

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE QUÍMICA



“Factibilidad de la puesta en marcha de una planta para la extracción de aceites esenciales de Vetiver zizanioides & Amyris balsamifera en República Dominicana”

**Trabajo de grado para optar por el grado de:
Ingeniero Químico**

**Sustentado por:
Zuilen Robles Rodríguez
Dariana Colombina Collado Rojas**

**Santo Domingo, Distrito Nacional
REPÚBLICA DOMINICANA**

2023

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Agradecida con mis padres Yordania Rodriguez y Andres Livan McCoy, gracias mamá, gracias papá, por su constante e incondicional apoyo, por amar lo que amo sin cuestionarme, por impulsarme a lograr lo que para mí parecía lejano. No hay palabras para expresar la inmensa gratitud que tengo por ustedes, su esfuerzo y su constancia. Los amo más que a nada.

A mi familia de Cuba, mis abuelos, mis tías, mis primos, mis hermanos, mi madrina, nunca dejaría de mencionar lo que significa para mi su preocupación por mis estudios y todo lo que hago. Los tengo en mi mente y corazón con cada esfuerzo realizado. Muchas gracias por sus enseñanzas y ejemplo de resiliencia estoy enormemente orgullosa de provenir de una familia de mujeres guerreras y entregadas, hombres honestos y luchadores.

A mi amiga de la infancia Daniela Vazquez, por enseñarme que la distancia no limita el amor y el soporte, sino reafirma la eterna amistad y hermandad. A mi compañera de Tesis y especial amiga Dariana Colombina Collado Rojas, así como a toda su acogedora familia personas cálidas de corazón y alma. A mis compañeros y camaradas de carrera, hermanos de vivencias y tocayos de materias agradezco tanto haber compartido con seres tan amables, inteligentes y ganas inmensas de comerse al mundo, aprendí, lloré, me frustré y me levanté con ustedes, por eso no puedo dejar pasar la oportunidad de mostrarles mi respeto, orgullo y agradecimiento por compartir un trozo de sus vidas conmigo.

Mis queridos profesores Maribel, Doris, Miniño, Ramón, Milagros los retadores de mi inteligencia, los vigilantes de mis estudios y los causantes de mis desvelos, sin duda significan todo en el recorrido de un estudiante. Para mi, han sido un puzzle que al principio no parecía tener forma, ni coherencia, pero mientras más avanzaba me daba cuenta de la gran obra que había hecho con cada pieza, agradezco profundamente sus enseñanzas y apoyo dentro y fuera de clases.

Zuilen Robles Rodriguez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, permitirme este gran privilegio; guiarme en este duro camino y ayudarme a enfrentar las adversidades.

A mi madre Luz Colombina Rojas por su apoyo incondicional, y estar presente en cada paso de mi vida; por luchar incansablemente, dar lo mejor de sí para mí aún cuando era difícil, gracias por ser mi ejemplo a seguir. A mi padre Rafael Dario Collado, por enseñarme a tener buenos valores, los cuales me rigen hoy como persona, por ayudarme con los recursos necesarios, consejos y enseñanzas que me han permitido el día de hoy obtener este logro.

A mis hermanos mayores Dario, Dariel, Dariluz, Daricson, Darienmanuel, mi cuñado y cuñadas Juan Pablo, Heidy, Melissa, Sheccid, mis sobrinos por ser siempre mi fortaleza, estar presente, brindarme su apoyo en momentos de angustia y desesperación, darme palabras de aliento para seguir adelante y ser incondicionales conmigo. A mis tíos, primos y familia en general por apoyarme y motivarme siempre a seguir adelante. A mis hermanos de comunidad por tener fe en mí y rezar todos los días para ver culminada mi carrera.

A cada uno de los profesores que se dedicaron y brindaron sus conocimientos; gracias Maribel, Doris, Sandra, Ramón, Patricia por sembrar ese granito de sabiduría y cariño en mí .

A mi compañera Zuilen, amiga desde el primer cuatrimestre hoy en día hermana, a sus padres que me han acogido como una hija más, les agradezco por hacerme sentir parte de su familia. A mis amigos de la infancia, colegio y universidad, que han sido parte esencial de mi vida, me han regalado momentos que serán siempre recordados.

Finalmente a todas las personas que de una u otra manera se cruzaron en mi camino y me han ayudado a llegar hasta aquí.

Dariana Colombina Collado Rojas

DEDICATORIAS

DEDICATORIAS

Inmersas de felicidad y satisfacción dedicamos este proyecto a nuestros seres queridos, amigos, familiares, compañeros, docentes y cada persona que directa o indirectamente influyeron en nuestra trayectoria y desarrollo universitario.

Aquí termina nuestra vida universitaria y comienza un camino desconocido, como bien dijo Issac Newton sobre la profundidad de lo que nos queda por descubrir :

“Me parece haber sido sólo un niño jugando en la orilla del mar, divirtiéndose y buscando una piedra más lisa o una concha más bonita de lo normal, mientras el gran océano de la verdad yacía ante mis ojos con todo por descubrir”

-Issac Newton.

ÍNDICE

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
DEDICATORIAS.....	4
OBJETIVOS.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
JUSTIFICACIÓN.....	20
ALCANCE.....	23
PRIMERA PARTE.....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
CAPÍTULO I.....	26
ANTECEDENTES.....	26
CAPÍTULO II.....	30
DESCRIPCIÓN DE VETIVER ZIZANIOIDES.....	30
II.1. VETIVER (VETIVERIA ZIZANIOIDES).....	30
II.2. PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE VETIVER.....	31
CAPÍTULO III.....	34
DESCRIPCIÓN DE AMYRIS BALSAMIFERA.....	34
III.1. AMYRIS (AMYRIS BALSAMIFERA).....	34
III.2. PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE AMYRIS.....	35
CAPÍTULO IV.....	39
FUNDAMENTOS, CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	39
IV.1. ACEITES ESENCIALES.....	39
IV.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	40
IV.2.1. POR SU CONSISTENCIA.....	40
IV.2.2. POR SU NATURALEZA QUÍMICA.....	41
IV.2.3. POR SU ORIGEN.....	41
IV.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	41
IV.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	42
CAPÍTULO V.....	43
TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES.....	43
V.1. MÉTODOS DIRECTOS.....	44
V.1.1 PROCEDIMIENTOS DE MÉTODO DIRECTO.....	44
V.1.2 PROCEDIMIENTOS DE LA DESTILACIÓN.....	46
V.2. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES.....	47
V.2.1. PROCEDIMIENTOS DE LA DESTILACIÓN.....	47
CAPÍTULO VI.....	49

CONTROL DE CALIDAD EN ACEITES ESENCIALES.....	49
VI.1. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.....	50
VI.2. CONSTANTES FÍSICAS.....	50
VI.2.1. DENSIDAD A 20 °C.....	50
VI.2.2. PUNTO DE INFLAMACIÓN.....	50
VI.2.3. PUNTO DE SOLIDIFICACIÓN O DE CONGELACIÓN.....	50
VI.2.4. ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	51
VI.2.5. ÍNDICE DE ROTACIÓN.....	51
VI.2.6. SOLUBILIDAD EN ETANOL.....	51
VI.3. DETERMINACIONES QUÍMICAS.....	51
VI.3.1. ÍNDICE DE ACIDEZ.....	52
VI.3.2. ÍNDICE DE ÉSTER.....	52
VI.3.3. ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN.....	52
VI.3.4. ÍNDICE DE ACETILO.....	52
VI.4. NORMATIVAS PARA COMERCIALIZAR ACEITES ESENCIALES.....	53
VI.4.1. NORMATIVAS ISO.....	53
VI.4.3. CERTIFICACIÓN KOSHER.....	55
VI.4.4. CÓDIGO DE CONDUCTA RIFM.....	55
VI.5. PARÁMETROS DE CALIDAD PARA ACEITE ESENCIAL VETIVER ZIZANIOIDES.....	56
VI.6. PARÁMETROS DE CALIDAD PARA ACEITE ESENCIAL AMYRIS BALSAMIFERA.....	57
VII.7. COMPOSICIÓN TÍPICA DEL ACEITES ESENCIALES POR ARRASTRE DE VAPOR.....	58
SEGUNDA PARTE.....	60
MARCO METODOLÓGICO.....	60
CAPÍTULO VII.....	61
MARCO METODOLÓGICO.....	61
VII.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	61
VII.2. METODOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE FUENTES.....	63
VII.2.1. FUENTES PRIMARIAS.....	63
VII.2.2. FUENTES SECUNDARIAS.....	64
VII.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIO DE CASO.....	65
VII.4. HERRAMIENTAS DEL ANÁLISIS DEL ENTORNO.....	66
VII.4.1. FUERZAS COMPETITIVAS DE “PORTER”.....	66
VII.4.2. FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS “FODA”.....	66
CAPÍTULO VIII.....	67
ESTUDIO TÉCNICO.....	67
VIII.1. PROCESOS PRODUCTIVOS A ESCALA INDUSTRIAL.....	68
VIII.1.1. RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA.....	68
VIII.1.1.2. RAÍCES DE CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES.....	68

VIII.1.1.3. TALLO (MADERA) DE AMYRIS BALSAMIFERA.....	70
VIII.2. EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR.....	71
VIII.2.1. COMPONENTES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR.....	72
VIII.2.1.1. GENERADORES DE VAPOR.....	72
VIII.2.1.2. ALAMBIQUE.....	74
VIII.2.1.3. CONDENSADOR.....	75
VIII.2.1.4. VASO SEPARADOR DE ACEITES O VASO FLORENTINO.....	77
VIII.2.1.5. CONTROL DE CALIDAD EN LABORATORIO.....	78
VIII.2.1.6. ALMACENAMIENTO.....	78
VIII.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	79
VIII.3.1. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL VETIVER ZIZANIOIDES Y AMYRIS BALSAMIFERA.....	80
VIII.3.2. OBTENCIÓN DE LOS ACEITES V&A.....	82
VIII.3.3. BALANCE DE MATERIA Y TIEMPO DE EXTRACCIÓN.....	89
VIII.4. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.....	93
VIII.4.1. MAQUINARIAS A NIVEL DE PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE V&A.....	93
VIII.4.2. EQUIPOS A NIVEL DE LABORATORIO PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE V&A.....	95
TERCERA PARTE.....	97
ASPECTOS PRÁCTICOS.....	97
ESTUDIO DE MERCADO.....	98
CAPÍTULO IX.....	99
ESTUDIO DE MERCADO.....	99
IX.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO DE MERCADO.....	100
IX.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE MERCADO.....	100
IX.3.ALCANCE DEL ESTUDIO DE MERCADO.....	100
IX.4. ANÁLISIS DE MERCADO GLOBAL DE ACEITES ESENCIALES.....	100
IX.4.1. PRINCIPALES EXPORTADORES MUNDIALES.....	102
IX.4.2. PRINCIPALES IMPORTADORES MUNDIALES.....	103
IX.5. ANÁLISIS DE MERCADO NACIONAL DE ACEITES ESENCIALES.....	105
IX.5.1. PRINCIPALES EXPORTADORES EN RD.....	106
IX.5.2. PRINCIPALES IMPORTADORES EN RD.....	109
IX.6. CONSUMO INTERNACIONAL DE ACEITE VETIVER ZIZANIOIDES Y AMYRIS BALSAMIFERA.....	110
IX.6.1. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL VETIVER ZIZANIOIDES.....	110
IX.6.2. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL AMYRIS BALSAMIFERA....	114
IX.7. ARANCELES DE LOS ACEITES ESENCIALES V&A.....	118
IX.8. RESULTADO DE ESTUDIO DE MERCADO.....	119
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	123
CAPITULO X.....	124

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	124
X.1. ÁRBOLES DIAGNÓSTICOS.....	124
X.1.1. ÁRBOL PROBLEMA.....	125
X.1.2. ÁRBOL OBJETIVO.....	126
X.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO.....	127
X.2.1. ANÁLISIS PORTER.....	128
X.2.2. ANÁLISIS FODA.....	131
X.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	131
X.3.1. MACROLOCALIZACIÓN.....	132
X.3.2. MICROLOCALIZACIÓN.....	132
X.3.3. FACTORES DE LOCALIZACIÓN.....	134
X.4. TAMAÑO DE LA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE ESENCIAL.....	136
X.4.1. CADENA DE SUMINISTROS.....	136
X.5. MODELO DE GESTIÓN.....	137
X.5.1. PLAN ESTRATÉGICO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA.....	137
X.5.2. PLAN AGRÍCOLA DE CULTIVO Y COSECHA DE LA PLANTA VETIVER ZIZANIOIDES.....	137
X.5.2.1. DESCRIPCIÓN.....	137
X.5.2.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	138
X.5.2.3. PROPÓSITOS.....	139
X.5.2.4. OBJETIVOS TERMINALES.....	139
X.5.2.5. IMPACTO AMBIENTAL.....	139
X.5.2.6. METODOLOGÍA Y RECURSOS.....	140
X.5.3. PLAN DE REFORESTACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA PLANTA AMYRIS BALSAMIFERA.....	142
X.5.3.1. DESCRIPCIÓN.....	142
X.5.3.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	142
X.5.3.3. PROPÓSITOS.....	143
X.5.3.4. OBJETIVOS TERMINALES.....	143
X.5.3.5. IMPACTO AMBIENTAL.....	144
X.5.3.6. METODOLOGÍA Y RECURSOS.....	144
X.6. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....	147
X.6.1. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD (MSDS).....	149
X.6.1.1. FICHA DE SEGURIDAD DE VETIVER ZIZANIOIDES.....	149
X.6.1.2. FICHA DE SEGURIDAD DE AMYRIS BALSAMIFERA.....	150
X.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	151
X.8. ESTUDIO FINANCIERO.....	152
X.8.1. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN.....	152
X.8.2. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	157
X.8.3. TASA INTERNA DE RETORNO.....	159
X.8.4. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	159

X.8.5. RELACIÓN BENEFICIO / COSTO.....	160
CONCLUSIONES.....	162
RECOMENDACIONES.....	165
REFERENCIAS.....	167
ANEXOS.....	174
ANEXO I TABLAS.....	175
ANEXO II FIGURAS.....	195
ANEXO III ENCUESTA.....	202

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los aceites esenciales se han convertido en productos de alta demanda y comercialización global, contribuyendo activamente al desarrollo económico e industrial de un país, se estima que el mercado mundial de aceites esenciales crezca un 10% anual hasta el año 2025. Tomando en cuenta lo mencionado República Dominicana tan solo cuenta con la exportación de la materia prima vegetal del Amyris balsamifera, y uso de la planta Vetiver zizanioides como filtro natural en zonas mineras, existiendo evidencia de su gran consumo como aceites a nivel nacional, a pesar de que el territorio Dominicano posee las condiciones idóneas y recursos naturales, no cuenta con una planta industrial productora de aceites esenciales de Amyris y Vetiver.

Es muy amplio el uso que tienen los aceites esenciales V&A obtenidos mediante el proceso de hidrodestilación, fundamentalmente orientado a las industrias de alimentos, cosmética, farmacéutica, aromas y fragancias; utilizándose como aditivo e insumo para sintetizar compuestos o para la fabricación de productos de higiene personal y limpieza doméstica..

Por su parte, en los últimos años la aromaterapia ha tenido un gran crecimiento y aceptación en el mercado mundial. La comercialización de los aceites esenciales puros, como ingredientes de los productos aromaterapéuticos, ha creado una mayor demanda y ha motivado la búsqueda de nuevos aromas más exóticos y con propiedades seudo-farmacológicas como las esencias objeto de este estudio.

