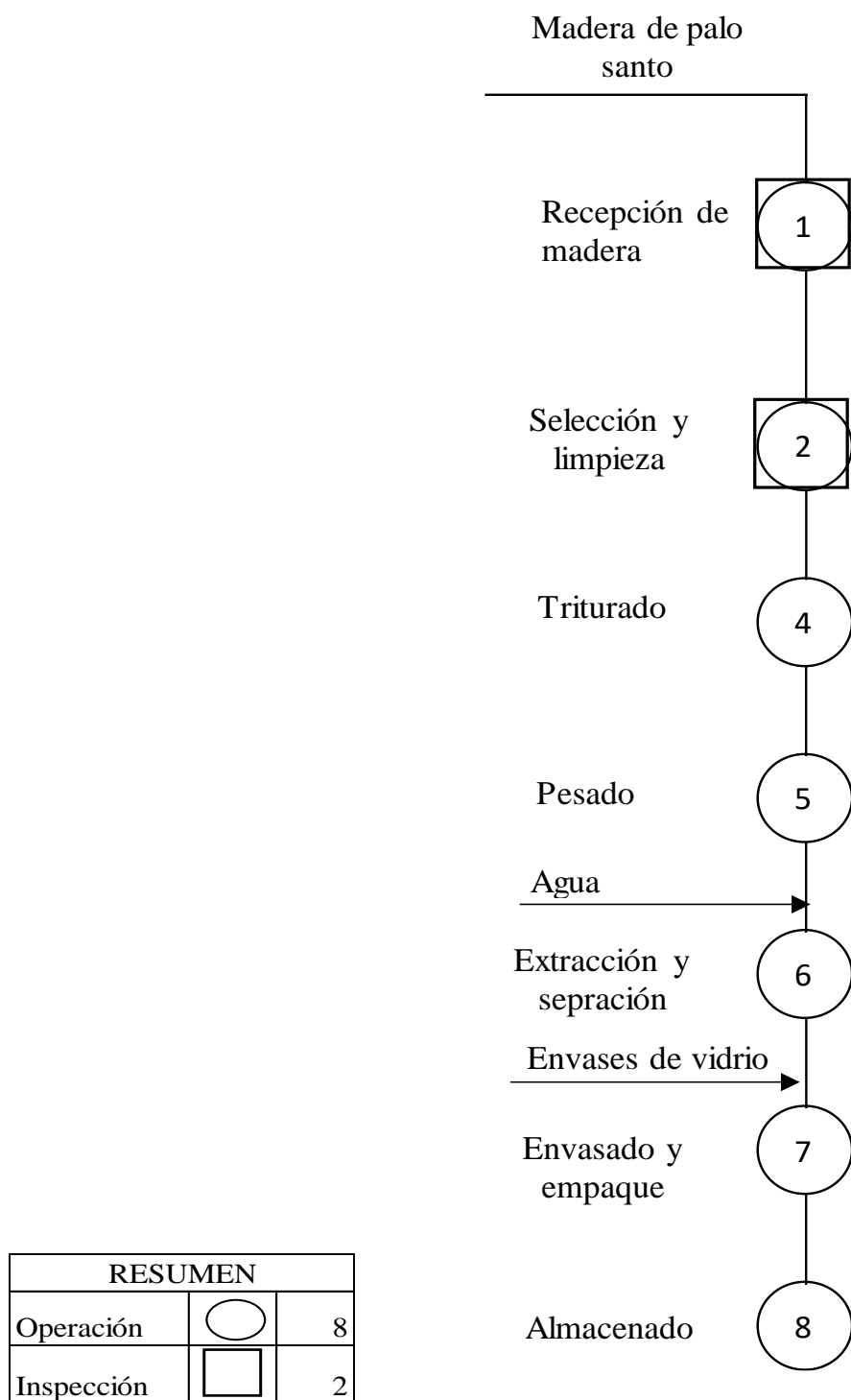


Figura 2. Diagrama de operaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un balance de masa por hora en el Anexo 10, de acuerdo con Puestas [12] se ha tenido en cuenta un 24,11% de desperdicio en el área de recepción y un rendimiento del 3,49% [10] en el proceso de extracción, por lo que por cada 100,66 kg/h de madera de palo santo, se obtuvo 2,64 kg/h de aceite esencial. En cuanto al balance de energía (Ver Anexo 10), se determinó que el calor necesario para a evaporación es de $304,44 \frac{KJ}{s}$, $74,63 \frac{KJ}{s}$ para la extracción y $66,44 \frac{KJ}{s}$ para la condensación.

Tabla 6. Resumen del balance de masa para la obtención de aceite esencial

Proceso	Entrada		Perdida		Salida	
	kg/h	kg/h	%	kg/h	%	
Recepción	100,66	0,00	0,00%	100,66	100,00%	
Selección y limpieza	100,66	24,27	24,11%	76,39	75,89%	
Triturado	76,39	0,76	1,00%	75,63	99,00%	
Pesado	75,63	0,00	0,00%	75,63	100,00%	
Extracción y separación	75,63	72,99	96,51%	2,64	3,49%	
Envasado y empaque	2,64	0,00	0,00%	2,64	100,00%	

Fuente. Elaboración propia

Se describió la tecnología y fichas técnicas en el Anexo 11 y se determinó la utilización de 3 tipos de máquinas, entre ellas una trituradora [42] con capacidad de 400 kg/h, dos extractora [43] de capacidad de 1 m^3 y una envasadora [44] de 25 botellas/min de capacidad, además se utilizaron equipos auxiliares como mesas [45], balanza [46], bin [47], contenedor industrial [48], aspiradora y sopladora [49] y dos recirculador de agua [50], todos los antes mencionados escogidos de acuerdo con la capacidad, disponibilidad y precio.

Este proyecto contó con las dimensiones necesarias para ejecutar la distribución de áreas requeridas, para la administración, producción y distribución del producto. Se utilizó el método Guerchet, para determinar el área necesaria, para encontrar las superficies óptimas y así establecer las áreas para cada ambiente de la planta, siendo estas un total de 9 áreas (Ver Anexo 12), se empleó uso de un factor k de 0,15 que es el valor utilizado para la gran industria, en total se determinó que para la instalación de la planta se tiene en cuenta un espacio de $576,03 \text{ m}^2$. Además de realizó la proximidad de áreas, para conocer la cercanía que deben de tener las áreas unas con otras. Es por eso que se han dado valores de proximidad para la realización de la matriz triangular y diagrama relacional, lo que llevó a obtener el layout de la planta procesadora de aceite esencial de palo santo (Ver Anexo 13).

La seguridad en la utilización de aceites esenciales en productos de belleza se ve influenciada por dos factores principales: la calidad de las materias primas empleadas y el

proceso de extracción utilizado para obtener el aceite esencial puro. Es esencial que estos aceites esenciales estén debidamente etiquetados con sus propiedades físicas y químicas, además de ser almacenados en recipientes herméticos, llenos adecuadamente y protegidos de la luz [51]. El control de la calidad de este producto se realiza, de forma diaria, con relación a las directrices estándar. Los parámetros de calidad para este tipo de aceite esencial se observan en la siguiente tabla.

Tabla 7. Características del aceite esencial de palo santo

Características	Especificación	Equipos
Densidad (a 20°C)	0,8829g/cm ³ ±0,0099	Picnómetro
Índice de refracción (a 20°C)	1,4798nD ±0,0001	Refractómetro
Punto de ebullición	176°C	Ebullómetro
pH	5,0 ±0,1	pH-metro

Fuente: Elaboración propia. En base a Orellana y Yépez 2021.

Se realizó la matriz Leopold Anexo 14 para identificar los aspectos ambientales significativos del proyecto para posterior plasmar el estudio de disposición de desechos y medidas correctivas (Tabla 8), el proceso de producción en esta industria no se distingue por la peligrosidad de sus desechos, con respecto a la producción de aceite esencial de palo santo, en donde el impacto es irrelevante.

Tabla 8. Disposición de desechos y medidas correctivas.

Etapas del proceso	Aspecto ambiental	Recurso afectado	Medidas correctivas
Selección	Residuos de madera	Aire y suelo	Compostaje.
	Tierra y arena.	Aire y suelo	Incorporación a las áreas naturales
Trituración	Residuos de madera	Aire y suelo	Compostaje.
	Ruido generado por la molienda	Atmosfera (Contaminación acústica)	Uso de EPP de los operarios. Barrera acústica (Cercos de plantas)
Extracción	Agua residual	Contaminación del agua	Neutralización y utilización como agua de riego para áreas naturales. Coordinación venta (Subproducto: Hidrolato)
	Residuos de madera	Aire y suelo	Compostaje.
Envasado y empaque	Residuo: Frasco, tapa y caja defectuosa o roto.	Aire y suelo	Reciclaje

Fuente: Elaboración propia

El proceso generó 3 210 litros de agua residual (hidrolato) por día, el cual se caracteriza por presentar generalmente un pH ácido, este residuo se neutralizó con óxido de calcio con un tratamiento de 1,1 g/l, que de acuerdo con Hernández [52] en su investigación recopiló información de diversos autores para el tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas, destacando la importancia del uso de cal para elevar el pH, eliminar la turbidez e impurezas, con la finalidad de utilizarlo de agua de riego para la agricultura. Los equipos utilizados en el proceso fueron tanques industriales, bomba, red de tuberías y phmetro. DIGESA [53] estableció los estándares de calidad para uso de riego en donde los parámetros a cumplir son: pH entre 6,5 y 8,4 y 0,5 mg/l de aceites y grasas como límite. La planta de procesamiento al estar aledaño a zonas naturales del bosque seco se utilizó el agua tratada para regar los bosques, el acumulado anual en promedio será de 924,6 m³, SENANHI [54] indicó que, en Jayanca, distrito vecino de Salas con características similares de precipitación llueve alrededor de 171 mm anualmente que equivale a 1710 m³/hectárea, estimando el agua residual de la planta alcanzó para regar en promedio 0,5 hectárea.

Así mismo son 232 toneladas de madera triturada, estos residuos se otorgan a la comunidad con el fin de que obtengan materia prima para su proceso de compost que utilizan como un fertilizante natural para su vivero de plantas nativas, enmiendas para la agricultura y forestal. Previamente se le brindó capacitación en la elaboración del compost y los beneficios propios de la enmienda, como Nakayama, *et al* [55] detalla que los subproductos como la madera triturada propio de la obtención del aceite esencial se puede hacer compost, siendo un proceso de bajo costo para la obtención de abonos orgánicos para mejorar las propiedades del suelo. El compost se preparó en relación 1:1 entre el aserrín (madera del proceso) y estiércol de ganado, el tiempo de maduración oscila entre los 4 a 6 meses, obteniendo un producto con un pH de 7, C.E. de 1.56, relación C/N de 15 y contenido de macro y micronutrientes [56].

Los requerimientos para el cumplimiento de los “Lineamientos para la elaboración de la declaración de manejo para el aprovechamiento forestal maderable en bosques secos” localizado en comunidades campesinas comprenden leyes y decretos a cumplir, siendo aprobado por la Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre (ARFFS), donde previamente se presentó la declaración de manejo (DEMA) en donde se indica que el aprovechamiento se realiza con labores que no afecta la regeneración natural en la zona a intervenir. Para el palo santo se debe contar con los resultados de inventario de árboles vivos y muertos, y el aprovechamiento son los árboles muertos, caídos naturalmente, ramas, rastrojos y otros, además, en los centros de transformación se debe indicar la línea de producción, el

rendimiento, la mano de obra (Tipo y cantidad) y los equipos y maquinaria (Tipo y cantidad) [57].

Se brindó una retribución directa de 4 soles/kg de madera recolectado a los miembros de la comunidad, propia de la actividad realizada, además, se pagó un derecho de usufructo que equivale a S/ 3 soles/kg de madera recolectada, con el fin de que el dinero se destine a actividades de restauración para la protección de los bosques.

Se consideró la contratación de 8 operarios, un supervisor de producción, un inspector de calidad, y asesoría contable (Anexo 15) necesarios para el buen funcionamiento de la parte productiva y administrativa. Se calculó indicadores de producción, donde la producción diaria fue de 3,7 cajas/día, una productividad de materia prima de 0,006 cajas/kg de madera, una productividad de maquinaria de 1,23 cajas/ día*máquina, productividad de mano de obra de 0,93 cajas/día*operario y una eficiencia de 82% en comparación con el último año.

Determinar la viabilidad económica y financiera de la propuesta.

Para ejecutar el proyecto es necesario determinar la inversión tangible e intangible (Anexo 16), donde el total es de S/1 121 403,76 y S/ 11 243,70 respectivamente, otros costos que incurrir es el capital de trabajo de S/ 511 762,94 donde intervienen los costos de producción, gastos administrativos y de comercialización (Ver anexo 17), además se consideró un 5% imprevistos, sumados estos da como resultado una inversión total de S/1 726 630,92 donde el porcentaje de participación del 18% será asumido por el promotor del proyecto y el 82% por financiamiento.

Tabla 9. Inversión total

Descripción	Inversión total (S/)	Promotor del proyecto (S/)	Financiamiento (S/)
CAPITAL DE TRABAJO	511 762,94		511 762,94
Inversión tangible			
Terrenos	15 500,00	15 500,00	
Construcciones	502 260,22		502 260,22
Maquinaria	473 367,37	71 005,11	402 362,26
Equipos	130 276,17	130 276,17	
Total Inversión Tangible	1 121 403,76	216 781,28	904 622,49
Inversión intangible			
Estudio	5 000,00	5 000,00	
Gastos Preoperativos	6 243,70	6 243,70	
Total Inversión Intangible	11 243,70	11 243,70	0,00
Imprevisto (5%)	82 220,52	82 220,52	
Inversión Total	1 726 630,92	310 245,50	1 416 385,43
Porcentaje	100%	18%	82%

Fuente. Elaboración propia.

El monto requerido para financiamiento es de S/ 1 416 385,43, el cual se obtuvo de una entidad bancaria, el préstamo fue pagado en un horizonte de 10 años con una tasa de 28%

correspondiente a la tasa activa anual promedio para medianas empresas según la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP [58].

En la tabla 9 se observó el estado de pérdidas y ganancias, como el flujo de caja de la planta en el transcurso de los años, donde la utilidad neta del proyecto es positiva desde el primer año. Se calculó el TMAR teniendo en cuenta la inflación [59] y el riesgo medio, siendo este 18,04%, Así mismo se puede apreciar en la tabla 9 una TIR de 80,76% y un VAN de S/ 2 141 680,24 determinándose como un proyecto rentable, con un periodo de recuperación de 1,27 años y un costo beneficio de S/ 1,29. Además, se realizó un análisis de sensibilidad (Ver Anexo 21) respecto al precio de venta y materia prima, concluyendo que la rentabilidad no se ve afectada si disminuye hasta un 18% y un 47% respectivamente.

Tabla 10. Estado de pérdidas y ganancias

	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Ingresos totales	2 919 588,26	3 186 785,08	3 451 917,20	3 720 437,57	3 985 553,27	4 253 201,99	4 523 183,63	4 791 441,60	5 065 179,95	5 336 319,06
Costos de producción	2 074 779,16	2 129 801,35	2 179 665,21	2 227 809,63	2 270 795,72	2 312 062,36	2 351 609,56	2 387 717,88	2 423 826,19	2 456 495,62
Depreciación	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88
Utilidad bruta	760 151,23	972 325,86	1187 594,12	1407 970,06	1630 099,68	1856 481,76	2086 916,20	2319 065,84	2556 695,88	2795 165,57
Gastos administrativos	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20
Gastos de comercialización	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96
Depreciación	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39
Utilidad operativa	425 625,68	637 800,31	853 068,57	1073 444,51	1295 574,13	1515 357,21	1745 791,65	1977 941,29	2215 571,33	2454 041,02
Gastos de financiamiento (intereses)	392 763,68	382 449,17	369 274,44	352 446,36	330 951,86	303 496,93	268 428,74	223 636,15	166 422,58	93 343,68
Utilidades antes de impuesto	32 862,00	255 351,14	483 794,13	720 998,15	964 622,28	1211 860,28	1477 362,90	1754 305,14	2049 148,76	2360 697,34
Impuesto a la renta (29,5%)	9 694,29	75 328,59	142 719,27	212 694,45	284 563,57	357 498,78	435 822,06	517 520,02	604 498,88	696 405,71
UTILIDADES NETAS	23 167,71	180 022,56	341 074,86	508 303,70	680 058,70	854 361,50	1041 540,85	1236 785,12	1444 649,87	1664 291,62

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Flujo de caja

	Año 0 (S/)	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Utilidad neta		23 167,71	180 022,56	341 074,86	508 303,70	680 058,70	854 361,50	1041 540,85	1236 785,12	1444 649,87	1664 291,62
Depreciación		86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27
Amortización		37 196,22	47 510,73	60 685,46	77 513,54	99 008,04	126 462,97	161 531,16	206 323,75	263 537,32	336 616,22
FNE	-310 245,50	72 108,75	218 649,09	366 526,66	516 927,42	667 187,93	814 035,79	966 146,95	1116 598,64	1267 249,82	1413 812,67

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Indicadores económicos

VAN	S/ 2 141 680,24
TIR	80,76
PRI (años)	1,27
Beneficio/costo	S/ 1,29

Fuente: Elaboración Propia

Discusiones

Según investigadores como Mejía y Torres [18] que propuso la exportación de aceite esencial a un país extranjero, planteó atender el 20% de participación de mercado debido a la demanda insatisfecha y disponibilidad de materia prima, en cuanto a la presentación se tiene autores como Velasco [17] que realizó una evaluación económica para el aceite de palo santo siendo la presentación más rentable de 10 ml. El presente artículo consideró abarcar 10% de participación de mercado en comparación con el investigador antes mencionado es menor debido a que es un producto nuevo que se inserta al mercado por su uso en aromaterapia y se utilizó un envase de 10 ml por ser la presentación de mayor comercio y fácil uso.

Investigaciones como Mora [10] que realizó el proceso de la extracción de aceite esencial de Palo Santo usando la técnica de destilación por arrastre de vapor, obtuvo un rendimiento de 2,77% y 3,49%, de acuerdo con el acondicionamiento de la materia prima; ya sea en astillas o virutas, así mismo, Puestas, *et al* [12] con herramientas mecánicas y manuales se procedió a obtener viruta, aserrín y astillas de longitudes de 0,5 cm, 1 cm y 2 cm, en donde el mayor rendimiento obtenido es de 1,453% correspondiente al corte de menor longitud. Por otro lado, Carrión, *et al* [16] se evidenció que los hongos nativos cuentan con potencial para la biodegradación de residuos producidos por la industria, en la investigación propuesta se usó el método de arrastre a vapor debido a que es que presentó mayor porcentaje de obtención de aceite en relación masa/masa y de menor costo de adquisición, además la materia prima se acondiciona a un tamaño menor a 0,5 cm para mayor rendimiento, en cuanto a los residuos líquidos se realizará un tratamiento para luego ser utilizado como recurso hídrico de riego para los bosques aledaños y los residuos sólidos de la madera triturada se realizó compost debido a la demanda de enmiendas orgánicas de la comunidad.

En relación al estudio económico financiero que busca determinar la rentabilidad del proyecto, Mejía y Torres [18] que realizó una prefactibilidad de la extracción de aceite esencial de limón, concluyó la rentabilidad del proyecto, con un VAN positivo y una TIR de 37,55%. Hidalgo y Romero [11] en su estudio sobre el diseño de una planta de aceite esencial de 5 especies, entre ellas palo santo, obtuvo una tasa interna de retorno de 38% y un plazo de recuperación de 2,23 años. La presente investigación obtuvo una TIR de 80,76% y el plazo de recuperación es de 1,27 años consecuente al valor del producto en el mercado internacional.

Conclusiones

El diseño de una planta procesadora de aceite esencial de árboles muertos de palo santo (*Bursera graveolens*) para su aprovechamiento sostenible es viable en la parte comercial, técnico tecnológico ambiental y económico financiero.

En relación con el estudio de mercado se determinó como destino objetivo para exportar aceite esencial de palo santo a Reino Unido para uso de aromaterapia, debido al continuo crecimiento de este sector en los últimos 10 años, siendo así la demanda del proyecto el 10% de la demanda insatisfecha.

El estudio técnico determinó, mediante un análisis de macro y micro localización que el lugar óptimo para la instalación de la planta es el distrito de Salas, en la región de la Lambayeque. De la misma forma se estableció cada etapa del proceso y se optó por la utilización del método de extracción por corriente a vapor, se seleccionó la maquinaria con relación a la capacidad, así como sus indicadores de producción y la óptima distribución mediante el método de Güerchet.

De la evaluación económica financiera de la propuesta, se tiene una inversión total de S/1 726 630,92 en donde el 18% fue asumido por el promotor de proyecto y el 82% por una entidad financiera, además se muestra la rentabilidad de la propuesta con un VAN positivo y un TIR de 80,76%.

Recomendaciones

Realizar un estudio de aprovechamiento del hidrolato o agua floral obtenida a partir de extracción y separación, debido a que se viene impulsando la comercialización de este producto.

Realizar un estudio de aprovechamiento de la madera residual obtenido del proceso de extracción, ya que plantas aromáticas con características similares son usadas para la elaboración de inciensos en forma de cono, esferas o varillas con fines de comercialización.

Evaluar el uso de la obtención de la materia prima bajo el enfoque de agroforestería y analizar las características del aceite obtenido versus la madera colectada en condiciones de muerte natural.

Referencias

- [1] Ministerio Comercio Exterior y Turismo, «Ficha mercado producto aceites esenciales y aceites vegetales en Italia,» Oficina Económico Comercial del Perú en Milan, Lima, 2021.
- [2] Trademap, «Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.trademap.org/>. [Último acceso: 1 Febrero 2023].
- [3] Perúexporta Tv, «Exportaciones de Palo Santo,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.peruexporta.tv/>. [Último acceso: 1 Octubre 2022].
- [4] Gobierno del Perú, «Minam inicia el primer mapeo de bosques secos en la costa norte del Perú para asegurar su conservación,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/491714-minam-inicia-el-primer-mapeo-de-bosques-secos-en-la-costa-norte-del-peru-para-asegurar-su-conservacion>. [Último acceso: 21 septiembre 2022].
- [5] J. E. Ayasta Varona, «Propuesta de creación del area de conservación privada "San Francisco de Asís" en el distrito de Salas, Lambayeque. 2017.,» Lambayeque, 2017.
- [6] Andina, «Piura: primera carga de palo santo de origen legal saldrá de Ayabaca,» 20 enero 2017. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-piura-primera-carga-palo-santo-origen-legal-saldra-ayabaca-650606.aspx>. [Último acceso: 21 septiembre 2022].
- [7] J. Lo Lau, «Los bosques secos luchan contra el olvido en el Perú,» 2017. [En línea]. Available: <https://es.mongabay.com/2017/02/peru-bosques-secos/>. [Último acceso: 21 septiembre 2022].
- [8] C. Manrique Enciso, «Cadena productiva del aceite de Palo Santo (*Bursera graveolens*) en los bosques secos de Piura,» Lima, 2022.
- [9] M. B. Enríquez y C. J. Orrabalis, «Caracterización química del aceite esencial obtenido de la madera de *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb. (palosanto) recolectado del departamento Matucos, de la provincia de Formosa, Argentina,» *Multequina*, vol. 28, n° 2, pp. 59-66, 2019.
- [10] G. A. Mora Moscoso, «Diseño de una planta para la extracción de aceite esencial de palo santo (*Bursera graveolens*) mediante destilación por arrastre de vapor,» Quito, 2014.

- [11] G. Hidalgo Masías y A. Romero Faya, «Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor,» Piura, 2016.
- [12] M. Puestas , E. Herrera, J. Moscol y J. Solís, «Rendimiento de aceite esencial a partir de madera de *Bursera graveolens*: Aprovechamiento de astillas, viruta y aserrín,» *Revista de investigación científica Manglar*, vol. 19, n° 2, pp. 131-136, 2022.
- [13] Z. Aguirre Mendoza y O. Cabrera Guerrero, «Parámetros poblacionales y regeneración natural de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch (Burseraceae), en Zapotillo, Ecuador,» *Arnaldoa*, vol. 28, n° 2, pp. 305-318, 2021.
- [14] C. Armijos, J. Ramirez, M. Salinas, G. Vidari y A. Suarez, «Farmacología y fitoquímica de las plantas medicinales ecuatorianas: una actualización y perspectivas,» *Productos farmaceuticos*, vol. 14, n° 1145, 2021.
- [15] F. Fon Fay, J. Pino, I. Hernández, I. Rodeiro y M. Fernandez, «Composición química y actividad antioxidante de *Bursera gravesolens*(Kunth) Aceite esencial Triana et Planch de Manabí, Ecuador,» *Revista de investigación de aceites esenciales*, vol. 31, n° 3, pp. 211-216, 2019.
- [16] V. Carrión-Paladines, A. Fries, R. E. Caballero, P. Daniëls y R. García-Ruiz, «Biodegradación de residuos de lapalo santo(*Bursera gravesolens*) extracción de aceites esenciales y su potencial para la producción de enzimas utilizando hongos *xylaria* nativos del sur de Ecuador,» *Fermentación*, vol. 5, n° 3, 2019.
- [17] C. G. Cantos Cevallos y M. B. Velasco Choez, «Evaluación económica del proceso de extracción del aceite de (*Bursera graveolens*)(Kunth) Triana & Planch del sitio Quimis,» Manabi, Ecuador., 2019.
- [18] L. A. Mejia Chavez y J. S. Torres Bedoya, «Estudio de practicabilidad para la instalación de una planta productora de aceite de limón,» Lima, 2022.
- [19] C. A. Camarra Cornejo , «Diseño de una planta productora de aceite esencial a partir de la cáscara de naranja para exportación,» Chiclayo, 2022.
- [20] Ministerio del Ambiente, MAPA NACIONAL DE ECOSISTEMAS DEL PERÚ:, Lima: Negrapata, 2019.
- [21] Congreso de la Republica, «Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales,» Lima, 1997.
- [22] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, «Gobierno Peruano,» 02 08 2021. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/2132442->

- lineamientos-para-la-elaboracion-de-la-declaracion-de-manejo-para-el-
aprovechamiento-forestal-maderable-en-bosques-secos. [Último acceso: 22 05 2023].
- [23] M. I. Silva Montoya, «Plan de negocios para la producción y comercialización de aceites esenciales naturales en base a plantas nativas de la Región del Cusco-Perú,» Santiago de Chile, 2017.
- [24] I. Casado Villaverde, «Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor,» Madrid, 2018.
- [25] Ministerio de la producción, «Métodos de destilación de aceites esenciales,» Universidad de Vigilancia Tecnológica, Lima, 2019.
- [26] J. Ruiz Glán, «Ingeniería Básica de una Planta de Extracción de Aceite Esencial de “Mentha arvensis L.” por Destilación de Arrastre con Vapor,» Universidad de Sevilla, 2019.
- [27] M. Rodríguez Álvarez, L. Alcaraz Meléndez y S. M. Real Cosío , «Procedimiento para la extracción de aceites esenciales de plantas aromáticas,» México, 2012.
- [28] SUNAT, «Operatividad aduanera,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/>. [Último acceso: 01 febrero 2023].
- [29] L. A. Paredes Rojas, «Estudio de prefactibilidad para implementar una planta procesadora de bebida funcional a base de camu camu y aguaymanto para exportación,» Chiclayo, 2023.
- [30] H. N. Bertel, G. U. Flórez y C. C. Castillo, «PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA MISCOMPETENCIAS.COM SAS,» Bogotá, 2012.
- [31] R. Carro Paz y D. Gonzáles Gómez , Localización de instalaciones, Argentina, 2015.
- [32] L. Cuatrecasas, Ingeniería de procesos y planta, Barcelona: PROFIT, 2017.
- [33] J. C. Chávez, «Palo Santo aceite esencial bursera graveolens, usos y beneficios,» EcuadorianHands, 02 abril 2020. [En línea]. Available: <https://ecuadorianhands.com/es/blog/post/aceite-de-palo-santo-usos-y-beneficios.html>. [Último acceso: 21 septiembre 2022].
- [34] Viva Fresh, «Viva Fresh,» 2023. [En línea]. Available: <https://vivafresh.ec/products/palo-santo-essential-oil-10ml>. [Último acceso: 10 julio 2023].
- [35] G. V. Research, «Market Analisis Report,» San Francisco, 2022.