Debido a lo antes expuesto el proyecto propone; focalizar los aspectos productivos y comerciales en dos aceites esenciales: Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera, esencias de gran aceptación en la industria de las aromas y fragancias, que permitirán diversificar la oferta del mercado internacional con materia prima accesible en RD.

República Dominicana es un país que posee mucha riqueza natural, sin embargo, esta inmensa ventaja comparativa prácticamente no ha repercutido en su desarrollo económico, entre otras cosas porque no se han realizado suficientes investigaciones de mercado y

estudios de casos que identifiquen las oportunidades de negocios concretos que permitan adelantar programas y proyectos productivos para el aprovechamiento, sostenible y rentable de nuestra biodiversidad.

El presente proyecto estudia diferentes aspectos como: El producto, la demanda, la oferta, el precio, la comercialización o canales de distribución, la tecnología necesaria, el estado actual de la industria nacional, los factores de éxito, las especies promisorias etc, para finalmente construir una propuesta de diversificación de aceites esenciales (*Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera* y) fomentando la resolución de problemas técnicos y de mercadeo con el objetivo de impulsar el sector de esencias en el país.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de factibilidad para determinar la viabilidad de crear una planta productora y comercializadora de aceites esenciales *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera* en República Dominicana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1- Determinar las propiedades y aplicaciones de los aceites *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera*.

2- Describir el proceso de obtención de los aceites esenciales de *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera* por arrastre de vapor.

3- Analizar el consumo de aceites esenciales *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera* a través de un estudio de mercado nacional e internacional.

4- Evaluar la factibilidad de establecer una planta productora y comercializadora de los aceites esenciales *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera* en República Dominicana.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La naturaleza ha sido siempre una fuente de vida, proveedora de recursos naturales que han marcado en los últimos años el desarrollo industrial, ecológico y económico del mundo, debido a sus infinitas propiedades y beneficios para los seres humanos. Considerando este fundamento, algunas empresas han sustituido el uso de materiales químicos por materia prima orgánica, origen de productos naturales con mayor calidad y menor impacto ambiental, esta afirmación proviene de la Investigación del 2009 titulada: Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente, relevando la revolución que sería en el futuro industrial los productos orgánicos, puesto a que la población actual demanda por un producto que cumpla con las expectativas y las propiedades mencionadas.

En el sector agroindustrial, el principal problema se encuentra en la estructura productiva y en la falta de mercado interno para el crecimiento económico sostenido (Da Silva, C., 2013). Además, la globalización es un hecho; en este no solo se compite por precio, sino que es necesario agregar un valor adicional a los productos para encontrar mejores espacios de mercado. Por ello, se debe considerar el ahorro de energía, el cuidado del medio ambiente, entre otros aspectos; ciertos conceptos están alineados con la aplicación de tecnologías limpias, como el arrastre de vapor en la obtención de aceites esenciales.

Son pocas las empresas dedicadas a la extracción de aceites esenciales en República Dominicana (RD) que contribuyen activamente al cuidado del medio ambiente, y al desarrollo socio-económico del país. En los últimos tiempos la producción y exportación de esencias se han visto afectadas por cuestiones internas como la situación política del país, la crisis de inventario, la falta de permisos de recolección de materia prima, los cierres impuesto por el gobierno y la propagación de la pandemia COVID-19. (Mulder, N. Encarnación, S. Mora, T., 2020).

La mayoría de las industrias de aceites esenciales en RD dirigen sus producciones al mercado nacional, siendo una de las causas que limita la exportación. Según el informe de mercado internacional 2021 de *Ultra International B.V*, el país solamente dispone aceite Amyris (*Amyris balsamifera*) el cual tiene como principal comprador a la India, región que

actualmente atraviesa una desaceleración económica contundente, y que afecta directamente la producción de aceite Amyris en RD.

En el contexto actual por el incremento significativo de la demanda mundial de aceites esenciales se hace prácticamente obligatorio intervenir estratégicamente en este nicho de mercado tan relevante a escala industrial. A pesar de ellos muchos países desconocen el valioso beneficio económico, social, e industrial que pueden brindar el mercado de esencias.

República Dominicana cuenta con las condiciones idóneas y las riquezas naturales necesarias en cuanto a materia prima y calidad agrícola, pero no son aprovechadas, no se ha logrado desarrollar una industria de producción y comercialización de aceites esenciales. Existen 2 materias primas de alto valor agregado en cuanto a producción de aceite esencial:

El Amyris balsamifera o también conocido como Guaconejo es un árbol endémico de la isla Hispaniola, con alta presencia en la parte Este del territorio dominicano, la madera de esta especie es tratada como materia prima y explotada actualmente por el país vecino Haití, quienes se han convertido en los principales exportadores de aceites Amyris en el mercado internacional, logrando así lo que no ha podido RD siendo esta la fuente primaria de suministro.

El Vetiver zizanioides, es una planta que no posee gran presencia en tierra dominicana, utilizada por empresas del país como potencial estabilizador y conservador de suelos, descontaminación de aguas residuales y presa de cola en minería abierta para fines de Bioingeniería, sin embargo se ignora totalmente su utilidad potencial como materia prima para la producción de aceites esenciales, así como el desaprovechamiento del suelo para plantaciones agrícolas del Vetiver, considerando que este es uno de los aceites más demandados y de mejor precio en el mercado global de esencias.

JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El sector de aceites esenciales es uno de los ámbitos más demandados a nivel mundial, por sus innumerables propiedades y aplicaciones industriales.

De acuerdo al Sistema Agroforestal Jaragua “*Modelo de Producción Sostenible de Bosque Seco*”, en República Dominicana se produce madera de *Amyris* para la producción de aceite esencial y su comercialización de forma internacional. El *Amyris balsamifera*, poderoso óleo con propiedades emolientes, antisépticas y relajantes, su principal consumidor India atraviesa en la actualidad un descenso económico que afecta directamente el ingreso de la industria dominicana.

Según Trade Map, una base de datos del Centro de Comercio Internacional, en 2016 Haití exportó US\$24.8 millones exclusivamente en aceites esenciales, para el 7 % de todas sus exportaciones. La industria haitiana de aceites esenciales se ha nutrido en menor medida y con altibajos de Vetiver, *Amyris*, Limoncillo y Naranja amarga –o agria– como materia prima, pero la severa deforestación en ese país (especialmente para hacer carbón) impactó en sus recursos, reportes y algunos conocedores del negocio confirman que la madera utilizada desde hace años para extraer aceite de *Amyris* en Haití proviene de la República Dominicana.

En cambio el Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEI-RD) reporta que las importaciones del país alcanzaron US\$1.5 millones. Las cifras reflejan la diferencia en importancia de este rubro en dos países que comparten una misma isla.

Pedro Comprés, presidente de la Cooperativa de Productos Orgánicos Dominicanos, informó que en todo el territorio dominicano existen más de 4 mil tareas de una planta llamada *Vetiver zizanioides* que produce un aceite que actualmente tiene mucha demanda en la industria farmacéutica y de perfumes. El rol de los aceites esenciales es sumamente significativo puesto que presentan infinitas propiedades, nutritivas, antioxidantes, conservantes, antibacterianas, entre otras, empleadas constantemente en el sector de la

cosmética y la belleza en busca de potencializar el uso de productos más naturales y menos químicos. (Ceballos, V. 2017)

Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto expuesto tiene como meta diversificar la producción de aceites esenciales para resistir mejor los ciclos de crisis del mercado y afrontar los conflictos económicos adversos, basándose en la exploración del mercado de esencias y su oferta de materia orgánica. Los beneficios que traen consigo entablar relaciones comerciales con otros países, tiene como finalidad aportar un mayor nivel de productividad, mejorar la economía mediante el ingreso de divisas, incrementar la oferta laboral, contribuir al aumento de salarios para los trabajadores, extender la variedad de bienes y servicios con los que comerciar, y brindar la oportunidad a las empresas de acceder a una mayor oferta y demanda.

ALCANCE

ALCANCE

El proyecto abordará desde las propiedades, usos y aplicaciones del Vetiver zizanioides & Amyris balsamifera (V&A), hasta lo más complejo como el diseño del proceso de obtención de los aceites esenciales V&A. Mediante un estudio de mercado se pretende analizar el consumo, oferta y demanda de estos productos y conocer la factibilidad y rentabilidad de crear una planta productora y comercializadora de estas esencias en la República Dominicana, teniendo en cuenta la disponibilidad de materia prima, la situación financiera y el comportamiento del mercado, para obtener:

- Beneficios socio-económicos significativos, aportando al incremento de oportunidad de trabajo e ingresos al país.
- Mayor aprovechamiento sustentable de los recursos nacionales (materia prima) para otorgar valor a los productos y servicios comerciales, junto al desarrollo de proveedores locales y regionales.
- Diversificación de la oferta de aceites esenciales producidos y exportados en República Dominicana posicionándonos en el mercado global, impactando positivamente en el saldo comercial del país.

Mediante la investigación exploratoria del estudio de mercado, se pretende consolidar la disponibilidad de recursos que sustenten la viabilidad de ejecutar el proyecto. La propuesta de innovación presentada consiste en integrar los aceites V&A no reconocidos a nivel nacional, pero con gran aceptación industrial y alto valor adquisitivo por las grandes potencias e industrias.

PRIMERA PARTE
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

De acuerdo a la historia documentada con respecto a los aceites esenciales se considera que surgieron en el Lejano Oriente, esparciéndose rápidamente como base tecnológica de proceso en Egipto, Persia y la India. Sin embargo, fue en Occidente donde surgieron los primeros alcances de su completo desarrollo.

Hasta la Edad Media, el arte de la hidrodestilación fue usada para la preparación de aguas florales. Cuando se obtenían los aceites esenciales en la superficie del agua floral, era desechado comúnmente, por considerarlo un subproducto indeseado. La primera descripción auténtica de la hidrodestilación de aceites esenciales reales fue realizada por Arnold de Villanova (1235-1311), quien introdujo “el arte de este proceso” en la terapia europea.

Por su parte Bombastus Paracelsus (1493-1541) estableció el concepto de la *Quinta Essentia* considerándola como la fracción extraíble más sublime y posible técnicamente de obtener de una planta, requerida en este tiempo para el uso farmacológico. La definición actual de “aceite esencial” recae en el concepto desarrollado por Paracelsus (Günther, 1948).

Existen evidencias de que la producción y el uso de los aceites esenciales no llegaron a ser generales hasta la mitad del siglo XVI. El físico Brunshwig (1450-1534) menciona sólo cuatro aceites esenciales conocidos durante esa época: el trementina, el enebro, el romero y el espliego (Günther, 1948). Con la llegada de la máquina de vapor y el uso de calderas de vapor para las industrias manufactureras (s. XIX), la hidrodestilación se convirtió en un proceso industrial a gran escala. Surgieron dos tipos de generadores: los de calor vivo, donde la caldera forma parte del recipiente en el que se procesa el material vegetal, trabajando a temperatura de ebullición atmosférica; y las calderas de vapor, estas no forman parte del equipo, trabajan en un amplio rango de flujos y temperaturas para el vapor saturado. Se afirma que la hidrodestilación industrial nació en el s. XIX y durante el s. XX, se buscó mejorar los diseños mecánicos de los alambiques, minimizar el alto consumo energético requerido y controlar adecuadamente el proceso (Günther, 1948; Al Di Cara, 1983; Heath and Reineccius, 1986).

Para obtener aceites esenciales de calidad y determinar su viabilidad en el comercio nacional e internacional, es imprescindible estudiar a profundidad los procedimientos técnicos de extracción, el rendimiento y la caracterización de los aceites esenciales, así como la obtención y tratamiento de materias primas provenientes de plantas medicinales, plantas aromáticas y subproductos agroindustriales. El comportamiento de oferta-demanda en el mercado, es otro aspecto a considerar en la factibilidad de las industrias de esencias, puesto a que brinda información detallada de los productos más consumidos y de gran relevancia a nivel local y global. En vista al desarrollo industrial constante se han realizado diversos estudios que permiten conocer la magnitud de lo mencionado anteriormente.

En la "Escuela Politécnica Nacional, Universidad Pública de Quito" Ecuador, Silva Portero y César Roberto realizaron un estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de aceite esencial de maracuyá en el año 2007, ejecutaron un estudio de mercado, una organización de proyecto, un plan de inversión y financiamiento, un presupuesto de caja y una evaluación, para determinar el área de alcance, la viabilidad técnica y financiera; el estudio de mercado determinó una demanda insatisfecha de aceite esencial de maracuyá. Se describió el proceso productivo para la obtención de aceite esencial de maracuyá por el método de destilación por arrastre de vapor, describió y especificó los equipos requeridos en cada etapa del proceso. Por lo tanto, es claro que el proceso base de extracción de aceites esenciales es estándar, variando en tiempos y rendimiento de acuerdo a las propiedades del vegetal a ser procesado.

Paco Noriega realizó un estudio sobre la Extracción, química, actividad biológica, control de calidad y potencial económico de los aceites esenciales en la Universidad Politécnica Salesiana, Quito Ecuador, en el año 2009. El estudio abarcó desde los procesos de extracción más difundidos, sus características físicas, químicas y biológicas; finalizando con un análisis de su potencial comercial, teniendo como objetivo el servir de material de consulta para todo aquel que desee profundizar en el tema. La biodiversidad vegetal del país proporciona una fuente muy interesante para la investigación en este campo, sea para analizar la composición química de estos productos, como para evaluar su potencial actividad biológica, y de esta manera entregar nuevas materias primas para las industrias alimenticia, cosmética y farmacéutica.

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, Max Samuel Mérida (2012) presentó una investigación que consistió en la determinación del rendimiento y la composición del aceite esencial de las hojas de 13 individuos de *Lippia chiapasensis* Loes. El aceite esencial fue obtenido por la técnica de hidrodestilación utilizando aparato tipo Clevenger y su composición se determinó por Cromatografía de Gases, por Comparación de tiempos de retención de estándares e índices de retención. A partir de los resultados se determinó la variación del porcentaje de rendimiento de los aceites, así como la dilucidación de la composición de los mismo, los resultados de este estudio exploratorio fueron útiles para que individuos de ésta especie puedan ser seleccionados y llevados a propagación en programas de cultivo que promuevan su aprovechamiento sostenible y conservación por parte de las comunidades rurales en el altiplano del país.

En el año 2012 Santos Tamayo, Luis Fernando Atahualpa, y Jhon Jader, realizaron un estudio de factibilidad para una empresa extractora de aceites esenciales en base a semillas de uva y papaya en la Universidad del Valle, Buga Guadalajara, Colombia, en el que describen la idea de desarrollo de una empresa basada en el aprovechamiento de residuos industriales para su transformación en aceites esenciales, buscando establecer la factibilidad de un proyecto de fabricación y comercialización de aceites esenciales, con base a semillas de fruta de alta producción en el Valle del Cauca, cuyo procesamiento industrial está orientado exclusivamente a la producción de jugos compotas, y vinos, utilizando sólo la carne de la fruta y desechando cualquier otra materia resultante.

En el año 2017 Lury Yibel Forero Peñuela, Zina Loren Forero Peñuela, Cícero Deschamps, y Alexandre Alves Porsse realizaron un análisis de mercado potencial para los aceites milenarios en IDESIA Brasilia, ya que en la actualidad existe poca información respecto a los valores de mercado vinculados a las exportaciones de aceites esenciales en el Brasil, por lo que se plantea como objetivo consolidar la información de las exportaciones de aceites esenciales durante los años 2000 hasta 2016. De dicha información se analizó el valor de las exportaciones de 16 aceites esenciales en el Sistema de Análisis de Información sobre Comercio Exterior (AliceWeb). Para tal fin, se observaron las exportaciones en dólares y kilogramos por cada estado brasileño y fueron examinados los diez primeros aceites esenciales con los valores más altos de exportación en dólares. En específico, los aceites esenciales con el mayor valor acumulado de exportaciones en dólares fueron Palo Rosa, Amyris, Lavanda y Vetiver. Finalmente, se concluyó que la heterogeneidad del

comportamiento en las exportaciones de los 16 aceites esenciales impidió el establecimiento de un patrón de comportamiento homogéneo para cada uno de ellos.

En el 2020 en la Universidad de Oriente, Cuba, Yudith Gonzales y Marlyz Veliz realizaron un trabajo que describe la caracterización fisicoquímica del aceite esencial de cáscara de mango obtenido mediante arrastre de vapor a partir de desechos agroindustriales, con el fin de potenciar el desarrollo de procesos tecnológicos económicos, eficaces y rentables, que incentiven la utilización de los desechos como una fuente de materias primas adecuadas para la obtención de productos de alto valor agregado, siendo esta una forma de protección al medio ambiente. Para llevar a cabo la extracción se evaluó el efecto de la presión de vapor y el estado de madurez del mango, sobre el rendimiento y calidad del aceite esencial.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE VETIVER ZIZANIOIDES

II.1. VETIVER (VETIVERIA ZIZANIOIDES)

La Planta Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) es un pasto alto (1–2 m), de crecimiento rápido y perenne de cespitosas. Tiene un sistema de raíces largo (3-4 m), masivo y complejo, que puede penetrar hasta las capas más profundas del suelo (Dalton et al., 1996; Truong, 2000; Pichai et al., 2001). El Pasto Vetiver es originario del sur y sureste de Asia, donde se ha cultivado durante siglos para techado de techos, forraje para ganado e industrias de perfumería y cosmética. El Vetiver se utilizó por primera vez para la conservación del suelo y la estabilización de la tierra en Fiji a principios de la década de 1950 y fue promovido por el Banco Mundial para la conservación del suelo y el agua en la India en la década de 1980 (Dalton et al., 1996). Su aceite aromático de raíz se puede utilizar como repelente de termitas subterráneas de Formosa y representa una alternativa natural prometedora para el control de esta plaga invasora (Zhu et al., 2001). Es probable que la tecnología del Pasto Vetiver se convierta en uno de los principales sistemas biológicos de conservación de suelos y agua, rehabilitación de tierras y estabilización de terraplenes en el siglo XXI (Grimshaw, 1997; Truong, 2000).

TABLA 1. TAXONOMÍA VETIVER ZIZANIOIDES

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Andropogoneae
Género:	Vetiveria
Especie:	Vetiver zizanioides

Fuente: Robles, Collado, 2023. Nash, George Valentine (22 Jul 1903). Flora of the Southeastern United States 67, 1326. 1903.

II.2. PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE VETIVER

El Aceite de Vetiver se obtiene de las raíces de la planta Vetiver. Tiene un aroma bastante peculiar, terroso, conocido a menudo en colonias masculinas. De acuerdo con información recopilada en *Journal of Agricultural and Food Chemistry (2009)*, este producto concentra sustancias con capacidad antioxidante. A su vez, se le atribuyen las siguientes propiedades:

- Antiinflamatorio.
- Antiséptico.
- Calmante.
- Relajante.
- Afrodisiaco.

Por su interesante composición, el Aceite de Vetiver se ha empleado en aromaterapia con el objetivo de promover el bienestar.

II.2.1. CONTRIBUYE A REDUCIR LA FATIGA MENTAL

En los momentos de cansancio, puede servir como coadyuvante para disminuir la fatiga mental. Debido a su efecto relajante, disminuye el estrés y mejora el estado de alerta.

Al respecto, un estudio hecho en animales y publicado en *Journal of Intercultural Ethnopharmacology (2012)* determinó que las propiedades refrescantes de este aceite estimulan la actividad eléctrica cerebral y ayudan a un mejor rendimiento mental.

II.2.2. FAVORECE EL CONTROL DE LOS RONQUIDOS

Aunque hacen falta más evidencias al respecto, estudios recientes han observado que puede ser beneficioso para las personas que roncan mucho. En particular, una investigación

divulgada en *Chemical Senses “Essential oils and mood”* (2019). encontró que su inhalación puede mejorar la calidad de la exhalación duran

II.2.3. AYUDA A CALMAR EL ESTRÉS Y LA ANSIEDAD

Los efectos ansiolíticos de este aceite esencial son bastante conocidos en la medicina tradicional. Incluso, desde la antigüedad se han aprovechado en rituales y terapias con el objetivo de mejorar la salud mental ante estados de estrés y ansiedad.

Sobre esto, un estudio en animales publicado en *Natural Product Research “History of Medicines”* (2009) observó que las ratas expuestas al aroma parecían estar más relajadas tras la inhalación. Aún así, se requieren ensayos en humanos para comprobar este efecto.

En cualquier caso, tanto este como otros aceites son comunes en aromaterapia a la hora de combatir los síntomas del estrés. Incluso, se combinan con aceites portadores (como de oliva o de coco) para realizar masajes relajantes.

II.2.4. ES COADYUVANTE PARA EL TDHA

El tratamiento para el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) requiere de un equipo multidisciplinario. Por lo tanto, cabe aclarar que no es una opción de primera elección para abordar esta condición. Aún así, se puede considerar un coadyuvante. Su capacidad para mejorar el estado de alerta y reducir la fatiga mental. Dicho efecto puede ayudar a que las personas con TDAH tengan una mejor concentración. Además, la acción relajante de la aromaterapia también resulta favorable, como lo expone una investigación publicada en *Translational Pediatrics* (2011).

II.2.5. CONTRIBUYE A COMBATIR LOS RADICALES LIBRES

Por su contenido de compuestos antioxidantes este aceite esencial es una buena opción para mitigar los efectos negativos de los radicales libres. Estos últimos se asocian con un mayor riesgo de enfermedades crónicas y envejecimiento prematuro.

En la actualidad, algunos productos cosméticos contienen aceite de Vetiver y, por tanto, se recomiendan para el cuidado de la piel. Su uso parece ayudar a prevenir las arrugas y otros signos de la edad.

II.2.6. PROTEGE CONTRA LAS GARRAPATAS

Es uno de los repelentes naturales más populares. Debido a su composición tiene una alta toxicidad para especies como las garrapatas. De hecho, una publicación en *Veterinary Parasitology* “*The use of essential oils in veterinary ectoparasite control: a review (2014)*”, determinó que, cuando se diluye en un aceite portador, puede ser incluso más eficiente que ciertos repelentes comerciales a la hora de proteger contra las garrapatas

II.2.7. AROMATERAPIA Y PERFUMERÍA

El Vetiver se cultiva comúnmente para la extracción del aceite destilado de sus raíces. Se estima que la producción mundial es de alrededor de 250 toneladas por año. Por sus propiedades estabilizantes o preservadoras, se usa ampliamente en los perfumes. Está contenido en, aproximadamente, el 36% de los perfumes occidentales. Haití es uno de los mayores productores de Vetiver en el mundo, junto con Java, China, India y Brasil. Los Estados Unidos, Europa, India y Japón son los principales consumidores según la publicación en *Naturalista* “*Chrysopogon zizanioides*” (2012).

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE AMYRIS BALSAMIFERA

III.1. AMYRIS (AMYRIS BALSAMIFERA)

Amyris- del griego para intenso y myron (perfume, ungüento, aroma), aludiendo a la fuerte fragancia del bálsamo; de myros (bálsamo) o myrrha (mirra), en alusión al fuerte perfume de la especie. *Amyris balsamifera* es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia Rutaceae, que agrupa unos 160 géneros y 1900 especies (Chase et al., 1999; Groppo et al., 2008). La familia tiene gran importancia económica, debido al consumo de sus frutos y a la amplia gama de compuestos fitoquímicos secundarios que presentan sus especies, como son flavonoides, limonoides, cumarinas, aceites volátiles y alcaloides (Groppo et al., 2008). Los representantes de la familia Rutaceae son árboles o arbustos escandentes, rara vez hierbas, algunas veces espinosos o aculeados, usualmente con glándulas esquizógenas (principalmente pelucidas), que contienen aceites volátiles en las hojas, ramillas, inflorescencias, partes florales, pericarpio y cotiledones. Hojas alternas, opuestas o verticiladas, enteras o dentadas, diversamente compuestas, unifolioladas, o simples, el raquis es algunas veces alado, sin estípulas. Inflorescencias en panículas, tirsos, racimos, espigas, cabezuelas, umbelas o cincinos. Flores bisexuales o unisexuales, usualmente tetrámeras a pentámeras, actinomorfas o rara vez algo zigomorfas, hipóginas o algunas veces períginas, sépalos distintos a completamente connados, pétalos distintos, estambres el doble o el mismo número que pétalos, algunas veces más numerosos (Kubitzki et al., 2011).

Los miembros del género *Amyris* son árboles o arbustos con glándulas puntiformes presentes en todos los órganos, con hojas compuestas, 1 a 11 folíolos; los folíolos son opuestos o alternos. Las flores son hermafroditas, pequeñas y actinomorfas, con 4 a 5 pétalos; los estambres son el doble del número de pétalos y están libres. Los frutos son ovalados y tienen una sola semilla (Gereau, 1991; Rebman & Chiang, 2005; Wilson 1910).

TABLA 2. TAXONOMÍA AMYRIS BALSAMIFERA

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Rutaceae
Subfamilia:	Toddalioideae
Género:	Amyris
Especie:	Amyris balsamifera

Fuente: Robles, Collado, 2023. Carlos Linneo. Systema Naturae, Editio Decima 2: 1000. 1759.

III.2. PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE AMYRIS

Es un aceite esencial obtenido de la madera del árbol balsámico de Amyris. Este árbol en particular es frecuentemente conocido como el árbol de sándalo de las Indias Occidentales, ya que su madera tiene una fragancia muy parecida a la del sándalo aunque más sutil. Al igual que el sándalo, la madera de Amyris se puede utilizar para hacer muebles. También se le conoce como madera para velas ya que, con su tendencia a quemarse más tiempo que otras maderas, ha sido frecuentemente utilizada como faro. El aceite se obtiene de la madera de Amyris por el método de destilación por vapor, se utiliza adicionalmente en numerosos tratamientos herbales para el cuidado de la piel, así como en cosméticos. El aceite esencial ayuda en la regeneración de la piel, y es también un gran remedio a base de hierbas para tratar las heridas, la piel seca y muchas otras condiciones de la piel. Se utiliza para ayudar a aliviar la ansiedad y el estrés en cuerpo y mente, lo que lo hace útil como antidepresivo, produciendo un estado de ánimo calmado y elevado. De acuerdo con información recopilada en *Journal of Natural Products "Indian sandalwood" (2009)*.

Amyris es adicionalmente efectivo cuando se utiliza como descongestionante para los senos paranasales, y trabaja para hidratar y suavizar eficientemente cuando se utiliza directamente en la piel. Desde su punto de vista terapéutico, el aceite esencial de Amyris podría ayudar a profundizar la respiración aflojando las vías respiratorias tensas, además de funcionar como un refuerzo de la salud para ayudar al corazón y al sistema linfático.

III.2.1. RELAJA Y CALMA LOS NERVIOS

Como se mencionó anteriormente, el aceite esencial de Amyris se utiliza en aromaterapia. Esto se debe a su capacidad para relajar y calmar los nervios. Esto lo hace impresionante para reducir el estrés y la irritabilidad. La fragancia tiene un efecto edificante, ideal para calmar los nervios.

III.2.2. ELIMINA TOXINAS

Se utiliza para hacer jabones junto con otros productos. Realmente funciona muy bien en la eliminación de toxinas que congestionan y distorsionan el cuerpo. Por esta razón, el cuerpo gana en salud y se mantiene libre de enfermedades.

III.2.3. RETRASA EL ENVEJECIMIENTO

Es un componente crucial en varios productos antienvjecimiento para el cuidado de la piel. Puede regenerar la piel y retrasar el proceso de envejecimiento. Las líneas finas, arrugas, manchas de la edad junto con otros problemas de la piel relacionados con el envejecimiento podrían posponerse con este aceite en particular.

III.2.4. PREVIENE LAS INFECCIONES

Posee cualidades que matan los gérmenes. Esto lo convierte en una cura efectiva para las infecciones, así como para condiciones particulares de la piel. Sus cualidades antiinflamatorias lo hacen imprescindible en el manejo de numerosos problemas de la piel.

III.2.5. REPELE INSECTOS

Otro de los beneficios es su utilidad para mantener alejados a los insectos como los mosquitos y las garrapatas. Puedes usarlo como un repelente de insectos simplemente combinando unas 50 gotas de aceite con algunos gramos de aceite base. Esta es la manera en que puedes hacer tu propio repelente de insectos libre de químicos en tu propia casa.

III.2.6. PROMUEVE UNA PIEL SALUDABLE

Se puede utilizar para obtener una piel hermosa y brillante. Masajear la piel suavemente con él antes de ir a la cama, es efectivo para obtener la piel sana que todos desean ocupándose de la regeneración de la piel. En sí mismo es eficaz para pieles secas, ya que es un emoliente abundante que lubrica y mantiene hidratada la piel. También se considera un tratamiento muy efectivo para varias condiciones de la piel, así como para heridas.

III.2.7. INDUCE UN SUEÑO REPARADOR

Otro beneficio del que puede beneficiarse del aceite esencial de Amyris es realmente el de tener un sueño saludable y reparador. Se comporta como un sedante que es perfecto para las personas que tienen problemas con el insomnio. Sus efectos calmantes y aseguran un sueño nocturno relajante, algo extremadamente importante para la salud final.

III.2.8. ALIVIA LA TOS

El aceite esencial de Amyris también se puede utilizar como aceite de masaje para calmar la tos. También puede ser utilizado como un tratamiento muy efectivo para problemas de salud como la influenza y la bronquitis. Se puede utilizar en aromaterapia para relajar el sistema cardiovascular.

III.2.9. ALIVIA EL ESTRÉS

El efecto calmante del aceite esencial puede ayudar a desestresarte, ofreciéndote un efecto relajante justo después de un largo día de estrés. Calma y relaja la ansiedad, siempre que se utilice junto con un aceite de masaje como almendra o avellana no refinados.

III.2.10. RELAJACIÓN

Unas gotas del aceite esencial pueden ser usadas en el difusor para calmar la mente (no puede ser de ultrasonidos ya que lo atascaría por su densidad). La fragancia tonificante sin duda elevará tu estado de ánimo inmediatamente.

III.2.11. HEMORROIDES

El aceite esencial de Amyris es notablemente útil para las hemorroides. Reduce la hinchazón, proporciona descanso de la picazón, dolor agudo y punzante. Además, fortalece el torrente sanguíneo.

CAPÍTULO IV

FUNDAMENTOS, CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES

Cuando se arranca el pétalo de una flor, una hoja, una rama o cualquier parte de una planta, esta libera un perfume. Esto significa que se ha liberado un Aceite Esencial.

IV.1. ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales son sustancias concentradas extraídas de diversas partes de plantas aromáticas y árboles, son fracciones líquidas altamente volátiles generalmente destilables por arrastre con vapor de agua (Martínez A, 2002).