- [36] S. E. y. C. -. E. A. e. Francia, «Aceites esenciales en Francia - Información de mercado,» Paris, 2018.
- [37] L. M. Chira Curi y G. A. Medina Adrianzén, «Creación de un Bar Cultural con temática Incaica en el distrito de Pueblo Libre en el año 2019,» Lima, 2018.
- [38] L. Y. Forero, Z. L. Forero, C. Deschamps y A. Alves, «Análisis exploratorio de las exportaciones de aceites esenciales en Brasil: evidencia desde 2000 hasta 2015,» *IDESIA*, vol. 35, n° 3, pp. 61-70, 2017.
- [39] INACAL, «Normas técnicas peruanas y publicaciones,» 2023. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx. [Último acceso: 10 Septiembre 2023].
- [40] M. G. Mendoza Guadalupe, «Estandarización y actualización de normas de empaque,» Colima, 2016.
- [41] M. Puescas, E. Herrera, M. Jose, H. Eder y H. William, «Bursera graveolens en matorral desértico con fines de desarrollo forestal sostenible: Volumetría, peso, inventario forestal y regeneración natural,» *Manglar*, vol. 20, n° 1, pp. 23-29, 2023.
- [42] Z. F. Maquinaria, «Fanda,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.biopelletline.com/hammer-mill/wood-crusher-sawdust-making-machine.html>. [Último acceso: 9 septiembre 2023].
- [43] L. Ingeniería, «Vieirinox,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.cobrelis.com/es/alambique-en-acero-inox-de-750-litros-profesional>. [Último acceso: 9 septiembre 2023].
- [44] E-Fill, «CDA,» 2023. [En línea]. Available: <https://cda-usa.com/es/monobloques/e-fill/>. [Último acceso: 9 septiembre 2023].
- [45] Gaoya, «Alibaba,» 2023. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/Custom-1600437216163.html?>. [Último acceso: 9 septiembre 2023].
- [46] T-Scale, «Precision Import,» 2023. [En línea]. Available: <https://precisionimportperu.com/balanza-pallet-tscales-bw/>. [Último acceso: 06 Octubre 2023].
- [47] Canales, «Canales distribución,» 2023. [En línea]. Available: <https://canalesycia.cl/product/bin-industrial-pp-color-0010302v0005/>. [Último acceso: 06 octubre 2023].

- [48] Mt Nico, «Metalurgica Mt Nico,» 2023. [En línea]. Available: <https://mtnico.com.ar/producto/balde-20-lts-acero-inoxidable-quimica-alimenticia-lacteos/>. [Último acceso: 06 octubre 2023].
- [49] Hidrolimp SRL, «Aspiradora Industrial,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.hidrolimpsrl.com/producto/aspiro-t520-aspiradora-industrial-3-hp-380-v-77-litros-polvo-liquido-monoturbina/>. [Último acceso: 25 Octubre 2023].
- [50] Tecnal, «Labo Mersa,» 2023. [En línea]. Available: <https://labomersa.com/producto/bano-termostalizado-te-186/>. [Último acceso: 25 octubre 2023].
- [51] Comité para la Protección de la Salud de los Consumidores (CD-P-SC), «Guía sobre aceites esenciales en productos cosméticos,» España, 2016.
- [52] A. J. Hernández, «Niveles de cal en el tratamiento terciario de aguas residuales domésticas para uso agrícola Subtanjalla Ica 2021,» Lima, 2022.
- [53] DIGESA, «ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DE AGUA,» 2013.
- [54] M. d. Ambiente, CLIMAS DEL PERÚ – Mapa de Clasificación Climática Nacional, Lima: RED ACTIVA SOLUCIONES GRAFICAS, 2021.
- [55] H. D. Nakayama, A. S. Oggero, T. Talavera y R. Armoa, «Plantas medicinales y aromáticas. El desafío de aprovechar sus subproductos en el departamento San Pedro. Año 2021,» *Población y Desarrollo*, vol. 28, nº 54, pp. 16-25, 2021.
- [56] S. Hang, E. Castán, G. Negro, A. Daghero, E. Buffa, A. Ringuelet, P. Satti y M. J. Mazzarino, «Compostaje de estiércol de feedlot con aserrín/viruta: características del proceso y del producto final,» *AGRISCIENTIA*, vol. 32, nº 1, pp. 55-65, 2015.
- [57] MINISTERIO DEL AMBIENTE, «Lineamientos para la elaboración de la declaración de manejo para el aprovechamiento forestal maderable en bosques secos,» Lima, 2021.
- [58] Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, «Tasa de interés promedio de las empresas financieras,» República del Perú, 05 Diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=F>. [Último acceso: 06 Diciembre 2022].
- [59] Banco Central de Reserva del Perú, «Panora actual y proyecciones macroeconómicas 2022-2024,» Lima, 2022.

- [60] J. . V. Orellana Sagnay y L. H. Yépez Lema , «Estudio químico de los aceites esenciales extraídos del *Bursera Graveolens* para fomentar el desarrollo de emprendimientos económicamente sostenible de la comunidad San Marcos - Santa Elena.,» Guayaquil, 2021.
- [61] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, «Acuerdos Comerciales del Perú,» 2023. [En línea]. Available: https://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/En_Vigencia/EFTA/inicio.html. [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [62] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, «Negociación de un acuerdo comercial Perú e Indonesia,» 25 mayo 2023. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/noticias/768092-peru-e-indonesia-acordaron-iniciar-negociaciones-para-un-acuerdo-comercial>. [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [63] Siicex, «Otros aceites esenciales,» 2022. [En línea]. Available: https://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=172.17100&_portletid_=sfichaproductoinit&scriptdo=cc_fp_init&pproducto=3301299000. [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [64] Datosmacro, «Producto bruto interno,» 2022. [En línea]. Available: <https://datosmacro.expansion.com/pib/usa?anio=2022#:~:text=En%202022%20la%20cifra%20del,M%E2%82%AC%20respecto%20a%202021..> [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [65] Worlwide inflation data, «Inflación 2022,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.inflation.eu/es/tasas-de-inflacion/indonesia/inflacion-historica/ipc-inflacion-indonesia-2022.aspx>. [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [66] Datosmarco, «Índice de precios de consumo,» 2022. [En línea]. Available: <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/uk>. [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [67] Banco Mundial, «Población activa,» BIRF, 2023. [En línea]. Available: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.TLF.TOTL.IN?locations=US>. [Último acceso: 29 Mayo 2023].
- [68] Datosmacro, «Tasa de desempleo,» 2023. [En línea]. Available: <https://datosmacro.expansion.com/paro/usa>. [Último acceso: 29 mayo 2023].

- [69] Banco Mundial, «Población total,» 2022. [En línea]. Available: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=US>. [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [70] Geodatos, «Distancias en kilómetros,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.geodatos.net/distancias/paises/de-peru-a-reino-unido>. [Último acceso: 29 mayo 2023].
- [71] N. Caba, O. Chamarro y T. J. Fontalvo, Gestión de la Producción y Operaciones.
- [72] R. Jacobs y R. Chase, Administración de operaciones. Producción y cadenas de suministro., México: Decimotercera edición, 2011.
- [73] AliExpress, «Máquina trituradora de aserrín de madera,» 2023. [En línea]. Available: <https://es.aliexpress.com/i/32976840840.html>. [Último acceso: 12 septiembre 2023].
- [74] Inoxi Mexico, «Destilador de aceites esenciales,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.inoximexico.com/producto/393/destilador-de-aceites-esenciales-de-1000-litros->. [Último acceso: 12 septiembre 2023].
- [75] VKPAK, «Máquina de llenado y tapado,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.vkpak.co/maquina-llenadora-y-taponadora.html>. [Último acceso: 12 Septiembre 2023].
- [76] Hitop Machinery , «Alibaba,» 2023. [En línea]. Available: https://hitopforklift.en.alibaba.com/es_ES/minisiteentrance.html?spm=a2700.details.0.0.801c5495bkLvTz&from=detail&productId=1600128368378. [Último acceso: 25 octubre 2023].

Anexos

Anexo 01: Composición química del aceite esencial de palo santo de madera

Tabla A1: Composición química del aceite de palo santo de madera

D - Limoneno %	35,596
Cis - carveol %	1,282
Neocarvomentol %	0,868
α - tepineol %	34,109
Trans - carveol %	3,472
(-) - carvona %	11,681
Mentol %	0,910
Acorradieno %	0,321
α - Cedreno %	1,872
β - Elemene %	1,799
β - Cedreno %	0,269
(-) - mentalactona %	1,496
β - barbateno %	0,701
γ - amorfeno %	2,938
Cubenol %	0,396
α - muuroleno %	0,322
Junenol %	1,286
Farnesol %	0,682

Fuente. En base a [60]

Anexo 02: Selección de mercado objetivo

Tabla A2: Cuadro comparativo factores versus principales países importadores de aceite esencial

Factores	Estados Unidos de América	Indonesia	Francia	Alemania	Reino Unido
Tratados comerciales [61] [62]	El Acuerdo de Promoción Comercial (APC) Perú – EE.UU., entró en Vigencia el 1 febrero 2009.	No hay acuerdos comerciales en vigencia	El Acuerdo de Libre Comercio entre Perú y los Estados de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC), entró en vigencia con Suiza y Liechtenstein el 1° de Julio de 2011	El Acuerdo de Libre Comercio entre Perú y los Estados de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC), entró en vigencia con Suiza y Liechtenstein el 1° de Julio de 2011	Perú suscribió el Acuerdo Comercial entre el Reino Unido. El acuerdo entró en vigor el 31 de diciembre de 2020.
Barreras arancelarias (Ad valorem (%)) [63]	0%	-	0%	0%	0%
% de crecimiento toneladas (5 años)	-7%	32%	-19%	-9%	9%
Cantidad importada 2022 (Toneladas)	11 188	8 008	4 135	3 293	2 839
Valor FOB (miles de dólares) 2022	499 886	112 054	304 648	144 055	113 214
Crecimiento del PBI [64]	En 2022 la cifra del PIB fue de 24 162 663 M€ Crecimiento de 2,1%	En 2022, fue de 1 251 386 M€ Crecimiento de 5,3%	En 2022 la cifra 2 642 713 M€ euros. Crecimiento del 2,6%	En 2022 la cifra de 3 869 900 M€ euros Crecimiento del 1,8%	En 2022 la cifra de 2 913 623 M€ Crecimiento del 4,1%
Tasa de inflación (Promedio 2022) [65] [66]	Inflación de 8,01%	Inflación de 4,21%	Inflación de 5,22%	Inflación de 6,86%	Inflación de 7,9%
Tasa de desempleo [67] [68]	3,4%	3,5%	7,1%	3%	3,7%
Población [69]	Población de 332 314 000 personas	Población de 274 859 000 personas	Población de 67 871 925 personas	Población de 83 794 000 personas	Población de 67 081 000
Ubicación [70]	A 5 577 km	18 517 km	9 774 km	10,482 km	9 710 km

Fuente: Elaboración propia

Tabla A3: Método de los factores ponderado, selección de mercado

Factores de localización	Ponderación %	Estados Unidos de América		Indonesia		Francia		Alemania		Reino Unido	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Tratados comerciales	17,9	4	71	1	18	4	71	4	71	4	71
Barreras arancelarias	16,1	4	64	1	16	4	64	4	64	4	64
% de crecimiento toneladas (5 años)	14,3	1	14	4	57	1	14	1	14	3	43
Cantidad importada 2022 (Toneladas)	12,5	4	50	3	38	3	38	3	38	3	38
Valor FOB (miles de dólares) 2022	10,7	4	43	3	32	4	43	3	32	3	32
Crecimiento del PBI	10,7	2	21	4	43	2	21	2	21	3	32
Tasa de inflación (Promedio 2022)	7,1	3	21	4	29	4	29	3	21	3	21
Tasa de desempleo	5,4	2	11	3	16	2	11	4	21	3	16
Población	3,6	4	14	4	14	3	11	3	11	3	11
Ubicación	1,8	4	7	2	4	3	5	3	5	3	5
Total	100	318		266		307		300		334	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03: Demanda del proyecto

**Tabla A4: Importación de Reino Unido
partida arancelaria 330129 - Toneladas**

Reino Unido	Cantidad (Toneladas)
2013	2 667
2014	2 765
2015	2 984
2016	2 889
2017	2 677
2018	2 610
2019	2 691
2020	3 133
2021	2 806
2022	2 839

Fuente: Elaboración propia en base a Trademap

Anexo 04: Oferta del proyecto

Tabla A5: Oferta mundial de aceite esencial subpartida 330129 hacia Reino Unido.