Son un tipo concreto de metabolitos secundarios de las plantas, es decir, moléculas que no son consideradas metabolitos primarios por no participar en los procesos de respiración, aceptación de nutrientes o transporte de moléculas en ella. (A. Ávalos García y E. Pérez Urria Carril 2009). Estos suelen estar compuestos por alcoholes, ésteres, ácidos, fenoles etc., de hecho, la esencia es una mezcla compleja de numerosos compuestos volátiles con composición química diversa, que destaca por su olor. También, son característicos por tener bajo y medio peso molecular, y olor típico. Pese a que las diferentes funciones de los metabolitos primarios en la planta, como aminoácidos, lípidos, etcétera, se tienen claras, las funciones de los metabolitos secundarios son hoy una incógnita. Se cree que tienen influencia en la defensa de la planta, tanto contra insectos, como contra depredadores mayores. (E. E. Stashenko y E. E. Stashenko 2009).

Generalmente son mezclas homogéneas de hasta 100 compuestos químicos orgánicos, provenientes de la familia química de los terpenoides, generan diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano. Bajo condiciones de temperatura ambiental, son líquidos poco densos pero con mayor viscosidad que el agua e importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes), inflamables, no tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas

sensibles a determinados terpenoides (Cadby et al., 2002). Sufren degradación química en presencia de la luz solar, del aire, del calor, de ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. Son solubles en los disolventes orgánicos comunes. Casi inmiscibles en disolventes polares asociados (agua, amoniac). Son aceptados como sustancias seguras (GRAS) por la Agencia de Drogas y Alimentos de EE.UU. (FDA)

IV.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

IV.2.1. POR SU CONSISTENCIA

- **Las Esencias Fluidas:** Son líquidos muy volátiles a temperatura ambiente (esencias de albahaca, caléndula, citronela, pronto alivio, romero, tomillo, menta, salvia, limón).
- **Los Bálsamos:** Son líquidos de consistencia más espesa, poco volátiles, contienen principalmente sesquiterpenoides y son propensos a polimerizarse (bálsamos de Copaiba, bálsamo de Perú, bálsamo de Tolú).
- **Las Oleorresinas:** Aceites aromáticos provenientes de las plantas en forma concentrada, son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, chicle, oleorresinas de paprika, de pimienta negra, de clavel). Contienen los aceites esenciales, los aceites fijos, los colorantes y los principios activos de la planta. “*Aceites esenciales*” (Martines, A. 1997)

IV.2.2. POR SU NATURALEZA QUÍMICA

- **Compuestos alifáticos de bajo peso molecular:** Son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno cuyo carácter no es aromático. Ej: alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos.
- **Monoterpenos:** Terpenos de 10 carbonos derivados biosintéticamente de geranyl pirofosfato (GPP) y farnesil pirofosfato (FPP), son esencias volátiles de las flores (hierbas y especias), en los que ellos forman parte de hasta el 5 % en peso de la planta seca. Ej: linalool, nerol, 1-8 cineol, geraniol).
- **Sesquiterpenos:** Son los terpenos de 15 carbonos (es decir, terpenoides de un monoterpenoide y medio). Ej: farnesol, nerolidol.
- **Compuestos oxigenados** (alcoholes, aldehídos, cetonas) (Martines, A. 1997)

IV.2.3. POR SU ORIGEN

- **Aceites esenciales Naturales:** Se obtienen directamente de la planta y no se someten posteriormente a ninguna modificación fisicoquímica o química, son costosos y de composición variada.
- **Aceites esenciales artificiales:** Se obtienen por enriquecimiento de esencias naturales con uno de sus componentes; también se preparan por mezclas de varias esencias naturales extraídas de distintas plantas.
- **Aceites esenciales sintéticos:** Son mezclas de diversos productos obtenidos por procesos químicos, son más económicos y por lo tanto se utilizan mucho en la preparación de sustancias aromatizantes y saborizantes. (Martines, A. 1997)

IV.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales varían del color amarillo muy claro casi transparente, al amarillo intenso pasando por una gama de verdes, presentan una densidad que varía según las

especies, en valores menores que el agua (densidad=1g/cm) y muy pocos superiores a 1 (menores que 2).

Estos aceites son solubles en alcoholes y compuestos orgánicos, son lipofílicos (miscible en compuestos lípidos), líquidos a temperatura ambiente y más livianos que el agua, lo cual permite una separación fácil entre el agua y el aceite esencial.

IV.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES

Se trata de productos químicos intensamente aromáticos, no grasos (por lo que no se enrancian), volátiles por naturaleza (se evaporan rápidamente) y livianos (poco densos). Son insolubles en agua, levemente solubles en vinagre, y solubles en alcohol, grasas, ceras y aceites vegetales. Se oxidan por exposición al aire. Por consiguiente, en los aceites esenciales se pueden distinguir tres clases o categoría principales: componentes monoterpénicos; compuestos sesquiterpénicos y terpenoides; derivados fenilpropanos. Los dos primeros comparten el mismo patrón biosintético, sus estructuras químicas pueden verse como si fueran hechas de múltiples estructuras de isopropeno.

Los aceites esenciales también tienen una clasificación química según el índice de yodo, estas se pueden clasificar como:

- **Aceites Secantes:** (como el de linaza y los del pescado) tienen índices de yodo muy elevados que pasan de 120. Son los que al exponerse a la acción del aire absorben el oxígeno de este y forman películas transparentes semejantes a la goma elástica.
- **Aceites No Secantes:** (como el de oliva, maní y almendras) tienen índices de yodo inferiores a 100. Son los que al exponerse a la acción del aire se mantienen líquidos y se espesan un poco.
- **Aceites Semisecantes:** (como el de algodón, ajonjolí y maíz) tienen índices de yodo intermedios, estos aceites desecan menos que los secantes y su índice de yodo está comprendido entre 100 y 120. (Martines, A. 1997).

CAPÍTULO V

TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Según la variedad del material vegetal, parte de la planta a emplear y estabilidad del aceite esencial que se pretenda obtener, se emplean diversos procedimientos físicos y químicos de extracción, donde su correcta aplicación será lo que determine la calidad del producto final. Dependiendo de las variables anteriores, se tienen diversas técnicas de extracción, como se muestran en la Tabla 3:

TABLA 3. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Tipos de métodos	Procedimiento	Productos obtenidos
Métodos directos	Extrusión	Aceites esenciales cítricos
	Exudación	Gomas, resinas y bálsamo
Destilación	Directa Con arrastre de vapor Destilación - maceración (liberación de enzimas de aglicona en agua caliente)	Aceites esenciales y aguas aromáticas
	Solventes volátiles	Infusiones resinoides alcohólicas Concretos y absolutos
Extracción con solventes	Solventes fijo (grasas y aceites)	Absolutos de pomada Absolutos enflorados
	Extracción de fluidos en estado supercrítico	

Fuente: ÁLVAREZ Z., Judy Andrea; URIBE E., Jorge Hernán.(2004) Extracción de aceites esenciales con vapor de agua: banco de ensayos y propuesta de plan de negocio. Universidad Nacional DE Colombia Sede Medellín,

V.1. MÉTODOS DIRECTOS

Los métodos directos se aplican principalmente a los cítricos, porque sus aceites están presentes en la corteza de la fruta, y el calor de los métodos de destilación puede alterar su composición. El aceite de los cítricos está contenido en numerosas celdas del epicarpio. Al exprimir la corteza tales celdas se rompen y liberan el aceite, el cual se recoge inmediatamente para evitar que sea absorbido por la corteza esponjosa que resulta después de este tipo de procesos. Los fenómenos que ocurren durante la extracción del aceite se clasifican en varias etapas:

1. Laceración de la epidermis y de las celdas que contienen la esencia.
2. Generación en la cáscara de áreas con presión mayor que sus circundantes a través de las cuales el aceite fluye al exterior.
3. Abrasión de la cáscara, con la formación de pequeñas partículas de la raspadura.

V.1.1 PROCEDIMIENTOS DE MÉTODO DIRECTO

V.1.1.1 RASPADO

Este procedimiento en algunos de los equipos en los que se realiza , sale la esencia ya liberada, mientras que en otros se obtienen raspaduras las cuales son comprimidas.

V.1.1.2 EXUDACIÓN

Este procedimiento se utiliza básicamente para aislar las gomorresinas de árboles y arbustos.

V.1.1.3 DESTILACIÓN

Consiste en separar por calentamiento, en alambiques u otros vasos, sustancias volátiles que se llaman esencias, relativamente inmiscibles con el agua, de otras más fijas, enfriando luego su vapor para reducirlas nuevamente a líquido. En general los componentes del equipo de destilación para extraer aceite esencial son:

- **Fuentes de energía:** Se deben considerar dos tipos básicos de fuente de energía en la destilación de los aceites esenciales comerciales: En primer lugar la combustión de la madera, la cual una vez iniciada, se mantiene con el material vegetal desgastado de una destilación anterior, y por otro lado, el vapor generado en una caldera.
- **Destilador:** Es el recipiente donde se carga el material vegetal que se destila, también se le llama extractor o alambique, generalmente es de forma cilíndrica y se instala verticalmente. Su capacidad depende de la escala de operación.
- **Intercambiador de calor:** También se le conoce como condensador, su función involucra la remoción de calor para transformar al estado líquido la mezcla de vapor de agua y aceite esencial que emerge del destilador. Los dos diseños más populares son el de tipo serpentín y el de tipo coraza y tubo o tipo tubular.
- **Decantador:** Popularmente se le conoce como separador del aceite o vaso florentino, su función consiste en separar la mezcla de agua y aceite esencial proveniente del intercambiador de calor. Si el aceite esencial es más ligero que el agua se ubicará en la capa superior o en la capa inferior, si es más pesado.

V.1.2 PROCEDIMIENTOS DE LA DESTILACIÓN

V.1.2.1. DESTILACIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR DE AGUA

Es el proceso más común para extraer aceites esenciales, más no es aplicable a flores ni a materiales que se apelmazan. En esta técnica se aprovecha la propiedad que tienen las moléculas de agua en estado de vapor de asociarse con moléculas de aceite. La extracción se efectúa cuando el vapor de agua entra en contacto con el material vegetal y libera la esencia, para luego ser condensada. Con el fin de asegurar una mayor superficie de contacto y exposición de las glándulas de aceite, se requiere picar el material según su consistencia.

V.1.2.2 DESTILACIÓN CON AGUA O HIDRODESTILACIÓN

Similar al arrastre con vapor, consiste en poner a hervir agua, bien sea por fuego directo, camisa de vapor o camisa de aceite, en la cual se ha sumergido previamente el material vegetal, preferiblemente en polvo, con el objeto de que el vapor de agua ejerza su acción en el mayor número posible de partículas vegetales. El material vegetal aromático siempre debe encontrarse en contacto con el agua, para así evitar el sobrecalentamiento y la carbonización del mismo. Debe mantenerse en constante agitación para evitar que se aglomere o sedimente al adherirse a las paredes del recipiente, lo cual puede provocar también su degradación térmica.

V.1.2.3. DESTILACIÓN AGUA - VAPOR O VAPOR HÚMEDO

Este procedimiento comúnmente se utiliza en el agro para destilar especialmente hierbas y hojas. El material se coloca sobre una parrilla, y luego, entre el fondo y la parrilla se coloca el agua, hasta un nivel un poco inferior a la parrilla. Cuando se dispone de poca agua, el agua que sale con el aceite esencial en la primera extracción, se recircula al extractor para sostener el proceso de destilación (cohobación).

V.1.2.4. DESTILACIÓN PREVIA MACERACIÓN

El método se aplica para extraer el aceite de semilla de almendras amargas, bulbos de cebolla, bulbos de ajo, semillas de mostaza y hojas de corteza de abedul. En el caso de

plantas aromáticas, la maceración en agua caliente se emplea para favorecer la separación de su aceite esencial, ya que sus componentes volátiles están ligados a componentes glicosilados.

V.1.2.5. DESTILACIÓN AL VACÍO

Se han diseñado sistemas para aislar constituyentes del aceite esencial, el cual se basa en sus diferentes puntos de ebullición. La mayor ventaja de este método, es la mínima probabilidad de descomposición de los aceites esenciales y formación de compuestos no deseados, debido a las bajas temperaturas de trabajo.

V.1.2.6. DESTILACIÓN MOLECULAR

Este método se utiliza para la obtención de productos coloreados, más estables y la recuperación de las notas más delicadas que caracterizan los aceites esenciales. Se basa en una destilación del material entre 10,3 a 10,6 psi, cuyo producto se procesa con diversos solventes orgánicos, que luego se separan y recuperan, obteniendo en cada fase orgánica compuestos determinados del aceite esencial según su afinidad frente al solvente.

V.2. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES

La extracción con disolventes es la técnica de separación de un compuesto a partir de una mezcla sólida o líquida, aprovechando las diferencias de solubilidad de los componentes de la mezcla en un disolvente adecuado. Constituye una de las técnicas de separación de compuestos más utilizada en el laboratorio químico.

V.2.1. PROCEDIMIENTOS DE LA DESTILACIÓN

V.2.1.1. MACERACIÓN EN GRASA

Es un método de extracción con grasa caliente basado en sumergir los pétalos de flores en la grasa, y luego extraer las esencias con alcohol. Este método se ha reemplazado por completo por la extracción con disolventes orgánicos.

V.2.1.2. EXTRACCIÓN CON SOLVENTES VOLÁTILES

Se basa en la facilidad de los disolventes orgánicos para penetrar en el material vegetal y disolver sus aceites volátiles, debido a las diferencias de punto de ebullición entre el aceite esencial y el solvente. Tiene la ventaja de trabajar a temperaturas bajas, por lo que no provoca la termodestrucción ni alteración química de los componentes del aceite. Además ofrece la posibilidad de separar componentes individuales y/o presentes en poca cantidad. Se utiliza a escala de laboratorio pues a escala industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes. Se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias (algunas veces tóxicas). La muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como éter de petróleo, pentano, éter etílico, alcohol, cloroformo. Estos solventes solubilizan la esencia y extraen otras sustancias tales como ácidos grasos, ceras y pigmentos. que se pueden separar por destilación controlada.

V.2.1.3. EXTRACCIÓN POR FLUIDOS SUPERCRÍTICOS (EFS)

Consiste en utilizar como material de arrastre sustancias químicas en condiciones especiales de temperatura y presión. El material vegetal se corta en trozos pequeños, se licua y se empaca en una cámara de acero inoxidable por donde se hace circular un líquido supercrítico. Los aceites esenciales se solubilizan y el líquido supercrítico que actúa como solvente extractor se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente. Finalmente se obtiene un aceite puro.

V.2.1.4. ENFLORACIÓN O ENFLEURAGE

Se emplea para la extracción de esencias de flores delicadas, sensibles al calor y costosas como: rosa, jazmín, azahar, acacia, violeta, y resinas como la mirra. Los pétalos frescos se ponen en contacto con una delgada capa de grasa y el perfume emitido por las flores se absorbe. Después de dos o tres meses, muchas capas de grasa se saturan con las moléculas perfumadas del aceite de la flor, el cual se trata con alcohol y luego se destila para obtener la esencia. (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA 2014).

CAPÍTULO VI

CONTROL DE CALIDAD EN ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales son sustancias complejas, a pesar del origen natural requieren unos cuidados muy particulares para su obtención, deben ejecutarse con precaución. La calidad de la materia prima es tan importante como el proceso de destilación. Bajo la actuación del oxígeno, del agua, del vapor de agua y de la temperatura las moléculas aromáticas de la materia vegetal sufren varias modificaciones (oxidaciones, hidrólisis, reestructuraciones, etc.,) mínimas en ciertos casos, importantes en otros.

En la industrial para mantener una calidad constante, es necesario fijar criterios de calidad para cada aceite esencial. El conjunto de estos criterios constituye la norma de calidad. Un adecuado y estricto control de calidad se basa en la determinación de propiedades organolépticas, constantes físicas, propiedades químicas y la combinación de datos analíticos obtenidos con técnicas modernas.

En el ámbito internacional los aceites esenciales deben cumplir con normativas comerciales en las que se destacan las normas ISO, la certificación kosher, el Código de Conducta de RIFM y la aprobación de la FDA.

El objetivo de la norma de calidad es evitar y controlar adulteraciones en todos los productos terminados o sus materias primas. Las normas de calidad generales de un aceite esencial las establece la legislación de cada país. Se normalizan, por ejemplo, los métodos de análisis y las condiciones de transporte, empaquetado y etiquetado. Generalmente las especificaciones para un determinado aceite esencial suelen ser muy parecidas a las normas establecidas por distintos organismos. Las principales diferencias se encuentran en relación al uso final que vaya a tener la esencia.

VI.1. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Se describe el olor, color, sabor y aspecto de los aceites obtenidos, puesto que estas características físicas contribuyen a la definición de la calidad y además orientan sobre las posibles aplicaciones industriales.

VI.2. CONSTANTES FÍSICAS

Para definir la calidad de un aceite esencial se determinan las siguientes constantes físicas:

VI.2.1. DENSIDAD A 20 °C

Esta determinación tiene interés por encontrarse siempre citada en literaturas afines, ayudando a definir calidades y permitiendo también descubrir, en algunos casos, cantidades pequeñas de adulterantes. La densidad puede determinarse con un picnómetro, o un densímetro electrónico.

VI.2.2. PUNTO DE INFLAMACIÓN

Es la temperatura más baja a la cual los vapores sobre la superficie de un aceite se encienden al contacto con una llama abierta, midiendo la tendencia de un aceite a formar una mezcla inflamable con el aire.

VI.2.3. PUNTO DE SOLIDIFICACIÓN O DE CONGELACIÓN

Tiene por objeto determinar y separar componentes de distinto punto de solidificación, y en algunos casos, también definir la calidad del aceite.

VI.2.4. ÍNDICE DE REFRACCIÓN

El índice de refracción de un aceite esencial con respecto al del aire, corresponde a la razón del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción emitido, de un rayo de luz que pasa del aire al aceite. Aunque los valores representados por el índice de refracción de los aceites esenciales oscilan entre límites muy pequeños, se practica su determinación porque puede señalar adulteraciones y envejecimientos de los mismos.

Puede determinarse mediante un refractómetro electrónico y suele medirse a 20 °C o de lo contrario se realiza una corrección por diferencia de temperatura. Las principales ventajas de éste parámetro son la rapidez y la sencillez con que puede obtenerse.

VI.2.5. ÍNDICE DE ROTACIÓN

Los componentes de los aceites esenciales con frecuencia son ópticamente activos (desvían el plano de polarización de la luz), siendo un isómero óptico el que predomina. Por esta razón, la determinación del poder rotatorio puede ser de gran utilidad para la detección de adulteraciones o falsificaciones. Además, ésta propiedad se mide de forma fácil, rápida y segura, lo que explica la importancia de su determinación.

VI.2.6. SOLUBILIDAD EN ETANOL

Todos los aceites esenciales son solubles en alcohol etílico absoluto y muchos son solubles en alcohol etílico diluido. Tiene especial importancia porque, aparte de ser una constante física que se señala en la bibliografía, indica, particularmente en algunos casos, la adulteración del aceite, y en otros, puede indicar a priori, determinadas aplicaciones del aceite esencial analizado.

VI.3. DETERMINACIONES QUÍMICAS

Algunas de las características químicas más importantes de los aceites esenciales son:

VI.3.1. ÍNDICE DE ACIDEZ

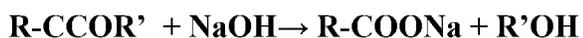
La mayor parte de las esencias contienen pequeñas cantidades de ácidos. Por lo tanto el contenido en ácido se expresa como Número de Ácido más que como porcentaje de un ácido determinado. El Número De Ácido de un aceite se expresa como el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos libres en 1 gramo de aceite. Al determinar el número de ácidos es conveniente usar álcalis diluidos para evitar reacciones de saponificación. También deben tomarse precauciones especiales en casos de aceites con alto contenido fenólico. Las condiciones de almacenamiento del aceite inciden en su contenido en ácidos libres, pues con el tiempo se oxidan los aldehídos y se hidrolizan los ésteres.

VI.3.2. ÍNDICE DE ÉSTER

Se determina el contenido de ésteres de la muestra, y se expresa el número de miligramos de hidróxido potásico necesarios para saponificar los ésteres que contiene un gramo de aceite esencial. Esta es una determinación de gran importancia en los aceites esenciales. Los ésteres presentes comúnmente en los aceites son ésteres de ácidos monobásicos.

VI.3.3. ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN

Representa la suma del índice de acidez y el índice de éster. El proceso de saponificación se puede representar por la siguiente reacción:

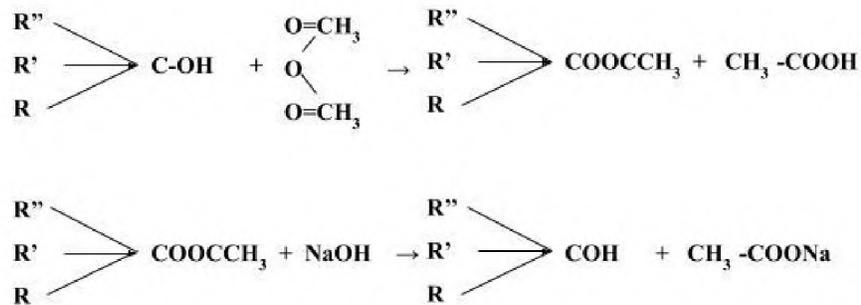


Siendo R y R' radicales alifáticos, aromáticos, etc.

VI.3.4. ÍNDICE DE ACETILO

Los constituyentes alcohólicos de un aceite esencial de un aceite esencial se determinan por acetilación. El aceite se acetila con anhídrido acético y se determina el contenido en éster del aceite resultante, a partir de este valor puede determinarse el porcentaje

en alcohol en le. muestra de aceite original. Las reacciones químicas básicas comprendidas en esta determinación pueden ser resumidas en las siguientes reacciones:



Siendo R, R', R'' átomos de hidrógeno u otro radical cualquiera.

VI.4. NORMATIVAS PARA COMERCIALIZAR ACEITES ESENCIALES

VI.4.1. NORMATIVAS ISO

En el ámbito internacional se destacan las normas ISO (International Organization for Standardization), que tiene un comité técnico (ISO/TC 54) especialmente dedicado a la redacción de normas sobre aceites esenciales.

El aceite esencial de Vetiver zizanioides presenta sus propias normalizaciones para regular o controlar su uso, aplicación, característica y beneficios de este aceite. La **ISO 4716:2013** especifica ciertas características del aceite esencial de Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) para facilitar la evaluación de su calidad. Igualmente existen diversas normas que rigen los aspectos mencionados con anterioridad:

- ISO/TR 210: Aceites esenciales - Normas generales de envasado, acondicionamiento y almacenamiento
- ISO/TR 211: Aceites esenciales - Normas generales para el etiquetado y marcado de los envases
- ISO 212: Aceites esenciales - Muestreo

- ISO 279: Aceites esenciales - Determinación de la densidad relativa a 20 °C - Método de referencia
- ISO 280: Aceites esenciales - Determinación del índice de refracción
- ISO 592: Aceites esenciales - Determinación de la rotación óptica
- ISO 875: Aceites esenciales - Evaluación de la miscibilidad en el etanol
- ISO 1242: Aceites esenciales - Determinación del valor ácido
- ISO 11024: (todas las partes), Aceites esenciales - Guía general sobre perfiles cromatográficos

La norma a implementar para el *Amyris balsamifera* con el fin de facilitar la evaluación de su calidad es la **ISO 3525:2008**. Considerando las características de este aceite, las normativas a tener en cuenta en cada una de las instancias del tratamiento son las siguientes:

- ISO/TR 210: Aceites esenciales - Normas generales de envasado, acondicionamiento y almacenamiento.
- ISO/TR 211: Aceites esenciales - Normas generales para el etiquetado y marcado de los envases.
- ISO 212: Aceites esenciales - Muestreo.
- ISO 279: Aceites esenciales - Determinación de la densidad relativa a 20 °C - Método de referencia.
- ISO 280: Aceites esenciales - Determinación del índice de refracción.
- ISO 592: Aceites esenciales - Determinación de la rotación óptica.

- ISO 875: Aceites esenciales - Evaluación de la miscibilidad en el etanol.
- ISO 1242: Aceites esenciales - Determinación del valor ácido.
- ISO 11024-1: Aceites esenciales - Guía general sobre perfiles cromatográficos - Parte 1: Preparación de perfiles cromatográficos para su presentación en las normas.
- ISO 11024-2: Aceites esenciales - Guía general sobre perfiles cromatográficos - Parte 2: Utilización de perfiles cromatográficos de muestras de aceites esenciales.VI.4.2.

APROBACIÓN DE LA FDA

La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) regula los productos para aromaterapia y cosmética de acuerdo con el uso previsto del producto. Saber si la FDA considera que su producto es un medicamento o un cosmético es esencial para preparar su producto para el mercado.

Code of Federal Regulations Title 21 (CFR) for Vetiver zizanioides and Amyris balsamifera oil essential: FDA 172.510.

VI.4.3. CERTIFICACIÓN KOSHER

La certificación kosher, garantiza a los consumidores que la elaboración de los productos e ingredientes que contienen cumple con la política de alimentos, además es indicador de que el producto cumple con estrictas normas de limpieza, pureza y calidad.

VI.4.4. CÓDIGO DE CONDUCTA RIFM

En la producción de cosméticos y perfumes, existen los llamados límites dérmicos. Su seguridad es evaluada en primera instancia por el Research Institute for Fragrance Materials (RIFM). Los miembros de la Asociación Internacional de Fragancias (IFRA) están obligados a cumplir con las normas y el Código de Conducta de RIFM reguladas por la Unión Europea, que contienen las reglas de producción y manejo de compuestos aromáticos.

VI.5. PARÁMETROS DE CALIDAD PARA ACEITE ESENCIAL VETIVER

ZIZANIOIDES

La evaluación de los parámetros de calidad de los aceites esenciales pueden variar en dependencia del origen de la materia prima, tiempo de cosecha y el proceso de obtención del aceite, considerando lo mismo se toman como referencia los parámetros del aceite producido en Haití, uno de los mayores productores de Vetiver en el mercado con una calidad reconocida en el sector como la preferida por su alto contenido de vetiverol (constituyente principal de los aceites de Vetiver), este aceite es útil para aislar el vetiverol y transformarlo en acetato de vetiverilo.

Su aroma es rico y duradero, su color casi negro. Su olor es algo distinto y no puede reemplazar al olor de Java o el de Reunión en las fórmulas en que estos figuran. Según algunos por esta razón el aceite de Vetiver de Haití debe ser considerado como un aceite distinto. Varios lotes de aceite de Vetiver de Haití fueron analizados por Fritzsche Bros. Inc. N.York Dando las siguientes propiedades.

TABLA 6. CONSTANTES Y PARÁMETROS DE CONTROL CALIDAD ACEITE ESENCIAL VETIVER

Parámetros	Resultados
Peso específico a 20 °C	1.014 - 1.042
Rotación óptica (°)	+22 a +44
Índice de refracción a 20 °C	1.5198 - 1.5250
Índice de ácido	7.5 a 16.8
Punto de inflamación	119°C
Solubilidad	Soluble en 0.5v. de alcohol 90%

Fuente: Robles, Collado, 2023. ISO 4716:2013. Obtenida el 30 de octubre de 2022, a través de la página web <http://www.iso.org>, “Listado de las normas ISO trabajadas por el Comité técnico para Aceites Esenciales”.

VI.6. PARÁMETROS DE CALIDAD PARA ACEITE ESENCIAL AMYRIS BALSAMIFERA

La caracterización de un aceite vegetal consiste en la evaluación de sus propiedades o parámetros y constantes en cuanto a color, densidad, índice de refracción, índice de acidez etc.

La planta *Amyris balsamífera*, se compone de adinol, cadineno, cariofileno, valerianol (22%), beta-eudesmol (17%), gamma-eudesmol (11%), y elemol (10%); sus características organolépticas principales son: aspecto líquido ligeramente viscoso, color amarillo pálido a ámbar, y sabor ahumado, amaderado, sándalo, balsámico. Los parámetros y constantes identificados por organismos reguladores para el aceite esencial de *Amyris balsamifera* son los siguientes:

TABLA 7. CONSTANTES Y PARÁMETROS DE CONTROL CALIDAD ACEITE ESENCIAL AMYRIS

Parámetros	Resultados
Peso específico a 20 °C	0.929 - 0.976
Rotación óptica (°)	+15 a + 40
Índice de refracción a 20 °C	1.479 - 1.515
Índice de ácido	-
Punto de inflamación	110 °C
Solubilidad	Soluble en 1:1 de alcohol 90%

Fuente: Robles, Collado, 2023. ISO 3525:2008. Obtenida el 30 de octubre de 2022, a través de la página web <http://www.iso.org>, “*Listado de las normas ISO trabajadas por el Comité técnico para Aceites Esenciales*”.

VII.7. COMPOSICIÓN TÍPICA DEL ACEITES ESENCIALES POR ARRASTRE DE VAPOR

TABLA 8.COMPOSICIÓN TÍPICA DEL ACEITE ESENCIAL DE VETIVER ZIZANIOIDES EXTRAÍDO MEDIANTE ARRASTRE DE VAPOR

Component Name	Área [%]	Área [%]	
		Minimim	Max
isoeugenol <(E)>	0.07	-	-
prezizaene	0.23	-	-
khusimene	0.46	-	-
muurolene <alpha>	0.97	-	-
vetispirene <alpha>	0.31	-	-
vetispirene <beta>	1.23	-	-
muurolene <gamma>	0.1	-	-
epizonarene	0.79	-	-
zonarene	0.2	-	-
vetivenene <gamma>	0.53	-	-
calacorene <alpha>	0.45	-	-
Vetivenene-Beta	1.78	0.7	3
Elemol-Beta	1.23	-	-
Vetiveryl Acetate	3.22	-	-
oplopenone <beta>	1.22	-	-
Vetiselinol	2.69	-	-
Khusimol	10.78	6	15
Isovelencenol	8.44	6	14
Vetivone-Beta	2.48	1.5	5
Isovalencenal	0.8	-	-
Vetivone-Alpha	3.49	1.5	4.5

OVER ALL

GOOD

Fuente: Robles, Collado, 2023. Vetiver production 001 (comparación). Datos de análisis de composición mediante Cromatografía de gases.

Nota: Solo se muestran los valores indicados para el área mínima y máxima de los principales compuestos de este aceites, según su relevancia en las propiedades y aplicaciones de la esencia de Vetiver.