Exportadores	Indicadores					
	Participación de las importaciones para Reino Unido (%)	Cantidad importada en 2022 (Toneladas)	Valor unitario (USD/unidad)	Tasa de crecimiento de los valores importados entre 2018-2022 (% p.a.)	Tasa de crecimiento de las cantidades importada entre 2018-2022 (% p.a.)	Distancia media entre los países socios y todos los mercados importadores (km)
Mundo	100	2 839	39 878	-7	2	
China	20,9	905	26 130	2	1	7 436
Francia	15,4	386	45 280	-19	1	4 373
Estados Unidos de América	9,3	239	44 075	-13	-4	8 807
India	5,4	140	43 771	3	1	8 826
Indonesia	5,2	163	36 202	0	3	9 386
Hungría	4,9	100	54 930	3	14	3 893
Egipto	4,4	28	176 786	-2	5	5 307
Rusia, Federación de	2,5	44	64 227	52	29	4 050
Türkiye	2,2	10	250 500	-12	104	3 189
España	2,2	49	50 163	-9	-13	3 669
Brasil	2,2	171	14 374	1	1	8 438
Bulgaria	2	34	67 824	-11	27	6 450
Australia	1,8	14	143 500	-9	-28	12 050
Suiza	1,6	19	92 632	101	149	5 221
Sri Lanka	1,5	27	64 519	2	-7	4 606

Fuente: Elaboración propia en base a Trademap

Tabla A6: Pronósticos cuantitativos de la oferta

Clasificación	Tipos	Horizonte de pronósticos	R ²	Anova	Señal de rastreo (-4/4)
				F > Valor crítico	
Causales	Lineal	Mediano/largo	0.68	350,1 >4,4	Sí
	Logarítmica	Mediano/largo	0.79	2 672,9 >4,5	Sí
	Exponencial	Mediano/largo	0.5	34,2 >4,4	Sí
	Potencial	Mediano/largo	0.7	367,1 >4,4	Sí
Series de tiempo	Móvil ponderado	Corto	-	43,2 >4,5	No
	Suavizado exponencial	Corto	-	35,3 >4,4	No

Fuente: Elaboración propia en base a [71] [72].

Tabla A7: Pronósticos cuantitativos del precio

Clasificación	Tipos	Horizonte de pronósticos	R ²	Anova	Señal de rastreo (-4/4)
				F > Valor crítico	
Causales	Lineal	Mediano/largo	0.69	318,8 >4,4	Sí
	Logarítmica	Mediano/largo	0.9	1 945,7 >44	Sí
	Exponencial	Mediano/largo	0.55	34,5 >4,4	Sí
	Potencial	Mediano/largo	0.75	34,51 >4,4	Sí
Series de tiempo	Móvil ponderado	Corto	-	88,7 >4,7	No
	Suavizado exponencial	Corto	-	46,3 >4,6	No

Fuente: Elaboración propia en base a [71] [72].

Tabla A8: Oferta histórica y proyectada de aceite esencial partida 330129 de Brasil

Año	Cantidad (t)
2013	31
2014	63
2015	114
2016	169
2017	166
2018	168
2019	214
2020	287
2021	233
2022	171
2024	252,2
2025	259,6
2026	266,5
2027	272,9
2028	278,9
2029	284,5
2030	289,8
2031	294,9
2032	299,6
2033	304,2

Fuente: Elaboración propia en base a Trademap

Anexo 05: Precio del proyecto

Tabla A9: Precio FOB histórico y *proyectado* por Kg de aceite esencial del mercado peruano

AÑO	Valor FOB (\$)
2015	20,9
2016	81,6
2017	93,8
2018	114,7
2019	109,6
2020	114,3
2021	120,9
2022	123,8
2024	142,3
2025	146,7
2026	150,7
2027	154,4
2028	157,8
2029	161,0
2030	163,9
2031	166,7
2032	169,3
2033	171,8

Fuente: Elaboración propia en base a Sunat

Anexo 06: Localización de la planta extractora de aceite

Tabla A10: Cuadro comparativa de factores por zona

Factores	Salas	Lambayeque	Chiclayo
Área disponible	Se cuenta con áreas disponibles para compra. 25 S//m ²	Se cuenta con áreas disponibles para compra. 547,69 S//m ²	Se cuenta con áreas disponibles para compra. 572.92 S//m ²
Servicios públicos	EPSEL S.A. cobre con conexiones de agua potable y alcantarillado. Electronorte, costo de instalación de S/ 3 118	EPSEL S.A. cobre con conexiones de agua potable y alcantarillado. Electronorte, costo de instalación de S/ 3 118	EPSEL S.A. cobre con conexiones de agua potable y alcantarillado. Electronorte, costo de instalación de S/ 3 118
Proximidad a materia prima	13,8 km	80,3 km	91 km
Posibilidad de tratar desechos	No cuenta con relleno sanitario	No cuenta con relleno sanitario	No cuenta con relleno sanitario
	Alta factibilidad de reutilizar el desecho en compostaje a gran escala.	Mediana factibilidad de reutilizar el desecho en compostaje a gran escala.	Baja factibilidad de reutilizar el desecho en compostaje a gran escala.
Proximidad a puerto Paita	267 km	256 km	295 km
Disponibilidad de mano de obra	La PEA es de 3 916	La PEA es de 105 185	La PEA es de 613 310
Seguridad	Alta/media seguridad	Baja/media seguridad	Baja/media seguridad
Comunicaciones	Internet Red telefónica Cable	Internet Red telefónica Cable	Internet Red telefónica Cable

Fuente: Elaboración propia

Tabla A11: Matriz de enfrentamiento - Macro localización planta

Factores de localización	Ponderación %	SALAS		LAMBAYEQUE		CHICLAYO	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Área disponible	22,22	4	89	3	67	3	67
Servicios públicos	19,44	3	58	3	58	3	58
Proximidad a materia prima	16,67	4	67	2	33	2	33
Posibilidad de tratar desechos	13,89	4	56	3	42	2	28
Proximidad a puerto de Paita	11,11	3	33	4	44	3	33
Disponibilidad de mano de obra	8,33	3	25	4	33	4	33
Seguridad	5,56	4	22	3	17	3	17
Comunicaciones	2,78	3	8	4	11	4	11
Total	100,00	358		306		281	

Fuente: Elaboración propia

Tabla A12: Matriz de enfrentamiento - Micro localización planta

Factores de localización	Ponderación %	SALAS (Panamericana)		CASERIO LA PEÑA		CASERIO ALITA	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Vías de acceso	25,0	4	100	3	75	3	75
Valor de terreno	21,4	3	64	4	86	4	86
Abastecimiento de agua	17,9	4	71	3	54	3	54
Proximidad a MP	14,3	3	43	4	57	4	57
Disponibilidad de mano de obra	10,7	4	43	4	43	3	32
Red de comunicación	7,1	4	29	2	14	2	14
Abastecimiento de energía	3,6	4	14	2	7	2	7
Total	100	364		336		325	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 07: Definición del producto de aceite esencial de palo santo**Tabla A13: Ficha técnica del producto**

Partida Arancelaria	
330129.90.00	
Descripción del producto	
Aceite esencial de palo santo envasado en botellas de vidrio de 10 ml	
Características técnicas	
Lugar de origen	Perú
Volumen	10 ml
Color	Amarrillo dorado
Olor	Dulce amaderado Cítrico
Aspecto	Líquido ligeramente Viscoso
Vida útil	3 años
Ph	5+-0,1
Densidad	1,029 g/ml
Especificaciones de dimensiones	
Alto	63,5 mm
Diámetro	25,4 mm
Datos generales	
Nombre científico	<i>Bursera graveolens</i>
Aplicación	Usos de aromaterapia

Fuente: Elaboración propia

**Figura A1: Logo de la marca**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 08: Requerimiento de materiales para el aceite esencial**Tabla A14: Índice de consumo por caja de 456 frascos de 10 ml**

Insumo/material	Unidad Compra	Índice de consumo
Materiales directos		
Madera palo santo	kg	178,95
Materiales indirectos		
Etiqueta	unidad	456
Frascos de 10ml	unidad	456
Cajas de cartón de 456 unid.	unidad	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 09: Proceso de elaboración del aceite esencial**Tabla A15: Selección de método de extracción**

	Hidrodestilación	Solvente	Destilación en corriente de vapor
Rendimiento	0,748%	0,17%	3,49%
Tiempo (h)	3	40	3
Costo	Moderado	Alto	Bajo
Recursos	Agua y energía	Solvente	Agua y energía
Uso industrial	Poco frecuente	Poco frecuente	Frecuente

Fuente: Elaboración propia

Tabla A16: Método de factores ponderados -selección de método de extracción.

Factores de localización	Ponderación %	Hidrodestilación		Solvente		Destilación en corriente de vapor	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Rendimiento	31,3	2	63	1	31	4	125
Tiempo	25,0	4	100	2	50	4	100
Costo	18,8	3	56	2	38	4	75
Recursos	12,5	3	38	2	25	3	38
Uso industrial	12,5	3	38	3	38	4	50
Total	100	294		188		388	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Balance de masa y energía

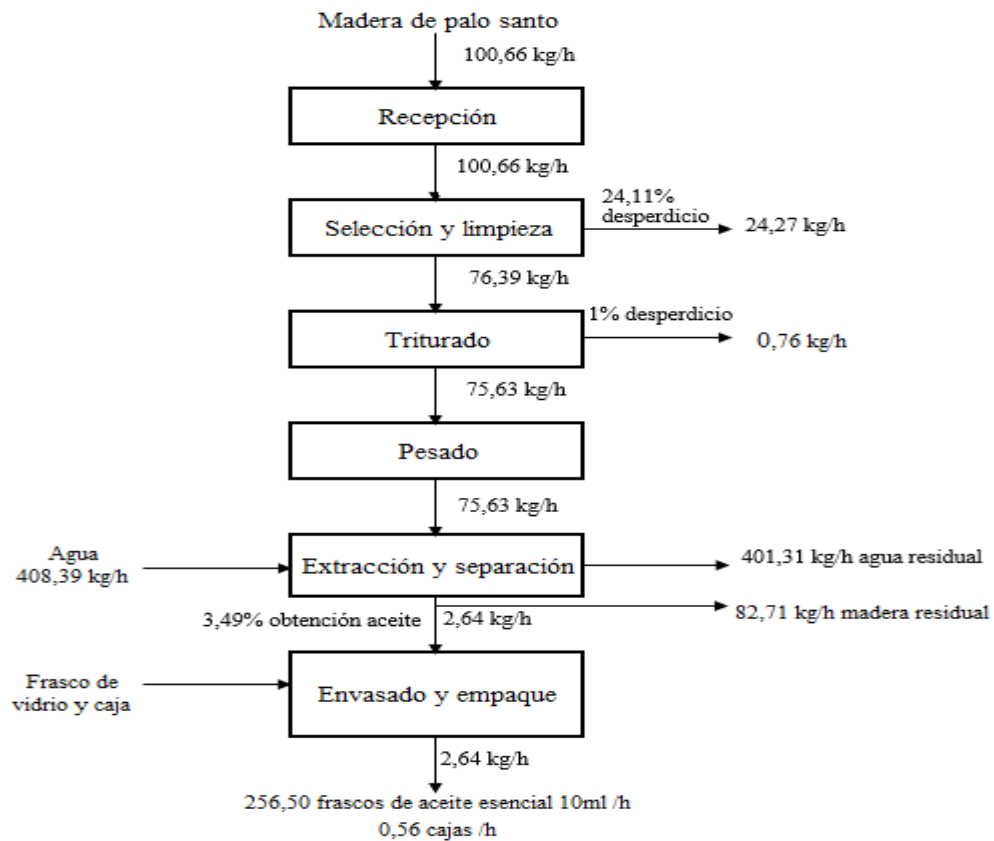
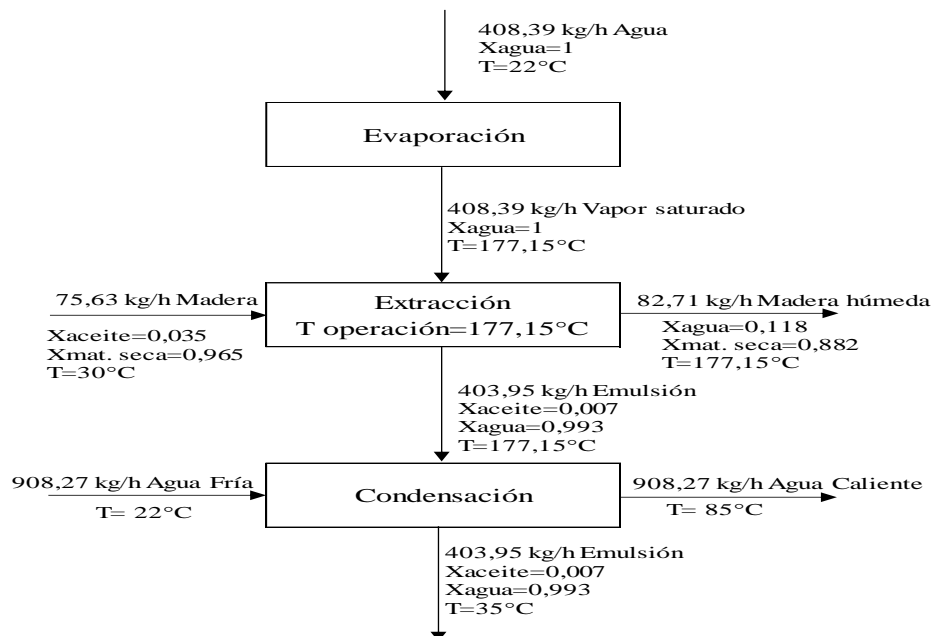


Figura A2: Balance de masa del proceso de aceite esencial de palo santo.