TABLA 9.COMPOSICIÓN TÍPICA DEL ACEITE ESENCIAL DE AMYRIS BALSAMIFERA EXTRAÍDO MEDIANTE ARRASTRE DE VAPOR

Component Name	Área [%]	Área [%]	Área [%]	Área [%]	Área [%]	
					Minimim	Max
	0,08	0.08	0.08	0.07	-	-
	0,13	0.12	0.13	0.10	-	-
Cyclo-Hexane	51,65	47.50	48.58	44.63	-	-
	0,54	0.44	0.47	0.41	-	-
	0,09	0.06	0.06	0.06	-	-
			0.19		-	-
Terpenes	5,56	6.29	7.23	6.76		<13
Elemol	5,10	5.64	5.81	6.07	5	15
trans-Nerolidol	0,15	0.13	0.18	0.18	-	-
	0,09	0.10	0.10	0.09	-	-
Rosifolol	0,43	0.47	0.46	0.47	-	-
Hedycayol	0,62	0.73	0.70	0.72	-	-
		0.06	0.06	0.08	-	-
epi-gamma-Eudesmol	5,81	6.34	5.98	6.19	6	12
gamma-Eudesmol	2,70	2.91	2.97	3.21	-	-
	0,08	0.20	0.20	0.23	-	-
	0,47	0.63	0.62	0.65	-	-
Valerianol	19,36	21.14	19.21	21.65	15	35
7-epi-alpha-Eudesmol	5,71	5.73	5.53	5.91	7	15

OVER ALL

GOOD

Fuente: Robles, Collado, 2023. Amyris comp. (A-187 VS...). Datos de análisis de composición mediante Cromatografía de gases.

Nota: Solo se muestran los valores indicados para el área mínima y máxima de los principales compuestos de este aceites, según su relevancia en las propiedades y aplicaciones de la esencia de Amyris.

SEGUNDA PARTE
MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO VII

MARCO METODOLÓGICO

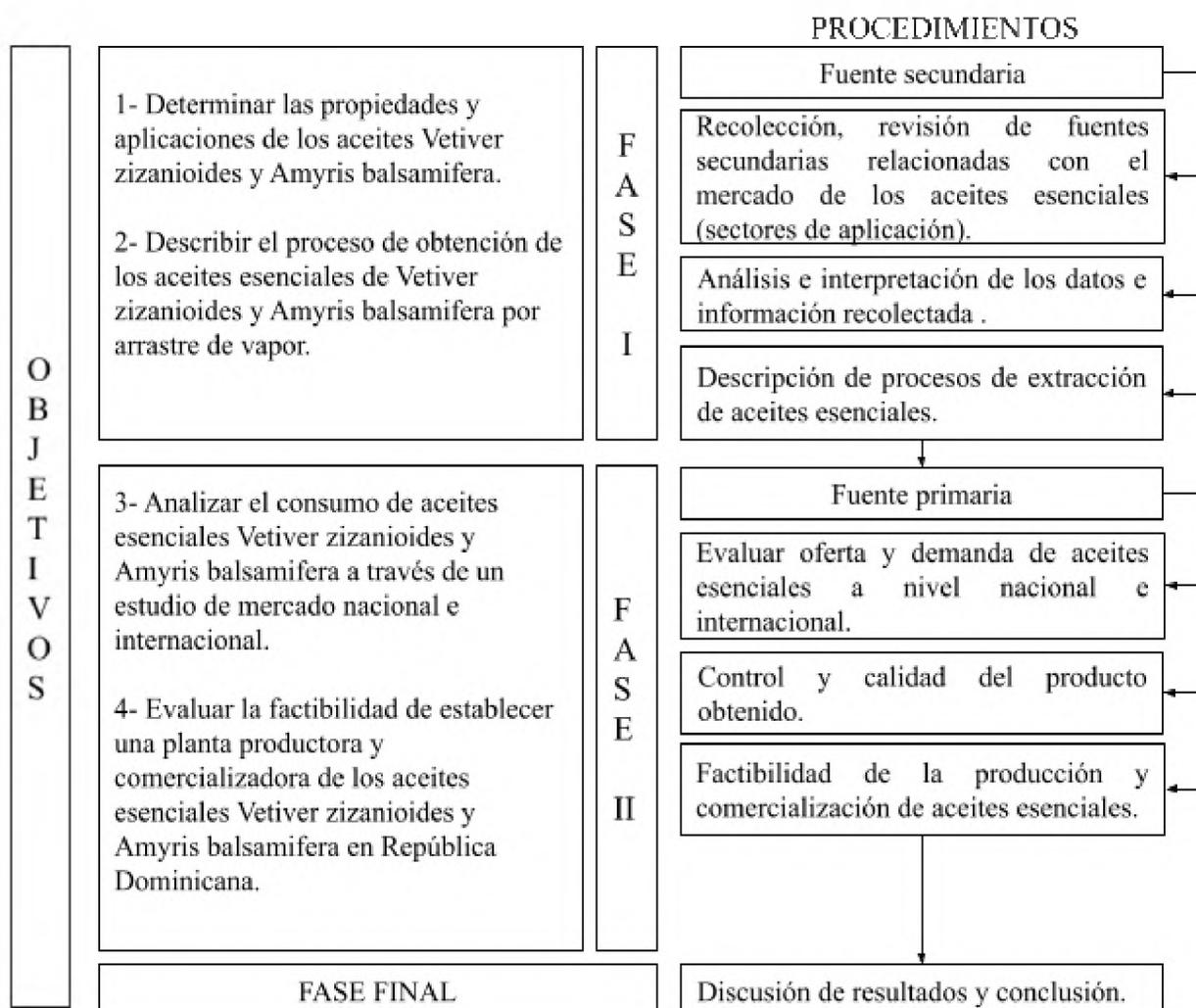
El presente marco metodológico tiene por objetivo describir las actividades investigativas a realizar para conocer la factibilidad de crear una planta de producción y comercialización de los aceites esenciales “*Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera*” en República Dominicana.

VII.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La modalidad de la investigación será tanto cualitativa como cuantitativa, estas son las que mejor se adaptan a las necesidades del estudio, aportando descripciones densas y ricas con el propósito de interpretar y aplicar las técnicas sobre el caso. El modelo de análisis es inductivo para desarrollar categorías conceptuales que ilustren, ratifiquen o desafíen presupuestos teóricos difundidos antes de la obtención de la información. El caso estudiado consiste en desarrollar una propuesta viable que permita la producción nacional y comercio global de los aceites esenciales de *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera*, potencializando los recursos existentes en territorio dominicano para diversificar la producción de aceites esenciales en el mercado extranjero, generando a su vez beneficios socioeconómicos internos y externos.

La metodología aplicada en el presente proyecto es el estudio de casos interpretativos, que parte de la explicación de los procedimientos requeridos para las actividades pensadas, relacionadas directamente con los objetivos propuestos y el análisis de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto o de la posibilidad de ejecución del mismo. Aunque hace énfasis en el trabajo empírico, exige un marco de referencia teórica para analizar, interpretar e implementar los datos recolectados en el caso estudiado.

Este tipo de investigación son particularmente útiles para obtener información básica para planear investigaciones más amplias, pues, debido a lo intensivo de la indagación, arrojan luz sobre importantes variables, interacciones y procesos que merezcan ser investigados más extensivamente. En base a este fundamento para la primera etapa de la investigación se revisaron y analizaron fuentes secundarias relacionadas con el mercado nacional e internacional de los aceites esenciales, incluyendo sus propiedades y aplicaciones en industrias químicas. Asimismo, se consultó y comparó las distintas ofertas de aceites esenciales ofrecidas por la competencia recurriendo a la revisión de informes de mercados en Ultra International.B.V, además de investigaciones académicas y documentos complementarios que estudian este tipo de productos. Para la segunda fase, se recabó información desde las fuentes primarias para validar la información de la primera etapa, Es así como en esta fase se descubrieron las preferencias y atributos más valorados por los consumidores finales.



Fuente: Robles, Collado, 2023. Esquema metodológico.

VII.2. METODOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE FUENTES

Los instrumentos de recolección de información usados en el presente proyecto de diversificación de aceites esenciales siguen una metodología cuantitativa y cualitativa de acuerdo con los objetivos establecidos con anterioridad. Las fuentes por emplear serán de 2 tipos:

VII.2.1. FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias de información son “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, monografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también “fuentes de información de primera mano” (Bounocore, 1980). Incluye la producción documental electrónica de calidad. La fuente primaria del presente proyecto está orientada al enriquecimiento mediante informaciones y datos válidos (libros , artículos científicos, tesis) que permiten conocer, distinguir y clasificar los aceites esenciales, así como también proporcionan recursos ideales para la realización de planes productivos y comerciales enfocados en el desarrollo industrial.

TABLA 5. FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Fuentes	Acceso a la información
Libros	Introducción a la Industria de los Aceites Esenciales extraídos de Plantas Medicinales y Aromáticas.
Tesis	Plan de negocios para la comercialización de aceites esenciales
Artículos científicos	Referentes de aplicaciones, novedades y comunicados informativos acerca de los aceites esenciales (Amyris balsamifera y Vetiver zizanioides.)

Fuente: Robles, Collado, 2023. Fuentes de información primaria.

VII.2.2. FUENTES SECUNDARIAS

Se definen como “aquellas que contienen datos o informaciones reelaborados o sintetizados” (Buonocore, 1980). El autor también menciona que se puede tomar “los resúmenes, obras de referencia (diccionarios o enciclopedias), un cuadro estadístico elaborado con múltiples fuentes, entre otros; igualmente interpreta y analiza las fuentes primarias”. Además, las fuentes secundarias son textos establecidos por fuentes primarias y apoyan al análisis, síntesis, interpretación o evaluación de la investigación.

Las fuentes secundarias utilizadas en el proyecto orientaron las informaciones obtenidas con anterioridad, para validar, comprobar y esquematizar con datos contundentes que nos permiten analizar detalladamente los factores que influyen en la producción y comercialización de los aceites esenciales.

TABLA 4. FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS

Fuentes	Origen
Estadísticas nacionales e internacionales	Market Research.Biz, Oficina nacional de estadística (ONE), ITC, UN Comtrade Analytics, AIRD, ProDominicana
Publicaciones nacionales	Libros, tesis, revistas, investigaciones, informes, otros.
Sitios web	Ultra International B.V., TradeMap, Les Essences NIDO. Dirección General de Aduanas (DGA). Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Cooperativa de Productos Orgánicos Dominicanos.

Fuente: Robles, Collado, 2023. Fuentes de información secundaria.

VII.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIO DE CASO

La metodología aplicada e identificada como el estudio de caso, es una técnica que intenta describir y analizar un proceso a medida que se desarrolla a lo largo de un tiempo en términos cualitativos, cuantitativos, complejos y comprensivos. El mencionado método implementa una serie de aspectos para la recolección de los datos, los cuales se resumen en los siguientes puntos:

- Descripción intensiva, holística y un análisis del proceso estudiado , en este caso la propuesta de producción y comercialización de aceites esenciales (*Amyris balsamifera* y *Vetiver zizanioides*) enmarcado en el contexto social donde se produce.
- Análisis profundo de la interacción de los factores que producen cambio, crecimiento o desarrollo del caso seleccionado.
- Utilización primordial de un enfoque longitudinal, donde se busca examinar los cambios producidos en el tiempo.
- Utilización esencial de la observación, las entrevistas, los cuestionarios, documentos personales o colectivos, artículos, informes, tesis, proyectos, libros etc.
- Trabajo empírico, que exige un marco de referencia teórica para analizar e interpretar los datos recolectados del caso estudiado.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados en el estudio de este proyecto, con finalidad de desarrollar una propuesta para la diversificación de aceites esenciales en República Dominicana, se realizó la evaluación de fuentes diversas que brindaron las consideraciones a tomar en cuenta, en la definición de estrategias que debe incluir el análisis de factibilidad para la producción y comercialización de los aceites esenciales *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera*. Las variables principales que se consideran tanto en el entorno internacional como en el nacional, describe la concentración geográfica de la población, estadísticas sobre la calidad y estilos de vida de la población, entre otras. Así mismo se analiza la producción y demanda de aceites esenciales, a nivel nacional e internacional.

La información del presente capítulo se obtuvo desde fuentes secundarias de información como publicaciones de estadísticas de ONE, ITC, AIRD, UN Comtrade Analytics etc, donde se describen las características de la población, su nivel de gasto en productos para cuidado personal, estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas, datos comerciales mensuales, trimestrales y anuales, valores de importación y exportación, volúmenes, tasas de crecimiento, cuotas de mercado entre otros aspectos que nos permitirán profundizar el análisis en el sector productivo y comercial de los aceites esenciales.

VII.4. HERRAMIENTAS DEL ANÁLISIS DEL ENTORNO

Las técnicas de análisis a emplear para el estudio de caso son las siguientes:

VII.4.1. FUERZAS COMPETITIVAS DE “PORTER”

El análisis de la competencia permitirá tener fuente de información, como entradas para la toma de decisiones estratégicas a realizar en lo que se refiere a la comercialización de aceites esenciales *Amyris balsamifera* y *Vetiver zizanioides*. Según Porter (Porter, 1979), la naturaleza de la competencia de una industria dada está compuesta por cinco fuerzas que miden la competitividad, de manera que la empresa subsista en el tiempo, estas fuerzas son: “la rivalidad entre las empresas que compiten; la entrada potencial de competidores nuevos; el desarrollo potencias de productos sustitutos; el poder de negociación de los proveedores; el poder de negociación de los consumidores”.

VII.4.2. FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS “FODA”

El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas.. Thompson y Strikland (1998) establecen que el análisis FODA estima el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación externa, esto es, las oportunidades y amenaza

CAPÍTULO VIII **ESTUDIO TÉCNICO**

El estudio técnico aquí expuesto es imprescindible para el desarrollo y aplicación real del proyecto, ya que consiste en utilizar los métodos productivos y comerciales más eficientes para creación y puesta en marcha de una planta de extracción de aceites esenciales en República Dominicana,

El presente capítulo abordará temas como la selección del proceso productivo adecuado con el que se permite obtener un producto de calidad, además de describir los balances de materia y energía, junto al diseño, selección y especificación de equipos que intervienen durante el proceso de extracción. Se hará un análisis específico de la maquinaria y equipos a utilizar, la materia prima, la adecuación de las instalaciones, mano de obra, los proveedores y los costos; para así determinar en el siguiente capítulo el capital de trabajo necesario para la ejecución del proyecto. El estudio técnico tiene como objetivo analizar y determinar todo lo que conlleva la elaboración técnica de un proyecto, por lo tanto son claros y precisos. Es así como se procede a determinar dónde se debe localizar la planta correctamente, verificar que la creación del producto si sea posible, cual es tamaño óptimo del proyecto, cuánto es la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos que van a ser necesarios, la identificación y descripción del proceso.

Los aspectos que se relacionan con la ingeniería del proyecto son probablemente los que tienen mayor incidencia sobre la magnitud de los costos y las inversiones que deberán efectuarse a la hora de implementar un proyecto. En el análisis de la viabilidad financiera de un proyecto, el estudio técnico cumple la función de proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes. (Sapag, 2008).

VIII.1. PROCESOS PRODUCTIVOS A ESCALA INDUSTRIAL

Según EDS Robotics (2018), especialistas en Fabricación de Robótica Industrial y Automatización un proceso industrial es todo aquel que convierte una materia prima en un bien o producto final. Generalmente el bien es producido en masa y se destina al consumo para un gran público objetivo. Estos procesos industriales empezaron a surgir con la Segunda Revolución Industrial, en el siglo XVIII. A continuación se fundamentan las etapas del proceso de producción de aceites esenciales V&A:

VIII.1.1. RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA

La adecuada selección y preparación de la materia prima es la etapa inicial de cualquier proceso destinado a la obtención de aceite vegetal. En el caso particular de las dos materias primas estudiadas el mecanismo recolección y tratamiento es el siguiente:

VIII.1.1.2. RAÍCES DE CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES.