Fuente: Elaboración propia

Figura A3: Balance de energía del proceso de extracción aceite esencial de palo santo.

Fuente: Elaboración propia

- Balance de energía en la evaporación

Corriente de Agua ($\dot{M}_{agua} = 408,39 \frac{kg}{h}$)

T=22°C

Fase: Líquido Saturado: $h_{agua} = h_f(22^\circ C) = 92,31 \text{ KJ/kg}$

Corriente de Valor Saturado ($\dot{M}_{agua} = 408,39 \text{ kg/h}$)

T=177,15°C

Fase: Vapor Saturado: $h_{vapor sat.} = h_g(177,15^\circ C) = 2776 \text{ KJ/kg}$

Haciendo un balance de energía en la evaporación se tiene:

$$E_{entra} = E_{sale}$$

$$\dot{M}_{agua} * h_{agua} + Q_{evaporación} = \dot{M}_{agua} * h_{vapor sat.}$$

$$Q_{evaporación} = \dot{M}_{agua} * (h_{vapor sat.} - h_{agua})$$

$$Q_{evaporación} = 408,39 \frac{kg}{h} (2776 - 92,31) \frac{KJ}{kg} * \frac{1h}{3600s}$$

$$Q_{evaporación} = 304,442 \frac{KJ}{s}$$

- Balance de energía en la extracción

Corriente de Madera ($\dot{M}_{madera} = 75,63 \frac{kg}{h}$)

Xaceite=0,035

Xmat.seca=0,965

T= 30°C

$C_e(\text{mat. seca}) = 1,38 \text{ KJ/kg} \cdot \text{C}$

$C_e(\text{aceite}) = 2,1 \text{ KJ/kg} \cdot \text{C}$

$$h_{madera} = C_{e(\text{promedio})} T = (X_{aceite} * C_{e(\text{aceite})} + X_{mat.seca} * C_{e(\text{mat.seca})}) T$$

$$h_{madera} = \left(0,035 * 2,1 \frac{KJ}{kg \cdot ^\circ C} + 0,965 * 1,38 \frac{KJ}{kg \cdot ^\circ C} \right) (30^\circ C)$$

$$h_{madera} = 42,156 \frac{KJ}{kg}$$

Corriente de Madera Húmeda ($\dot{M}_{madera \text{ húm.}} = 82,71 \frac{kg}{h}$)

Xagua:0,118

Xmat.seca=0,882

T= 177,15°C

Ce(mat. seca) =1,38 KJ/kg°C

Ce(agua)=4,18 KJ/kg°C

$$h_{madera\ húm.} = C_{e(promedio)}T = (X_{agua} * C_{e(agua)} + X_{mat.seca} * C_{e(mat.seca)})T$$

$$h_{madera\ húm.} = \left(0,0118 * 4,18 \frac{KJ}{kg°C} + 0,882 * 1,38 \frac{KJ}{kg°C}\right) (177,15°C)$$

$$h_{madera\ húm.} = 302,997 \frac{KJ}{kg}$$

Corriente de Emulsión ($\dot{M}_{Emulsión} = 403,95 \frac{kg}{h}$)

Xaceite:0,007

Xagua=0,993

T= 177,15°C

Ce(aceite)=2,1 KJ/kg°C

Ce(agua)=4,18 KJ/kg°C

$$h_{emulsión} = C_{e(promedio)}T = (X_{aceite} * C_{e(aceite)} + X_{agua} * C_{e(agua)})T$$

$$h_{emulsión} = \left(0,007 * 2,1 \frac{KJ}{kg°C} + 0,993 * 4,18 \frac{KJ}{kg°C}\right) (177,15°C)$$

$$h_{emulsión} = 737,908 \frac{KJ}{kg}$$

Corriente de Vapor Saturado ($\dot{M}_{vapor\ sat.} = 408,39 \frac{kg}{h}$)

$$h_{vapor\ sat.} = 408,39 \frac{kg}{h}$$

Haciendo un balance de energía en la extracción se tiene:

$$E_{entra} = E_{sale}$$

$$\dot{M}_{madera} * h_{madera} + \dot{M}_{vapor\ sat.} * h_{vapor\ sat.} = Q_{extracción} + \dot{M}_{madera\ húm.} * h_{madera\ húm.} + \dot{M}_{emulsión} * h_{emulsión}$$

$$Q_{extracción} = \left[- \left(82,71 \frac{kg}{h} * 302,997 \frac{KJ}{kg} - 403,95 \frac{kg}{h} * 737,908 \frac{KJ}{kg} + 75,63 \frac{kg}{h} * 42,156 \frac{kg}{h} + 408,39 \frac{kg}{h} * 2776 \frac{KJ}{kg} \right) \right] * \frac{1h}{3600s}$$

$$Q_{extracción} = 74,638 \frac{KJ}{s}$$

- **Balance de energía en la condensación**

Haciendo un balance de energía en la condensación se tiene:

$$Q_{condensación} = \dot{M}_{emulsión} * C_{e(promedio)} \Delta T$$

$$Q_{condensación} = (403,95 \frac{kg}{h}) * (0,007 * 2,1 \frac{KJ}{kg^{\circ}C} + 0,993 * 4,18 \frac{KJ}{kg^{\circ}C}) (177,15 - 35)^{\circ}C * \frac{1h}{3600 s}$$

$$Q_{condensación} = 66,440 \frac{KJ}{s}$$

Flujo de agua de enfriamiento (\dot{M}_{H2O})

$$Q_{condensación} = Q_{H2O}$$

$$\dot{M}_{H2O} * C_{e(H2O)} \Delta T = Q_{condensación}$$

$$\dot{M}_{H2O} = \frac{66,440 \frac{KJ}{s} * \frac{3600 s}{1h}}{(4,18 \frac{KJ}{kg^{\circ}C}) * (85 - 22)^{\circ}C}$$

$$\dot{M}_{H2O} = 908,27 \frac{kg}{h}$$

Tabla A17. Resumen del balance de energía para la obtención de aceite esencial

Proceso	Entradas	T _i	Salidas	T _f	Q
	kg/h	°C	kg/h	°C	KJ/s
Evaporación (Maq. A)	408,39 agua	22	408,39 vapor saturado	177,15	304,442
Extracción (Maq. B)	75,63 madera	30	403,95 emulsión	177,15	74,638
	408,39 vapor saturado	177,15		177,15	
Condensación (Maq. C)	908,27 agua fría	22	403,95 emulsión	85	66,440
	403,95 emulsión	177,15		35	

Fuente. Elaboración propia

Anexo 11: Tecnología del proceso de extracción de aceite

Tabla A18. Características de los equipos y maquinarias principales y auxiliares de producción

Descripción	Cantidad	Tipo	Capacidad/unidad
Bin agrícola	4	auxiliar	235 kg
Mesa selección	2	principal	100 kg
Aspiradora y soplador industrial	1	auxiliar	350 m ³ /h
Trituradora	1	principal	400 kg/h
Bin industrial	2	auxiliar	235 kg
Balanza	1	principal	500 kg
Extractor y separadora	2	principal	210 kg
Recirculador de agua	2	auxiliar	9 L/m
Contenedor industrial	4	auxiliar	20 L
Envasadora	1	principal	25 unidades/min
Mesa empaque	2	principal	100 kg
Cisterna industrial	1	auxiliar	2 m ³
Tuberías 1 1/2" (5m)	4	auxiliar	34 L/m

Fuente. Elaboración propia

Tabla A19. Maquinaria y equipos para la elaboración de harina

Operación	Máquinas/equipos/ Herramientas	Método de proceso	Descripción
Triturado	Trituradora	Semiautomático	Se usa esta máquina debido a la longitud laminar de corte de 3 a 5 mm y eficiencia de esta máquina
Extracción	Destilador a vapor	Automático	Tras investigaciones, la destilación por arrastre a vapor tiene un rendimiento de 3,49% y un menor tiempo comparado a otras tecnologías existentes.
Envasado	Envasadora	Automático	Nos permitirá la optimización de tiempos y precisión de llenado de precisión de $\pm 0,5\%$.





Fuente. Elaboración propia

Tabla A20. Selección de maquinaria

Opciones	Trituradora1 [42]	Trituradora2 [73]
Precio	S/ 5 624,87	S/7 462,06
Capacidad	400 kg/h	500 kg/h
Tamaño (m)	1,2*0,55*0,75	1,5*0,64*0,82
Voltaje	220 V	220V
Opciones	Extractora1 [43]	Extractora2 [74]
Precio	S/ 44 445,97	S/ 45262.36
Capacidad	300 kg	100 kg
Tamaño (m)	2,261*1,452*2,459	1,9*1,658*2
Voltaje	220 V	220 V
Opciones	Envasadora1 [44]	Envasadora2 [75]
Precio	S/ 372 755	-
Capacidad	70 botellas/min	70 botellas/min
Tamaño (m)	3,5*1,5*1,7	2,4*1,5*1,19
Voltaje	380V	220V


Fuente: Elaboración propia

Tabla A21.Ficha técnica de máquinas


	Trituradora	Marca:	Fanda [42]		Extractora	Marca:	Veirinox [43]
		Cantidad:	1			Cantidad:	2
		Capacidad:	400 kg/h			Capacidad:	1 m ³
		Precio:	S/ 11 720,43			Precio:	S/ 44 445,97
		Dimensión:	Largo: 1,2 m			Dimensión:	Largo: 2,261 m
			Ancho: 0,55 m				Ancho: 1,452 m
			Alto: 0,75 m				Alto: 2,459
	Requerimientos:	Potencia: 7,5 kW Voltaje: 220V		Requerimientos:	Potencia: 5,5 kW Voltaje: 220 V		
	Envasadora	Marca:	E-Fill [44]		Montacarga	Marca:	Hitop [76]
		Cantidad:	1			Cantidad:	1
		Capacidad:	25 botellas/min			Capacidad:	2 t
		Precio:	S/ 372 755			Precio:	S/ 23 993,75
		Dimensión:	Largo: 3,5 m			Dimensión:	Largo: 3,26 m
			Ancho: 1,5 m				Ancho: 1,065 m
			Alto: 1,7 m				Alto: 2,1 m
	Requerimientos:	Potencia: 1 kW Voltaje: 380V		Requerimientos:	Motor: Diesel		

Fuente: Elaboración propia

Tabla A22. Ficha técnica de equipos


	Mesa de selección	Marca:	Gaoya [45]
		Cantidad:	2
		Capacidad:	300 kg
		Peso:	78 kg
		Precio:	S/ 233,78
		Dimensión:	Largo: 1,7 m Ancho: 1,1 m Alto: 0,95 m

	Balanza Pall	Marca:	T-Scale [46]
		Cantidad:	1
		Capacidad:	500 kg
		Peso:	132 kg
		Precio:	S/ 4 595
		Dimensión:	Largo: 1,62 Ancho: 0,69 Alto: 1,62
		Requerimientos:	Consumo: 220 V

	Bin Industrial	Marca:	Canales [47]
		Cantidad:	1
		Capacidad:	450 kg
		Peso:	43 kg
		Precio:	S/ 521,14
		Dimensión:	Largo: 1,22 m Ancho: 1,22 m Alto: 0,775 m

	Contenedor industrial	Marca:	Mtnico [48]
		Cantidad:	1
		Capacidad:	20 l
		Peso:	4 kg
		Precio:	S/ 75
		Dimensión:	Largo: 0,28 m Ancho: 0,28 m Alto: 0,40 m

	Aspiradora y sopladora	Marca:	Hidrolimp [49]
		Cantidad:	1
		Capacidad:	350 m ³ /h
		Peso:	27,1 kg
		Precio:	S/4 155,97
		Dimensión:	Largo: 0,94 m Ancho: 0,61 m Alto: 1,15 m

	Recirculador de agua	Marca:	Tecnal [50]
		Cantidad:	2
		Capacidad:	9 l/min
		Peso:	50 kg
		Precio:	S/18 893,29
		Dimensión:	Largo: 0,6 Ancho: 0,65 Alto: 1,15

Fuente: Elaboración propia

Tabla A23. Requerimiento de energía para el proceso de harina

Maquinaria	Unidades	Operación (h/día)	Energía (KW/h)
Astilladora	1	8	1,9 kW/h
Extractor	1	8	5,5 kW/h
Envasadora	1	8	1 kW/h
Balanza	1	8	0,012 kW/h