Para la obtención manual de las raíces del Vetiver zizanioides se excava con una pala alrededor y debajo de la planta, formando un círculo que incluye todo el sistema radicular. Se quita parte de la tierra adherida y se eliminan las hojas. En la cosecha mecanizada se cortan las hojas y después se pasa el arado con profundidad de unos 10 cm por debajo de la superficie suelo, luego se separan cortando las raíces. Éstas se disponen al aire libre durante varias horas para provocar la eliminación de la humedad, luego se completa el secado bajo techo. Pueden ser directamente utilizadas para la destilación o se pueden acopiar en fardos (Scavo, 2004).

La destilación de las raíces de Vetiver es lenta y dificultosa debido a la textura de las raíces y a la baja densidad de la esencia; es recomendable dejar macerar las raíces en agua por 24 horas antes de la destilación. El proceso de arrastre por vapor puede durar entre 35 a 40 horas para completar la destilación (Rosales y otros, 2015).

La plantación de Vetiver genera una cosecha al año obteniendo un solo corte de sus raíces, por lo que es necesario hacer una replantación anual, según literatura “los rendimientos

son mayores cuando más edad tiene la planta y no conviene cosechas antes de los 8 meses de plantada la misma, el costo de la cosecha de Vetiver es alto pues es necesarios efectuar una limpieza de sus raíces para eliminar la tierra”. “Crece muy bien en un año. En escala comercial las plantas se colocan a razón de 65 filas por hectáreas, representando 6.500 mts. más o menos 43.000 raíces. Tal plantación dará luego 50.000 a 35.000 Kg. de raíces en bruto, que luego de lavado darán 2.5 toneladas. Luego una hectárea de tierra da 2.5 toneladas de raíces de Vetiver”.

La cosecha de las raíces varía de lugar a lugar. En algunos países se cosechan después de 2 años de crecimiento, mientras que en otros después de 16 meses. El período de crecimiento varía entre 18 y 24 meses. Si un sistema de raíces está completamente desarrollado y se desea una alta calidad del aceite, la raíz no se debe extraer de la tierra antes de 15 meses después de ser plantada. Las raíces jóvenes son blandas, finas como un cabello; al tirar de ellas se rompen fácilmente y permanecen en la tierra. Además, en la destilación producen un aceite esencial con gravedad específica y rotación óptica bajas. El olor de estos aceites "ligeros" es "verde" "terroso". La raíz más antigua, más desarrollada y algo más gruesa, produce un aceite de mejor calidad y su gravedad específica y rotación óptica son mayores, el olor es más intenso, abundante y duradero.

Los aceites derivados de las raíces antiguas son generalmente de un color más oscuro que los aceites destilados de raíces jóvenes. La cosecha se hace con bifurcaciones de 45 cm de longitud. La porción del vástago se corta a una altura de 15 a 20 centímetros y se retiran los terrones. Alrededor del 50 al 60% de las raíces sale con el terrón dejando el resto en el suelo. Los terrones se unen a un pedazo de leño para quitar las piedras y la tierra que se adhieren a las raíces y las raíces se retiran con un cuchillo agudo. Tanto como sea posible, las raíces que se quedan en el suelo también se recogen. Las raíces cosechadas contienen grandes cantidades de tierra que se adhiere a ellas. Si no se quita la tierra, de la destilación resulta un aceite con una nota indeseable y pobre en color. Por lo tanto, inmediatamente después de cosechar, las raíces se lavan con agua corriente limpia para quitar la tierra adherida. Posteriormente, las raíces limpias se separan en secadores artesanales hechos de ladrillos. La raíz se voltea en intervalos regulares hasta que se seca y se le retira cualquier material extraño. Las raíces limpias y secas se envían a la destilería o al almacén cubierto donde se dejan madurar. El secado a la sombra por 1 ó 2 días mejora la calidad olfativa del aceite esencial, mientras que un secado prolongado al sol reduce la producción.

El rendimiento depende de la edad, el suelo y las condiciones climáticas, factores importantes que afectan la producción de raíces. En la India, se ha divulgado una producción entre 4 a 7,5 toneladas de raíz fresca. En Java y el Brasil una hectárea produce cerca de 1.000 a 1.300 kilogramos de raíces secadas al aire. La producción del aceite de las raíces de Vetiver varía considerablemente y depende de un número de factores tales como el grado de sequedad de las raíces, la edad de raíces, naturaleza del terreno de cultivo, elevación de la tierra, diseño del equipo de destilación, etc. La producción media de aceite esencial está entre 1,5 a 2%. Bajo las condiciones de India del sur, se puede esperar una producción media de 12 a 15 kilogramos de aceite/ha, aunque se conoce de producciones de hasta 20 a 22 kilogramos.

VIII.1.1.3. TALLO (MADERA) DE AMYRIS BALSAMIFERA.

El *Amyris balsamifera* es un arbusto de gran tamaño, aromático y resinoso que se encuentra mayormente en el bosque seco. Para un buen destilado de la madera esta debe estar seca, el tiempo para su correcto secado va desde seis meses hasta más de un año, sin embargo la vida natural de la planta oscila entre los 10-15 años. El proceso de destilación asociado a la obtención de este aceite esencial de *Amyris*, consta de un pretratamiento de la materia prima que consiste en someter la madera por un mecanismo de molienda que reduce significativamente las partículas de la materia prima y mejorar la eficiencia de preparación posterior por arrastre de vapor.

Es importante destacar que este árbol muere de manera natural debido a la producción en exceso de toxinas para protegerse de los insectos, que luego se intoxica y muere, se estima que de 1 tonelada de madera de buena calidad se pueden extraer 20 kilos de aceite. Por tanto, para la aceptación y aprovechamiento de esta madera por la industria, este árbol no puede cortarse, sin cincharse, ni aplicar productos químicos para que se seque, debido a que evita la concentración de la esencia y el olor natural del mismo. La especie crece a bajas y medianas elevaciones, en bosques secos o húmedos. En República Dominicana las mayores coberturas de bosque seco se localizan en las regiones Sur-Suroeste, desde Baní hasta Pedernales, incluyendo las Provincias Bahoruco, Barahona e Independencia; Noroeste en Santiago, Valverde, Dajabón y Montecristi, y entre Azua, San Juan y Elías Piña.

Según un informe reciente de NRSC, cada año se estima que se necesitan 250 TM de madera de *Amyris* recolectada de 450 ha de bosque (muy por debajo del 1% del área de

recolección potencial en Rep. Dom.) para producir 90 TM de aceite de Amyris para satisfacer las necesidades del mercado mundial. Aproximadamente la mitad de la madera se pasa de contrabando a Haití, mientras que tres destilerías en la República Dominicana procesan el resto.

VIII.2. EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR

La destilación por arrastre con vapor de agua, no ha podido ser sustituida por la extracción con solventes orgánicos o con calentamiento directo por la gran cantidad de ventajas que tiene con relación a estos dos últimos sistemas y que pueden resumirse en:

- El vapor de agua es muy económico en comparación con el costo de los solventes orgánicos.
- Se asegura a través de este proceso que no se recaliente el aceite esencial.
- No requiere el uso de equipos sofisticados.

La destilación por arrastre con vapor, que se emplea para extraer los aceites esenciales, es una destilación de mezcla de dos líquidos inmiscibles y consiste, en resumen, en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y disminuir la temperatura de ebullición por adición de la tensión de vapor, del vapor que se inyecta, a la de los componentes volátiles de aceites esenciales. Los vapores que salen del cuello de Cisne se enfrían en un condensador donde regresan a la fase líquida, los dos productos inmiscibles, agua y aceite esencial finalmente se separan en el vaso Florentino o separador.

En este sistema al material vegetal no se le permite entrar en contacto con el agua dentro del recipiente generador de vapor. La herbácea, a temperatura ambiente, es cargada dentro de un tanque que sirve como destilador con una tapa suficientemente ajustada y que con frecuencia se incorpora en ésta la tubería de salida del vapor. Un flujo de vapor se introduce debajo del material vegetal y que luego se mueve en forma ascendente a través de la carga (material vegetal).

Comenzando desde el fondo, el vapor de agua se condensa sobre la superficie de la herbácea, entregando el calor latente, que eleva la temperatura en las capas sucesivas de la herbácea hasta el punto de ebullición. Cuando la temperatura en la parte superior de la carga llegue a ser igual a la temperatura de saturación de los aceites, los aceites que alcancen la superficie de la herbácea comenzarán a evaporarse. El vapor de agua que va llegando (proveniente de un generador de vapor) conducirá entonces una mezcla de vapores de agua y aceite fuera de la parte superior de la carga y estos vapores son luego llevados hasta un condensador. Aquí de nuevo, el aceite y el agua son inmiscibles en estado líquido y se separan de acuerdo con sus densidades relativas. Esta operación continúa hasta que el aceite virtualmente se agota en la herbácea. La carga consumida es entonces removida y reemplazada por material fresco.

VIII.2.1. COMPONENTES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR

El proceso de extracción por arrastre con vapor de agua es el método más utilizado por la industria para extraer el aceite esencial de las plantas medicinales y aromáticas, por esta razón se seleccionó este método para la obtención de aceite esencial de Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera. La planta de extracción está compuesta principalmente por los equipos descritos a continuación.

VIII.2.1.1. GENERADORES DE VAPOR

La destilación por arrastre con vapor utiliza una fuente generadora de vapor llamada caldera; la cual se puede definir como un dispositivo a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía la transforma en energía utilizable, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor. La caldera puede utilizar como fuente de combustible gas, ACPM, carbón, biomasa, fuel oil, etc.

Es el equipo auxiliar que provee de vapor de agua al equipo de extracción. Un generador de vapor se puede definir como “una serie de dispositivos que aprovechando el poder calorífico de un combustible producen vapor”. La capacidad de un generador de vapor se expresa en Caballos Caldera (CC), y para definir este término, se dice que un generador de

vapor tiene una capacidad de un caballo caldera, cuando es capaz de producir 15.65 kg/hr (34.5 lb/hr) de vapor saturado a 100 °C, utilizando agua de alimentación a la misma temperatura .

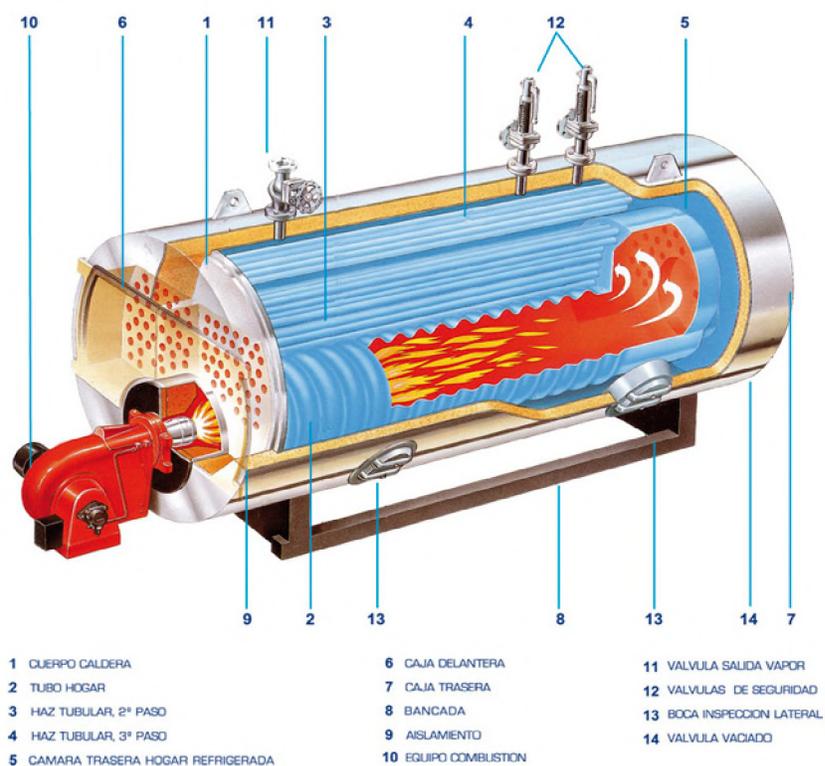


Figura 1. Caldera pirotubular “KESTAHL”. Copyright SOGECAL S.L., Trading Company.

Nota: Según *SOGECAL S.L* “Estas calderas son de ejecución horizontal, con tres pasos de humos, hogar interior y cámara trasera de hogar refrigerada. Este tipo de caldera con producciones de hasta 30 T/h cubre prácticamente todas la necesidades de vapor industrial tanto por el alto rendimiento alcanzado como por su bajo coste, mantenimiento y simplicidad en su uso.”

VIII.2.1.2. ALAMBIQUE

Es el componente principal del equipo preferiblemente construido en acero inoxidable y es donde se realiza la extracción de los aceites esenciales. Consiste en un tanque cilíndrico externo denominado como el cuerpo del destilador; en su interior se encuentra alojado otro tanque cilíndrico conocido como cartucho el cual contiene el material vegetal, éste, a su vez, es removible haciendo más ágil las etapas de cargue y descargue del destilador. En el fondo del cuerpo se encuentra el distribuidor de vapor que puede ser en forma de cruz o en forma de serpentín.

Debajo de la parrilla o criba, se encuentra el tubo de entrada de vapor, cuidando que entre el fondo y el tubo la distancia sea lo suficientemente grande, como para que se produzca aquí la condensación de agua. La distribución del vapor se asegura por la disposición en espiral o en cruz, de la prolongación del tubo alimentador, que tiene también, una serie de pequeños agujeros en la parte superior y a lo largo del mismo, dándole así uniformidad a la distribución. En el fondo del alambique hay una válvula de drenaje de capacidad suficiente como para permitir que cualquier cantidad de agua que se condense dentro de la carga y gotee hacia el fondo, pueda ser extraída durante la destilación.

Un alambique bien construido debe ser hermético, para esto deberá cuidarse el ajuste de las juntas y el cierre de la tapa. La carga de material no debe estar comprimida; para obtener los mejores resultados se pueden hacer separaciones, por medio de patas, de las cargas que estén más abajo. El objetivo principal es buscar que el vapor atraviese correctamente el material vegetal y que no se deslice por las paredes del destilador. Debido a que el vapor se difunde por los lugares que le oponen menos resistencia, no son recomendables los cestos (cartuchos) de alambres o perforados, pues el vapor tiende a dirigirse a través de las mallas y entre los costados del cesto y el alambique. Los mejores cestos son los que tienen costados de chapa sin agujeros, pero con el fondo perforado. El empleo de cestos ayuda a la carga y descarga del material, sobre todo en alambiques grandes. La carga y descarga del alambique es un punto importante. Ahorra tiempo el contar con grúas y que el lugar de cultivo esté cercano al de la planta de destilación.