Fuente. Elaboración propia

Área de control de residuos									
Bidón	0,495	0,495	0,965	2	4	0,25	0,98	0,18	2,82
Tanque industrial	1,26	1,26	1,84	3	1	1,59	1,59	0,48	10,95
Parihuela	1,2	1	0,145	3	2	1,20	2,40	0,54	12,42
Personal			1,65	1		0,50		0,08	0,58
Total									26,77
Área de distribución									
Contenedor	12,00	2,50	3,89	1	4	30,00	120,00	22,50	172,50
Conductor			1,65	1		0,50	0,00	0,08	0,58
Total									173,08
Área de administración									
Mesa de trabajo	0,85	0,6	0,6	2	4	0,51	2,04	0,38	5,87
Estantería	2,5	0,8	1,5	1	1	2,00	2,00	0,60	4,60
Silla	0,98	0,48	0,58	4	1	0,47	0,47	0,14	4,33
Personal			1,65	2		0,50	0,00	0,08	1,15
Total									15,94
Servicios higiénicos para el personal operativos									
Baño	0,5	0,8	0,5	2	1	0,40	0,40	0,12	1,84
Lavadero	0,55	0,5	0,7	2	1	0,28	0,28	0,08	1,27
Vestidor	1	0,95	2	2	4	0,95	3,80	0,71	10,93
Total									14,03
Servicios higiénicos para el personal administrativo									
Baño	0,5	0,8	0,5	2	1	0,40	0,40	0,12	1,84
Lavadero	0,55	0,5	0,7	2	1	0,28	0,28	0,08	1,27
Total									3,11
Área del comedor									
Mesa	0,9	0,9	0,725	4	4	0,81	3,24	0,61	18,63
Silla	0,98	0,48	0,58	8	1	0,47	0,47	0,14	8,66
Microondas	0,33	0,44	0,26	1	1	0,15	0,15	0,04	0,33
Refrigeradora	0,67	0,6	1,64	1	1	0,40	0,40	0,12	0,92
Personal			1,65	8		0,50	0,00	0,00	4,00
Total									32,54

Fuente: Elaboración propia

Tabla A25. Total de áreas en la línea

Áreas	m ²
Almacén de materia prima	115,25
Área de producción	164,72
Área de control de calidad	8,67
Almacén de producto terminado	21,92
Área de distribución	173,08
Área administrativa	15,94
Área de servicios higiénicos para el personal operativo	14,03
Área de servicios higiénicos para el personal administrativo	3,11
Área de control de residuos	26,77
Área de comedor	32,54
Total	576,03

Fuente: Elaboración propia







Anexo 13. Proximidad de áreas

Tabla A26. Escala de valores

Código	Razón
1	Contacto directo con el personal
2	Por flujo del proceso
3	Por no ser necesario
4	Por conveniencia
5	Por inspección y control
6	Por salubridad
7	Por compartir personal
8	Por distancia
9	Por flujo de información

Fuente: Elaboración propia

Tabla A27. Razón de proximidad

Código	Valor de proximidad	Representación
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente necesario	
I	Importante	
O	Normal u ordinario	
U	Sin importancia	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

Fuente: Elaboración propia



Figura A4. Layout de planta procesadora de aceite esencial de palo santo.

Fuente: Elaboración propia.

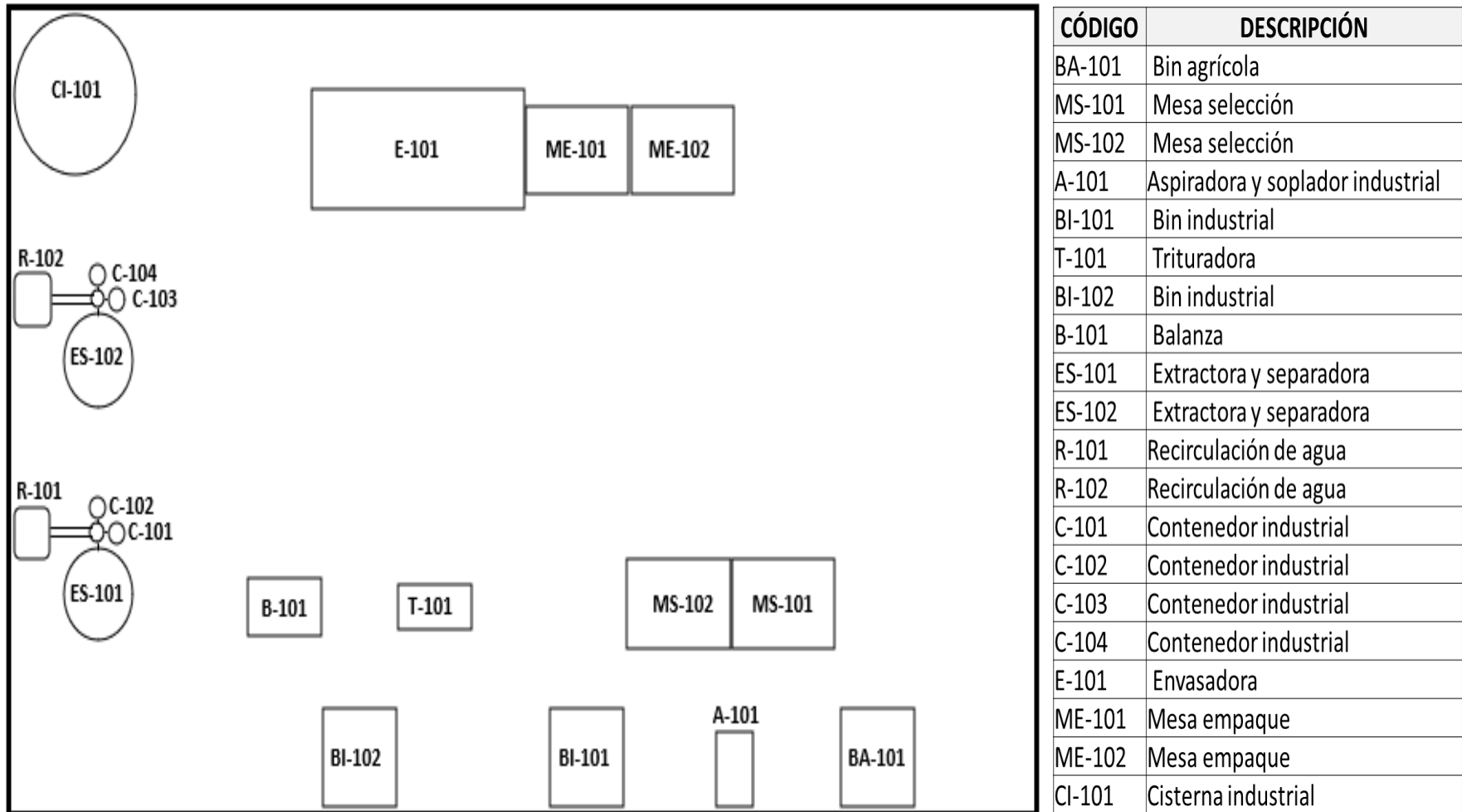


Figura A5. Vista en planta de la procesadora de aceite esencial de palo santo.

Fuente: Elaboración propia.

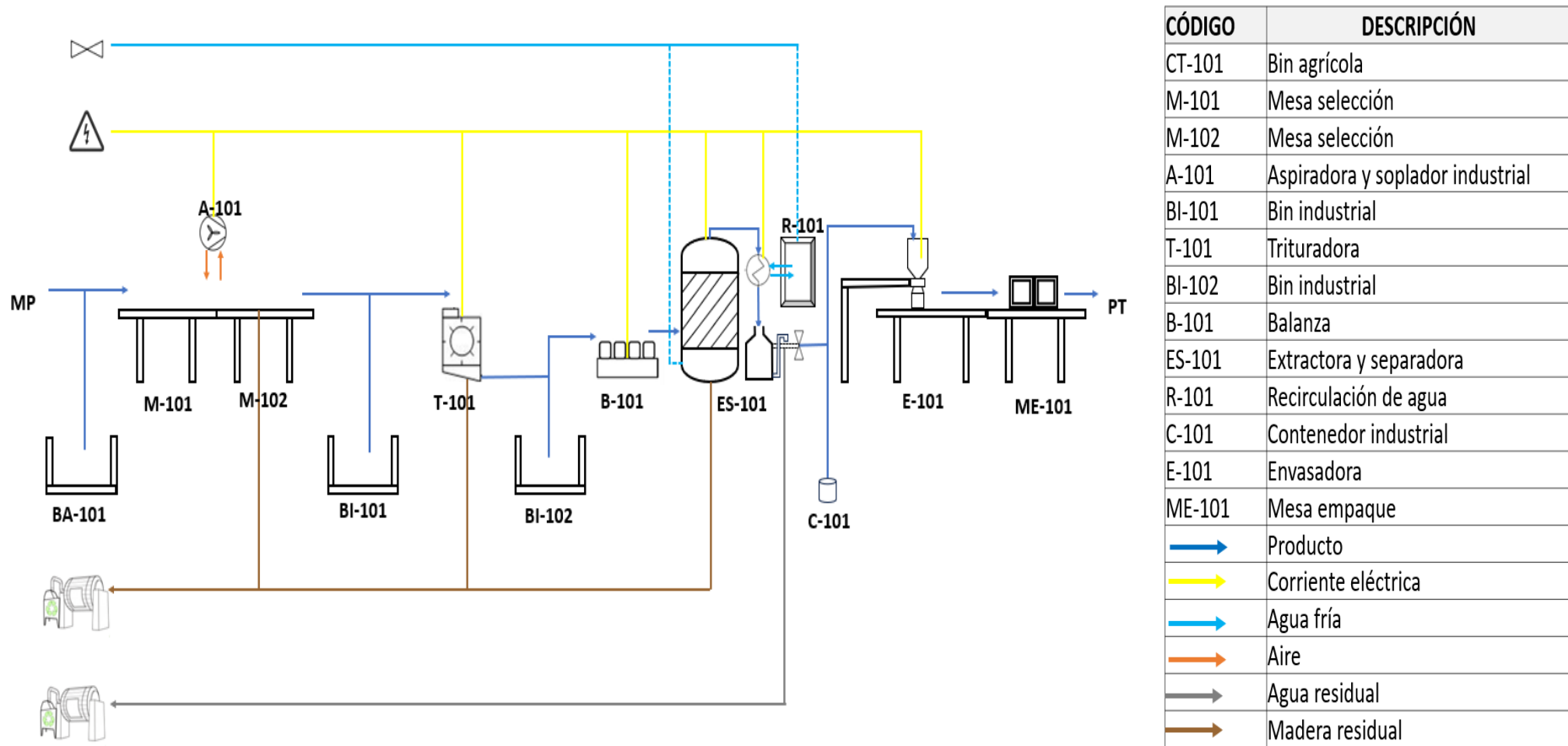


Figura A6. Diagrama de equipos para la obtención de aceite esencial de palo santo.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Matriz de Leopold

Componentes	Subcomponentes	Detalle	Nivel de Significancia					Afectaciones		Agregado del impacto	
			Diseño	Implementación	Operación			+	-		
			Estudios de factibilidad	Construcción de una planta	Colecta de árboles muertos	Operación de la planta	Generación de residuos				
Factores Ambientales	Medio físico	AIRE	-1 1	-2 1	-1 3	-1 3	-3 3	0	5	-18	
		AGUA	-1 1	-1 1	-1 3	-1 3	-3 3	0	4	-14	
		SUELO	-1 1	-2 1	-1 3	-1 3	-3 3	0	5	-18	
		ATMOSFERA	-1 1	-3 1	-1 3	-1 3	-3 3	0	5	-19	
	Medio Biológico	FLORA	-1 1	-1 1	-1 3	-3 3	-1 3	0	5	-17	
		FAUNA	-1 1	-1 1	-1 3	-3 3	-1 3	0	5	-17	
	Social	SOCIAL	Economía	1 1	3 1	5 5	3 3	2 3	5	0	44
			Estilo de Vida	1 1	3 1	5 5	3 3	2 3	5	0	44
	Afecciones		+	2	2	2	2	2	10		
			-	6	6	5	6	6	29		
Agregado del impacto			-4	-4	35	-12	-30	-15			

Figura A7. Matriz de Leopold del proceso
Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Organización de la empresa

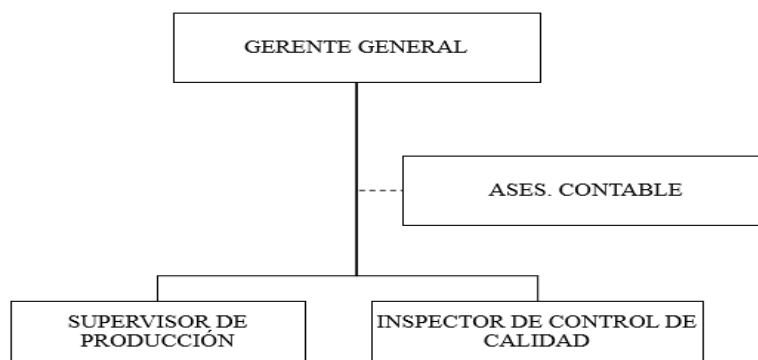


Figura A8: Organigrama estructural organizacional

Fuente: Elaboración propia.

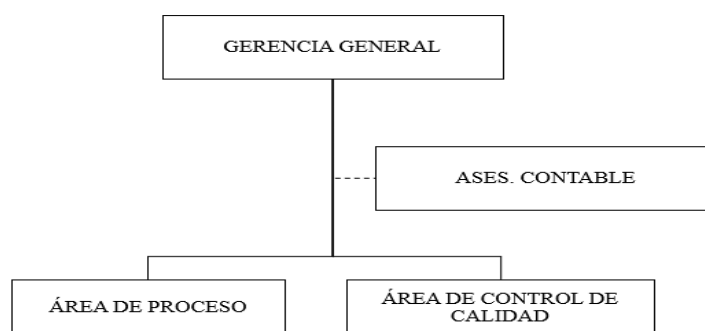


Figura A9. Organigrama estructural funcional

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16. Inversiones

Tabla A30. Inversión en terreno

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Terreno	620 m ²	15 500,00	15 500,00
Total			15 500,00

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A31. Inversión en construcciones

ITEMS	Cantidad	Unid.	Precio (S/)	Total (S/)
Cerco perimetral	102	ml	50,00	5 100,00
Base, pared y acabados	1	global	482 222,22	482 222,22
Techo aligerado	308	unidad	48,50	14 938,00
Total				502 260,22

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A32. Inversión en maquinaria y equipos

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Maquinaria			
Trituradora	1	11 720,43	11 720,43
Extractora	2	44 445,97	88 891,94
Envasadora	1	372 755,00	372 755,00
Total			473 367,37
Equipos			
Mesa de selección	2	233,78	467,56
Balanza pallet electrónica	1	4 595,00	4 595,00
Bin	50	521,14	26 057,00
Contenedor para aceite	2	75,00	150,00
Mesa de empaque	2	233,78	467,56
Aspiradora y sopladora	1	4 155,97	4 155,97
Recirculador de agua	2	18 893,29	37 786,58
Bidón	2	307,19	614,38
Tanque industrial	1	4 807,22	4 807,22
Tanque industrial	3	1 980,00	5 940,00
Pallet	18	38,50	693,00
Montacarga	1	23 993,75	23 993,75
Aire acondicionado	1	1 799,00	1 799,00
Total			109 728,02

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A33. Inversión en equipos administrativos

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Mesa de trabajo	2	279,95	559,90
Estantería	1	600,00	600,00
Silla	4	109,00	436,00
Impresora	1	800,00	800,00
Computadora	2	2 000,00	4 000,00
Aire acondicionado	1	1 799,00	1 799,00
Total			8 194,90

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A34. Inversión en equipos de limpieza

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Inodoro	4	500,00	2 000,00
Lavadero	4	200,00	800,00
Vestidor	2	435,00	870,00
Escoba	2	10,00	20,00
Recogedor	2	7,50	15,00
Trapeador	2	11,00	22,00
Balde	2	8,00	16,00
Total			3 743,00

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A35. Inversión en equipos de cocina

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Mesa	4	181,44	725,76
Silla	8	99,00	792,00
Microondas	1	229,00	229,00
Refrigeradora	1	1 849,00	1 849,00
Total			3 595,76

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A36. Inversión en equipos de control de calidad

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Mesa de trabajo	1	279,95	279,95
Mesa de acero inoxidable	1	900,00	900,00
Silla	2	109,00	218,00
Picnómetro	1	440,00	440,00
Refractómetro	1	1 823,00	1 823,00
Ebullómetro	1	103,54	103,54
pH-metro	1	1 250,00	1 250,00
Total			5 014,49

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A37. Gastos Pre-Operativos

ITEMS	Total (S/)
Licencia de municipios	520,70
Planos	5 500,00
Certificado de Defensa Civil	223,00
Total	
	6 243,70

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 17. Capital de trabajo

Tabla A38. Capital de trabajo.

	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Ingresos										
Total ingresos	2 919 588,26	3 186 785,08	3 451 917,20	3 720 437,57	3 985 553,27	4 253 201,99	4 523 183,63	4 791 441,60	5 065 179,95	5 336 319,06
Egresos										
Costos de producción	2 074 779,16	2 129 801,35	2 179 665,21	2 227 809,63	2 270 795,72	2 312 062,36	2 351 609,56	2 387 717,88	2 423 826,19	2 456 495,62
Gastos administrativos	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20
Gastos de comercialización	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96
Total egresos	2 407 825,32	2 462 847,51	2 512 711,37	2 560 855,79	2 603 841,88	2 651 707,52	2 691 254,72	2 727 363,04	2 763 471,35	2 796 140,78
Saldo (déficit/Superavit)	511 762,94	723 937,58	939 205,83	1 159 581,78	1 381 711,40	1 601 494,47	1 831 928,91	2 064 078,56	2 301 708,60	2 540 178,28
Utilidad acumulada	511 762,94	1 235 700,52	2 174 906,35	3 334 488,12	4 716 199,52	6 317 694,00	8 149 622,91	10 213 701,47	12 515 410,07	15 055 588,35

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A39. Costos de producción.

	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
<u>Costos directos de producción</u>										
Materiales directos	1 345 356,45	1 385 441,56	1 421 768,69	1 456 843,16	1 488 159,65	1 518 223,48	1 547 034,65	1 573 340,50	1 599 646,35	1 623 446,89
Materiales indirectos	501 115,51	516 046,33	529 577,38	542 641,84	554 306,54	565 504,66	576 236,18	586 034,53	595 832,88	604 698,05
Mano de obra directa	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63
Total C.D. de producción	1 956 525,59	2 011 541,52	2 061 399,70	2 109 538,63	2 152 519,82	2 193 781,77	2 233 324,46	2 269 428,66	2 305 532,86	2 338 198,57
<u>Costos indirectos de producción</u>										
Mano de obra indirecta	109 770,96	109 770,96	109 770,96	109 770,96	109 770,96	109 770,96	109 770,96	109 770,96	109 770,96	109 770,96
Suministros	6 915,23	6 915,23	6 915,23	6 915,23	6 915,23	6 915,23	6 915,23	6 915,23	6 915,23	6 915,23
EPP	1 357,00	1 357,00	1 357,00	1 357,00	1 357,00	1 357,00	1 357,00	1 357,00	1 357,00	1 357,00
Tratamiento de residuos	210,38	216,64	222,32	227,81	232,71	237,41	241,91	246,03	250,14	253,86
Total C.I. de producción	118 253,56	118 259,83	118 265,51	118 271,00	118 275,89	118 280,60	118 285,10	118 289,21	118 293,33	118 297,05
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN	2 074 779,16	2 129 801,35	2 179 665,21	2 227 809,63	2 270 795,72	2 312 062,36	2 351 609,56	2 387 717,88	2 423 826,19	2 456 495,62

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A40. Costo de materiales/unidad de venta.

Insumo	Unidad de compra	Precio unitario (S/)	Índice de consumo	Monto/und (S/)
<u>Materiales directos</u>				
Madera de palo santo	kg	7,00	178,95	1 252,66
Costo total materiales directos				1 252,66
<u>Materiales indirectos</u>				
Etiqueta	und.	0,04	456	17,33
Frascos de 10ml	und.	0,96	456	437,76
Cajas de cartón de 1140 u.	und.	15,00	1,00	11,50
Costo total materiales indirectos				466,59
COSTO DE MATERIALES/UNIDAD				1 719,25

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A41. Salario de mano de obra directa.

Colaborador	Cantidad	Salarios (S/)	Beneficios (51%)	Subtotal mensual/op (S/)	Total, anual/op (S/)
Operarios	4	1 518,40	774,38	2 292,78	27 513,41
Total					27 513,41

Tabla A42. Sueldos de mano de obra indirecta.

Colaborador	Cantidad	Salarios (S/)	Beneficios (51%)	Subtotal mensual/op (S/)	Total, anual/op (S/)
Supervisor de planta	1	3 029,00	1 544,79	4 573,79	54 885,48
Supervisor de control de calidad	1	3 029,00	1 544,79	4 573,79	54 885,48
Total					109 770,96

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A43. Consumo de energía anual por máquinas.

Tipo de máquina	#máquinas	kW/h	kW/8h	Kw/mes	Costo por kW/h	Costo anual (S/)
Astilladora	1	1,90	15,20	182,40	0,71	1 561,93
Extractora	2	5,50	44,00	528,00	0,71	4 521,37
Envasadora	1	1,00	8,00	96,00	0,71	822,07
Balanza electrónica	1	0,01	0,10	1,15	0,71	9,86
Total						6 915,23

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A44. Gastos administrativos.

	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Sueldos administrativos	108 480,00	108 480,00	108 480,00	108 480,00	108 480,00	108 480,00	108 480,00	108 480,00	108 480,00	108 480,00
Materiales y útiles de oficina	3 931,20	3 931,20	3 931,20	3 931,20	3 931,20	10 530,20	10 530,20	10 530,20	10 530,20	10 530,20
Consumo de luz eléctrica	1 800,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00
Teléfono	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Internet	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00
Agua	1 080,00	1 080,00	1 080,00	1 080,00	1 080,00	1 080,00	1 080,00	1 080,00	1 080,00	1 080,00
Gastos totales	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A45. Sueldos administrativos

Colaborador	Cantidad	Salarios (S/)	Beneficios (51%)	Subtotal mensual/op (S/)	Total, anual/op (S/)
Gerente general	1	4 000,00	2 040,00	6 040,00	72 480,00
Asesoría contable	1	3 000,00	0,00	3 000,00	36 000,00
Total					108 480,00

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A46. Sueldos de distribución

Colaborador	Cantidad	Salarios (S/)	Beneficios (S/)	Subtotal mensual (S/)	Total anual (S/)
Agente de seguridad	2	2 050,00	1 045,50	3 095,50	74 292,00
Total					74 292,00

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A47. Gastos de comercialización.

	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Sueldo de colaboradores	74 292,00	74 292,00	74 292,00	74 292,00	74 292,00	74 292,00	74 292,00	74 292,00	74 292,00	74 292,00
Gastos de marketing										
Promoción	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00
Investigación de mercado	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00
Total	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00
Gastos de ventas y distribución										
Exportación	123 764,16	123 764,16	123 764,16	123 764,16	123 764,16	123 764,16	123 764,16	123 764,16	123 764,16	123 764,16
Papelería	238,80	238,80	238,80	238,80	238,80	238,80	238,80	238,80	238,80	238,80
Total	124 002,96	124 002,96	124 002,96	124 002,96	124 002,96	124 002,96	124 002,96	124 002,96	124 002,96	124 002,96
GASTOS	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96
TOTALES										

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A48. Costos totales

	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Costos directos de producción										
Materiales directos	1 345 356,45	1 385 441,56	1 421 768,69	1 456 843,16	1 488 159,65	1 518 223,48	1 547 034,65	1 573 340,50	1 599 646,35	1 623 446,89
Materiales indirectos	501 115,51	516 046,33	529 577,38	542 641,84	554 306,54	565 504,66	576 236,18	586 034,53	595 832,88	604 698,05
Mano de obra directa	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63	110 053,63
Gastos generales de producción	118 253,56	118 259,83	118 265,51	118 271,00	118 275,89	118 280,60	118 285,10	118 289,21	118 293,33	118 297,05
Costos variables totales	2 074 779,16	2 129 801,35	2 179 665,21	2 227 809,63	2 270 795,72	2 312 062,36	2 351 609,56	2 387 717,88	2 423 826,19	2 456 495,62
Gastos de operaciones										
Gastos administrativos	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20
Gastos de comercialización	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96
Gastos financieros	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90
Costo fijo total	763 006,06	763 006,06	763 006,06	763 006,06	763 006,06	769 605,06	769 605,06	769 605,06	769 605,06	769 605,06
COSTO TOTAL	2 837 785,22	2 892 807,41	2 942 671,27	2 990 815,69	3 033 801,78	3 081 667,42	3 121 214,62	3 157 322,94	3 193 431,25	3 226 100,68
Ingresos totales	2 919 588,26	3 186 785,08	3 451 917,20	3 720 437,57	3 985 553,27	4 253 201,99	4 523 183,63	4 791 441,60	5 065 179,95	5 336 319,06
Punto de equilibrio (económico)	2 636 883,92	2 300 448,20	2 070 213,89	1 901 824,52	1 773 429,31	1 686 270,13	1 603 014,63	1 534 085,50	1 475 829,62	1 426 079,84
Punto de equilibrio (unidades)	970,00	798,39	680,69	594,51	528,62	480,52	437,68	402,14	372,08	346,34

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 18. Financiamiento**Tabla A49. Gastos financieros.**

	Pre Operativo (S/)	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Préstamo a largo plazo	1 416 385,43	1 379 189,20	1 331 678,47	1 270 993,01	1 193 479,47	1 094 471,43	968 008,45	806 477,29	600 153,55	336 616,22	0,00
Interés		392 763,68	382 449,17	369 274,44	352 446,36	330 951,86	303 496,93	268 428,74	223 636,15	166 422,58	93 343,68
Amortizaciones		37 196,22	47 510,73	60 685,46	77 513,54	99 008,04	126 462,97	161 531,16	206 323,75	263 537,32	336 616,22
Total (pagos)		429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90	429 959,90

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 19. Depreciación

Tabla A50. Depreciación

Descripción	Valor a depreciar (S/)	Años a depreciar	Depreciación anual (S/)	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)	Año 8 (S/)	Año 9 (S/)	Año 10 (S/)
Productivos													
Construcciones	502 260,22	20	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01	25 113,01
Maquinaria	473 367,37	10	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74	47 336,74
Equipos	122 081,27	10	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13	12 208,13
Total			84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88
Administrativos													
Muebles y enseres	1 595,90	10,00	159,59	159,59	159,59	159,59	159,59	159,59	159,59	159,59	159,59	159,59	159,59
Equipos de oficina	6 599,00	5,00	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80	1 319,80
Total			1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 20. Tasa de rentabilidad

Tabla A51. TMAR

	% de aporte	TMAR	Ponderado
Inversión propia	18%	15%	3%
Inversión financiada	82%	19%	15%

TMAR GLOBAL	18%
--------------------	------------

TMAR	18,04%
-------------	---------------

Fuente: Elaboración Propia

- **Relación beneficio/costo y empleos generados**

Tabla A52. Beneficio - costo

Beneficio costo	S/ 1,29
------------------------	---------

Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis de sensibilidad respecto al precio**

Anexo 21: Análisis de sensibilidad con respecto al precio y materia prima

Tabla A53. Análisis de sensibilidad con respecto a los ingresos

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos totales	2919 588,26	3186 785,08	3451 917,20	3720 437,57	3985 553,27	4253 201,99	4523 183,63	4791 441,60	5065 179,95	5336 319,06
5%	2773 608,84	3027 445,83	3279 321,34	3534 415,69	3786 275,61	4040 541,89	4297 024,45	4551 869,52	4811 920,95	5069 503,10
10%	2627 629,43	2868 106,58	3106 725,48	3348 393,81	3586 997,95	3827 881,79	4070 865,27	4312 297,44	4558 661,95	4802 687,15
18%	2394 062,37	2613 163,77	2830 572,11	3050 758,80	3268 153,69	3487 625,64	3709 010,58	3928 982,11	4153 447,56	4375 781,63
Costos de producción	2074 779,16	2129 801,35	2179 665,21	2227 809,63	2270 795,72	2312 062,36	2351 609,56	2387 717,88	2423 826,19	2456 495,62
Depreciación	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88
Utilidad bruta	760 151,23	972 325,86	1187 594,12	1407 970,06	1630 099,68	1856 481,76	2086 916,20	2319 065,84	2556 695,88	2795 165,57
5%	614 171,81	812 986,61	1014 998,26	1221 948,18	1430 822,02	1643 821,66	1860 757,01	2079 493,77	2303 436,89	2528 349,61
10%	468 192,40	653 647,35	842 402,40	1035 926,30	1231 544,36	1431 161,56	1634 597,83	1839 921,69	2050 177,89	2261 533,66
18%	234 625,34	398 704,55	566 249,02	738 291,30	912 700,09	1090 905,40	1272 743,14	1456 606,36	1644 963,49	1834 628,14
Gastos administrativos	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20
Gastos de comercialización	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96
Depreciación	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39
Utilidad operativa	425 625,68	637 800,31	853 068,57	1073 444,51	1295 574,13	1515 357,21	1745 791,65	1977 941,29	2215 571,33	2454 041,02
5%	279 646,26	478 461,06	680 472,71	887 422,63	1096 296,47	1302 697,11	1519 632,46	1738 369,22	1962 312,34	2187 225,06
10%	133 666,85	319 121,80	507 876,85	701 400,75	897 018,81	1090 037,01	1293 473,28	1498 797,14	1709 053,34	1920 409,11
18%	-99 900,21	64 179,00	231 723,47	403 765,75	578 174,54	749 780,85	931 618,59	1115 481,81	1303 838,94	1493 503,59
Gastos de financiamiento (intereses)	392 763,68	382 449,17	369 274,44	352 446,36	330 951,86	303 496,93	268 428,74	223 636,15	166 422,58	93 343,68
Utilidades antes de impuesto	32 862,00	255 351,14	483 794,13	720 998,15	964 622,28	1211 860,28	1477 362,90	1754 305,14	2049 148,76	2360 697,34
5%	-113 117,42	96 011,89	311 198,27	534 976,27	765 344,61	999 200,18	1251 203,72	1514 733,06	1795 889,76	2093 881,38
10%	-259 096,83	-63 327,36	138 602,41	348 954,39	566 066,95	786 540,08	1025 044,54	1275 160,98	1542 630,76	1827 065,43
18%	-492 663,89	-318 270,17	-137 550,97	51 319,39	247 222,69	446 283,92	663 189,85	891 845,65	1137 416,37	1400 159,91
Impuesto a la renta (29.5%)	9 694,29	75 328,59	142 719,27	212 694,45	284 563,57	357 498,78	435 822,06	517 520,02	604 498,88	696 405,71
5%	-33 369,64	28 323,51	91 803,49	157 818,00	225 776,66	294 764,05	369 105,10	446 846,25	529 787,48	617 695,01
10%	-76 433,56	-18 681,57	40 887,71	102 941,55	166 989,75	232 029,32	302 388,14	376 172,49	455 076,07	538 984,30
18%	-145 335,85	-93 889,70	-40 577,54	15 139,22	72 930,69	131 653,76	195 641,01	263 094,47	335 537,83	413 047,17
UTILIDADES NETAS	23 167,71	180 022,56	341 074,86	508 303,70	680 058,70	854 361,50	1041 540,85	1236 785,12	1444 649,87	1664 291,62
5%	-79 747,78	67 688,38	219 394,78	377 158,27	539 567,95	704 436,13	882 098,62	1067 886,81	1266 102,28	1476 186,38
10%	-182 663,26	-44 645,79	97 714,70	246 012,85	399 077,20	554 510,76	722 656,40	898 988,49	1087 554,69	1288 081,13
18%	-347 328,04	-224 380,47	-96 973,43	36 180,17	174 291,99	314 630,17	467 548,84	628 751,19	801 878,54	987 112,73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A54. Flujo de caja con respecto al análisis de sensibilidad

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Utilidad neta		23 167,71	180 022,56	341 074,86	508 303,70	680 058,70	854 361,50	1041 540,85	1236 785,12	1444 649,87	1664 291,62
5%		-79 747,78	67 688,38	219 394,78	377 158,27	539 567,95	704 436,13	882 098,62	1067 886,81	1266 102,28	1476 186,38
10%		-182 663,26	-44 645,79	97 714,70	246 012,85	399 077,20	554 510,76	722 656,40	898 988,49	1087 554,69	1288 081,13
18%		-347 328,04	-224 380,47	-96 973,43	36 180,17	174 291,99	314 630,17	467 548,84	628 751,19	801 878,54	987 112,73
Depreciación		86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27
Amortización		37 196,22	47 510,73	60 685,46	77 513,54	99 008,04	126 462,97	161 531,16	206 323,75	263 537,32	336 616,22
FNE	-310 245,50	72 108,75	218 649,09	366 526,66	516 927,42	667 187,93	814 035,79	966 146,95	1116 598,64	1267 249,82	1413 812,67
5%	-310 245,50	-30 806,74	106 314,91	244 846,58	385 782,00	526 697,17	664 110,42	806 704,73	947 700,33	1088 702,22	1225 707,42
10%	-310 245,50	-133 722,22	-6 019,26	123 166,50	254 636,57	386 206,42	514 185,05	647 262,51	778 802,01	910 154,63	1037 602,17
18%	-310 245,50	-298 387,00	-185 753,94	-71 521,63	44 803,89	161 421,21	274 304,46	392 154,95	508 564,70	624 478,48	736 633,78

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A55. Indicadores

TIR	80,76%
TIR 5%	59,96%
TIR 10%	42,03%
TIR 18%	17,89%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A56. Análisis de sensibilidad con respecto a la materia prima

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos totales	2919 588,26	3186 785,08	3451 917,20	3720 437,57	3985 553,27	4253 201,99	4523 183,63	4791 441,60	5065 179,95	5336 319,06
10% menos de mp.	1479 892,09	1523 985,71	1563 945,55	1602 527,47	1636 975,61	1670 045,82	1701 738,11	1730 674,55	1759 610,99	1785 791,58
20% menos de mp.	1614 427,74	1662 529,87	1706 122,42	1748 211,79	1785 791,58	1821 868,17	1856 441,58	1888 008,60	1919 575,62	1948 136,26
47% menos de mp.	1977 673,98	2036 599,09	2089 999,97	2141 559,44	2187 594,68	2231 788,51	2274 140,93	2312 810,54	2351 480,14	2386 466,92
Costos de producción	2074 779,16	2129 801,35	2179 665,21	2227 809,63	2270 795,72	2312 062,36	2351 609,56	2387 717,88	2423 826,19	2456 495,62
10%	2209 314,80	2268 345,50	2321 842,08	2373 493,94	2419 611,68	2463 884,71	2506 313,03	2545 051,93	2583 790,83	2618 840,31
20%	2343 850,45	2406 889,66	2464 018,95	2519 178,26	2568 427,65	2615 707,06	2661 016,49	2702 385,98	2743 755,46	2781 184,99
47%	2707 096,69	2780 958,88	2847 896,49	2912 525,91	2970 230,75	3025 627,40	3078 715,85	3127 187,91	3175 659,98	3219 515,65
Depreciación	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88	84 657,88
Utilidad bruta	760 151,23	972 325,86	1187 594,12	1407 970,06	1630 099,68	1856 481,76	2086 916,20	2319 065,84	2556 695,88	2795 165,57
10%	625 615,58	833 781,71	1045 417,25	1262 285,75	1481 283,72	1704 659,41	1932 212,73	2161 731,79	2396 731,25	2632 820,88
20%	491 079,94	695 237,55	903 240,38	1116 601,43	1332 467,75	1552 837,06	1777 509,27	2004 397,74	2236 766,61	2470 476,19
47%	127 833,69	321 168,33	519 362,83	723 253,78	930 664,65	1142 916,72	1359 809,91	1579 595,81	1804 862,10	2032 145,53
Gastos administrativos	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	116 751,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20	123 350,20
Gastos de comercialización	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96	216 294,96
Depreciación	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39	1 479,39
Utilidad operativa	425 625,68	637 800,31	853 068,57	1073 444,51	1295 574,13	1515 357,21	1745 791,65	1977 941,29	2215 571,33	2454 041,02
10%	291 090,03	499 256,16	710 891,70	927 760,20	1146 758,17	1363 534,86	1591 088,18	1820 607,24	2055 606,70	2291 696,33
20%	156 554,39	360 712,00	568 714,83	782 075,88	997 942,20	1211 712,51	1436 384,72	1663 273,19	1895 642,06	2129 351,64
47%	-206 691,86	-13 357,22	184 837,28	388 728,23	596 139,10	801 792,17	1018 685,36	1238 471,26	1463 737,55	1691 020,98
Gastos de financiamiento (intereses)	392 763,68	382 449,17	369 274,44	352 446,36	330 951,86	303 496,93	268 428,74	223 636,15	166 422,58	93 343,68
Utilidades antes de impuesto	32 862,00	255 351,14	483 794,13	720 998,15	964 622,28	1211 860,28	1477 362,90	1754 305,14	2049 148,76	2360 697,34
10%	-101 673,65	116 806,99	341 617,26	575 313,83	815 806,31	1060 037,93	1322 659,44	1596 971,09	1889 184,12	2198 352,65
20%	-236 209,29	-21 737,17	199 440,39	429 629,52	666 990,35	908 215,59	1167 955,97	1439 637,04	1729 219,49	2036 007,96
47%	-599 455,53	-395 806,39	-184 437,16	36 281,87	265 187,24	498 295,25	750 256,62	1014 835,11	1297 314,97	1597 677,30
Impuesto a la renta (29.5%)	9 694,29	75 328,59	142 719,27	212 694,45	284 563,57	357 498,78	435 822,06	517 520,02	604 498,88	696 405,71
10%	-29 993,73	34 458,06	100 777,09	169 717,58	240 662,86	312 711,19	390 184,53	471 106,47	557 309,32	648 514,03
20%	-69 681,74	-6 412,46	58 834,91	126 740,71	196 762,15	267 923,60	344 547,01	424 692,93	510 119,75	600 622,35
47%	-176 839,38	-116 762,88	-54 408,96	10 703,15	78 230,24	146 997,10	221 325,70	299 376,36	382 707,92	471 314,80
UTILIDADES NETAS	23 167,71	180 022,56	341 074,86	508 303,70	680 058,70	854 361,50	1041 540,85	1236 785,12	1444 649,87	1664 291,62
10%	-71 679,92	82 348,93	240 840,17	405 596,25	575 143,45	747 326,74	932 474,90	1125 864,62	1331 874,81	1549 838,62
20%	-166 527,55	-15 324,70	140 605,47	302 888,81	470 228,19	640 291,99	823 408,96	1014 944,11	1219 099,74	1435 385,61
47%	-422 616,15	-279 043,50	-130 028,19	25 578,72	186 957,01	351 298,15	528 930,92	715 458,75	914 607,05	1126 362,50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A57. Flujo de caja con respecto al análisis de sensibilidad

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Utilidad neta		23 167,71	180 022,56	341 074,86	508 303,70	680 058,70	854 361,50	1041 540,85	1236 785,12	1444 649,87	1664 291,62
10%		-71 679,92	82 348,93	240 840,17	405 596,25	575 143,45	747 326,74	932 474,90	1125 864,62	1331 874,81	1549 838,62
20%		-166 527,55	-15 324,70	140 605,47	302 888,81	470 228,19	640 291,99	823 408,96	1014 944,11	1219 099,74	1435 385,61
47%		-422 616,15	-279 043,50	-130 028,19	25 578,72	186 957,01	351 298,15	528 930,92	715 458,75	914 607,05	1126 362,50
Depreciación		86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27	86 137,27
Amortización		37 196,22	47 510,73	60 685,46	77 513,54	99 008,04	126 462,97	161 531,16	206 323,75	263 537,32	336 616,22
FNE	-310 245,50	72 108,75	218 649,09	366 526,66	516 927,42	667 187,93	814 035,79	966 146,95	1116 598,64	1267 249,82	1413 812,67
10%	-310 245,50	-22 738,88	120 975,46	266 291,97	414 219,98	562 272,67	707 001,03	857 081,01	1005 678,14	1154 474,75	1299 359,66
20%	-310 245,50	-117 586,51	23 301,83	166 057,28	311 512,54	457 357,42	599 966,28	748 015,07	894 757,63	1041 699,68	1184 906,65
47%	-310 245,50	-373 675,11	-240 416,97	-104 576,39	34 202,44	174 086,23	310 972,44	453 537,02	595 272,27	737 207,00	875 883,54

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A58. Indicadores

TIR	80,76%
TIR 10%	63,03%
TIR 20%	47,97%
TIR 47%	17,59%

Fuente: Elaboración Propia