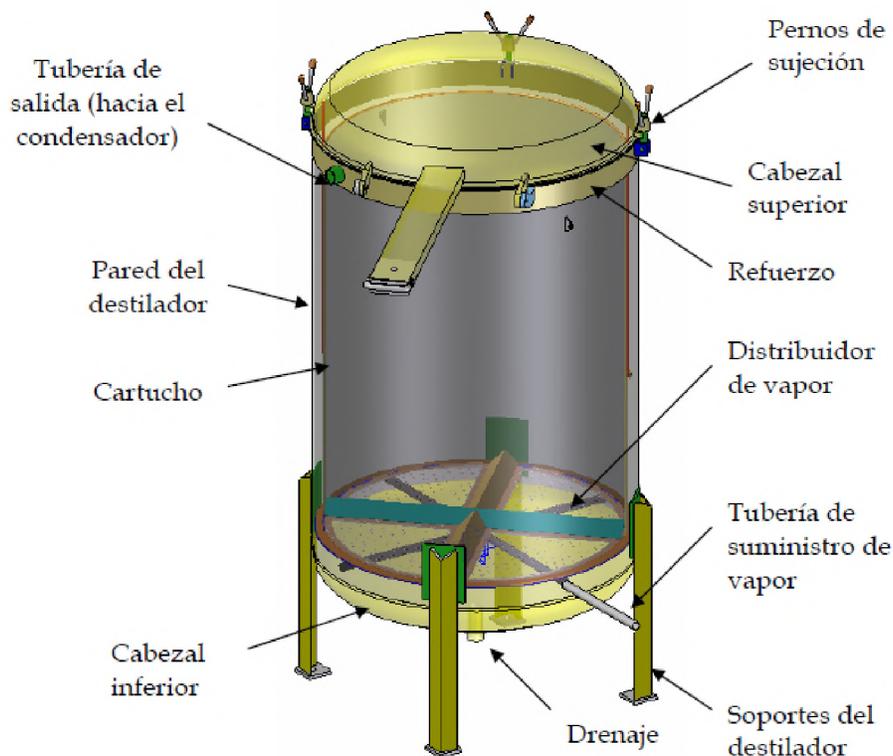


Figura 2. Destilador de aceites esenciales. Fuente: Montenegro, R.G ; Arias W.A Jaimes (2021). Diseño de una Planta Extractora de Aceites Esenciales, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander.

Nota: Este destilador tiene el suministro de vapor en la parte inferior que se hace mediante un distribuidor longitudinal en forma de cruz.

VIII.2.1.3. CONDENSADOR

El condensador es un intercambiador de calor que no sólo debe condensar el vapor destilado, sino también garantizar que el condensado salga a una temperatura a la cual el aceite esencial y el agua se separen adecuadamente.

Por su bajo costo, el más utilizado es el de tipo serpentín, donde el vapor con aceite viaja a través de un tubo en espiral sumergido en un tanque con agua de enfriamiento, por lo general, el tubo se fabrica en cobre pero el aceite esencial es bastante corrosivo, por lo que es conveniente construirlo en acero inoxidable. Es conveniente fabricar las espiras del serpentín con menores diámetros a medida que se aleja de la salida de vapores del destilador. Esto se aconseja para evitar un taponamiento en la primera porción de la tubería y también para optimizar la transferencia de calor en las últimas porciones del serpentín, dado que allí el

condensado ya es un líquido, por lo que conviene que ocupe la mayor parte del tubo. Lo más usual es dividir el largo del serpentín en tramos de diámetros cada vez menores.

El serpentín y la cámara de expansión se colocan dentro de un tanque de contención de agua de enfriamiento, la cual deberá de estar circulando para aumentar el coeficiente de transferencia de calor. El agua fría que se utiliza para la condensación se alimenta en la parte inferior del tanque de contención y se descarga por la parte superior del mismo. Se debe tener cuidado ya que tanto el serpentín como la cámara de expansión deben permanecer constantemente sumergidos en el agua de enfriamiento. Con el fin de no hacer un gasto excesivo de agua, se recomienda utilizar una torre de enfriamiento para recircular la misma.

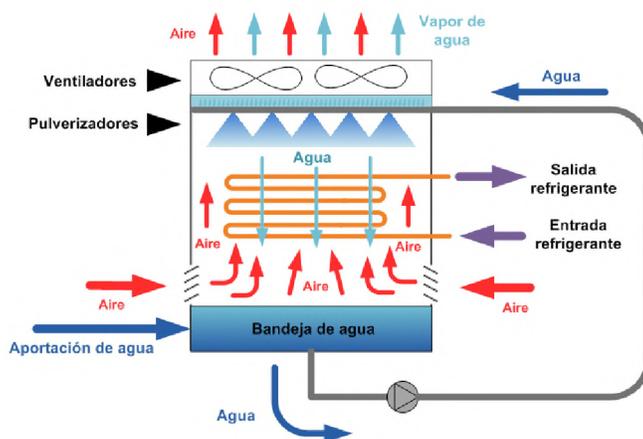


Figura 3. Condensador de serpentín. Fuente: Barreras, A. (2005). Aplicaciones transferencia de calor.

Un condensador de coraza y tubos es más eficiente, pero su costo es mucho mayor, en este tipo de condensador la mezcla de vapor y aceite viaja a través del haz de tubos y el agua de enfriamiento fluye en contracorriente por el casco o coraza. Para no desperdiciar tanta agua, es preferible instalar una torre de enfriamiento y hacer un ciclo cerrado. En algunas ocasiones, no se puede contar con una fuente de agua cercana por lo que se usan condensadores enfriados por aire de flujo cruzado, donde el aire proviene de ventiladores.

Otra ventaja que presentan es que son más seguros, en el sentido de que si por algún motivo se taponan (por sobresalto del material vegetal en el alambique, o por condensación de productos sólidos presentes en gran proporción en algunas esencias: mentol, alcanfor o borneol por ejemplo) el vapor tiene otras salidas alternativas que hacen que no se genera una sobrepresión excesiva en el alambique. Por lo general estos condensadores se ubican inclinados o en forma vertical, con el fin de facilitar la descarga de los condensados. Las

necesidades promedio de condensación de vapores en una destilación de esencias están estimadas entre los 25 y los 50 kg/m²/hr.

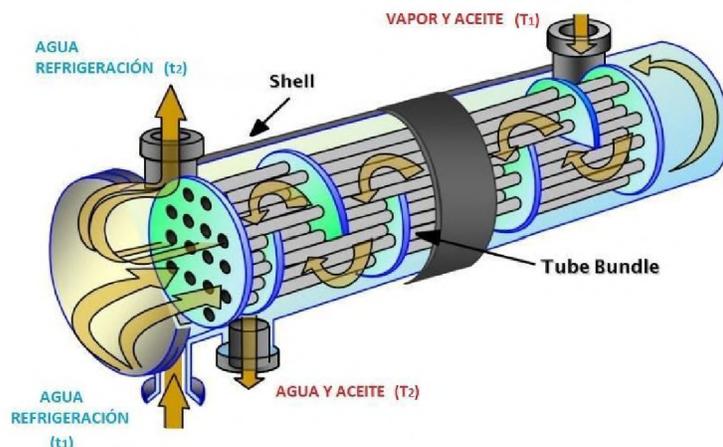


Figura 4. Intercambiador de carcasa y tubo. W. G. Ríos Bardales, V. J. J. Grlasqui y L. A. Rodríguez Pacífico, (2015). Diseño, Construcción e Instalación de un Condensador con Envolverte Multitubular para la Obtención de Aceites Esenciales.

Nota: Es importante comentar que para el diseño de este tipo de condensador, se deben considerar dos etapas. La primera de ellas es la condensación del vapor proveniente del destilador, es decir, el cambio de estado de la mezcla. A continuación, sucedería la etapa del subenfriamiento, es decir, la etapa donde el condensado se enfría hasta la temperatura impuesta. La temperatura de salida de la mezcla de agua y aceite, se supondrá en unos 45°C, ya que es la temperatura recomendada para la posterior separación de los dos compuestos.

VIII.2.1.4. VASO SEPARADOR DE ACEITES O VASO FLORENTINO

El recipiente separador es el elemento, como su nombre lo dice, que permite la separación de los aceites esenciales y el agua después de que la hidrosolución se ha condensado y enfriado. Debido a las características propias de los aceites esenciales, pueden ser divididos en dos grandes grupos, “aceites esenciales pesados” y “aceites esenciales ligeros”. Esta división se basa en que los aceites esenciales tienen una densidad muy cercana a la del agua, denominándose “aceites esenciales pesados” a aquellos aceites cuya densidad es mayor a la densidad del agua y por consiguiente se depositan en la parte inferior del separador. Por el contrario, los “aceites esenciales ligeros” son aquellos aceites esenciales que tienen una densidad menor a la densidad del agua y que por lo tanto se acumulan en la superficie de la

misma. Se sabe que también influye la temperatura a la que se realiza la separación. Con el incremento de la temperatura, la densidad de los aceites decrece más rápidamente que la densidad del agua. Así, en los “aceites esenciales ligeros”, la diferencia entre las densidades se hace mayor con el incremento de la temperatura y esto permite que se separen con facilidad.

Existe una gama extensa de separadores de aceite esencial, lo cual permite seleccionar el adecuado para nuestro caso particular. Cuando la velocidad del condensado es demasiado alta como para dar tiempo a una buena separación del aceite, o cuando hay demasiada turbulencia en la caída del líquido condensado, se suelen emplear más de un frasco separador, colocados en serie, para lograr una mayor eficiencia.

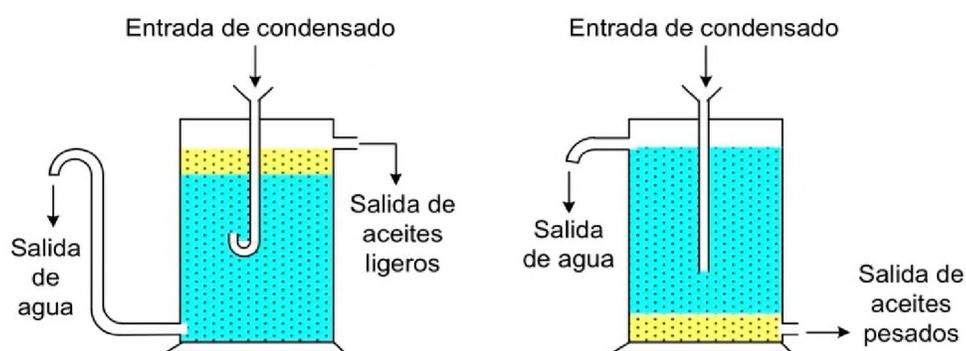


Figura 5. Separador de aceites esenciales. Fuente: Montenegro, R.G ; Arias W.A Jaimes (2021). Diseño de una Planta Extractora de Aceites Esenciales, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander.

VIII.2.1.5. CONTROL DE CALIDAD EN LABORATORIO

Al tener el aceite esencial se procede a tomar una muestra representativa que verifique el control de calidad de la producción de la planta, viendo que cumpla con todas las normas para que pueda ser exportado. El control de calidad se realiza a cada hora en base a la producción elaborada hasta el momento. Para esto se necesitan equipos especializados como el control de bacterias y la incubadora de microbiología, de la misma manera, un químico especialista en lo requerido.

VIII.2.1.6. ALMACENAMIENTO

Cuando el almacenamiento de los aceites esenciales es el ideal, la mayoría se pueden preservar de 2 a 5 años. Para la vida útil óptima del aceite esencial es mejor re-ensavarlo si está a la mitad, puesto que el aire dentro del espacio vacante favorece la oxidación.

Lo primero, los aceites esenciales deben estar embotellados preferentemente en recipientes oscuros de vidrio ámbar o azul cobalto, cuyas características protegen los aceites del ataque de los rayos ultravioleta, nunca se debe dejar donde les pueda dar el sol directamente. Deben ser almacenados en lugares frescos, secos, protegidos totalmente de la luz y del calor, en botellas bien cerradas y selladas en las que no entre el aire. El lugar de almacenaje debe estar correctamente ventilado. Siendo moderadamente volátiles, los aceites esenciales se evaporan relativamente rápido así que nunca se deben dejar sin cerrar y guardar tras haber sido utilizados. Si va a guardarlos por un espacio de tiempo relativamente largo o en épocas de calor extremo (muchos meses) hay que asegurar que sus tapones estén bien cerrados y sus pipetas hayan sido retiradas, consiguiendo un cierre hermético. De este modo se evita la evaporación de los aceites y que se impregne de olor el espacio en el que hayan sido almacenados. La norma ISO/TS 210: 2014 describe las normas generales para el envasado, acondicionamiento y almacenaje de aceites esenciales.

VIII.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

El Principio de Conservación de la Materia se define como: la cantidad de materia que ingresa en un sistema, más (+) la cantidad de materia que se genera dentro del sistema, menos (-) la cantidad de materia que sale del sistema, debe ser igual (=) al incremento en la cantidad de materia almacenada en el sistema.

El balance de materia y energía define por medio de sus principios de conservación, los flujos, composiciones y temperaturas de las corrientes presentes en una operación; datos requeridos para el correcto funcionamiento de los equipos para el desarrollo de la misma.

A continuación se muestran las fases del proceso de extracción de aceites esenciales, procedimiento sugerido por el ingeniero Tim Denny, quien llevó a cabo experimentos con plantas de lavanda y menta para la obtención de aceites esenciales, los cuales arrojaron parámetros a seguir para las demás plantas con características similares como lo son el Vetiver y el Amyris según su especie. Mostrando las ecuaciones requeridas para el correcto funcionamiento de los equipos y óptimo desarrollo del proceso.

VIII.3.1. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL VETIVER ZIZANIOIDES Y AMYRIS BALSAMIFERA

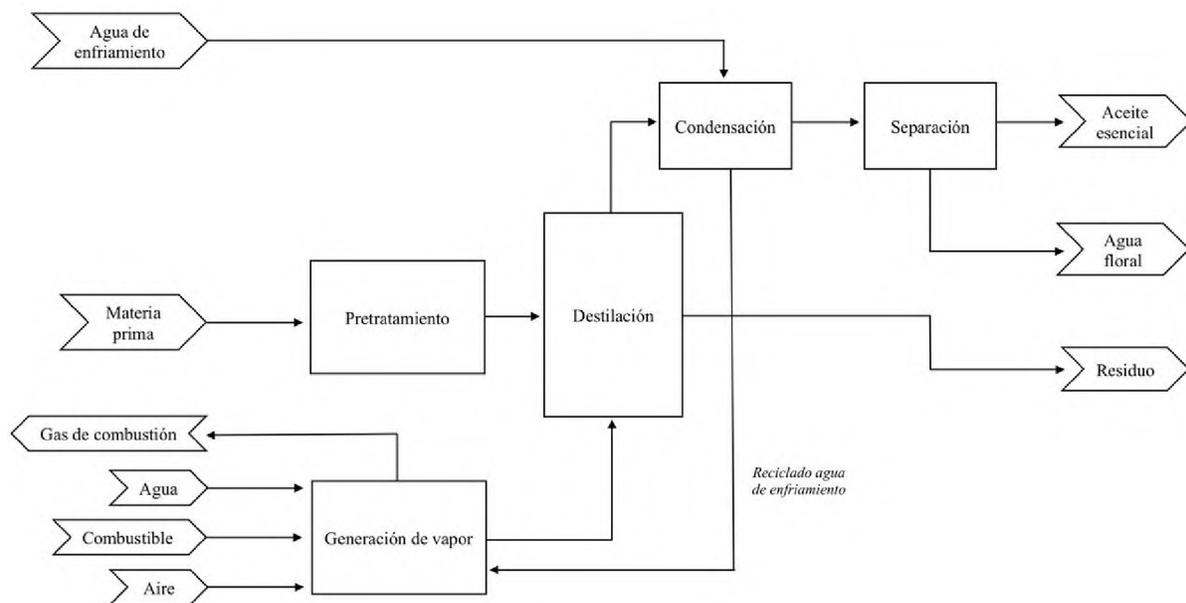


Figura 7. Diagrama de bloque sobre la obtención de V&A. Fuente: Robles, Collado, 2023. Denny, T. (2001).

Este diagrama de bloque es una representación sencilla de las operaciones básicas que forman el proceso sin entrar en detalle de los equipos. Se muestran de forma resumida las corrientes de entrada y salida del proceso, señalando los componentes principales del sistema.

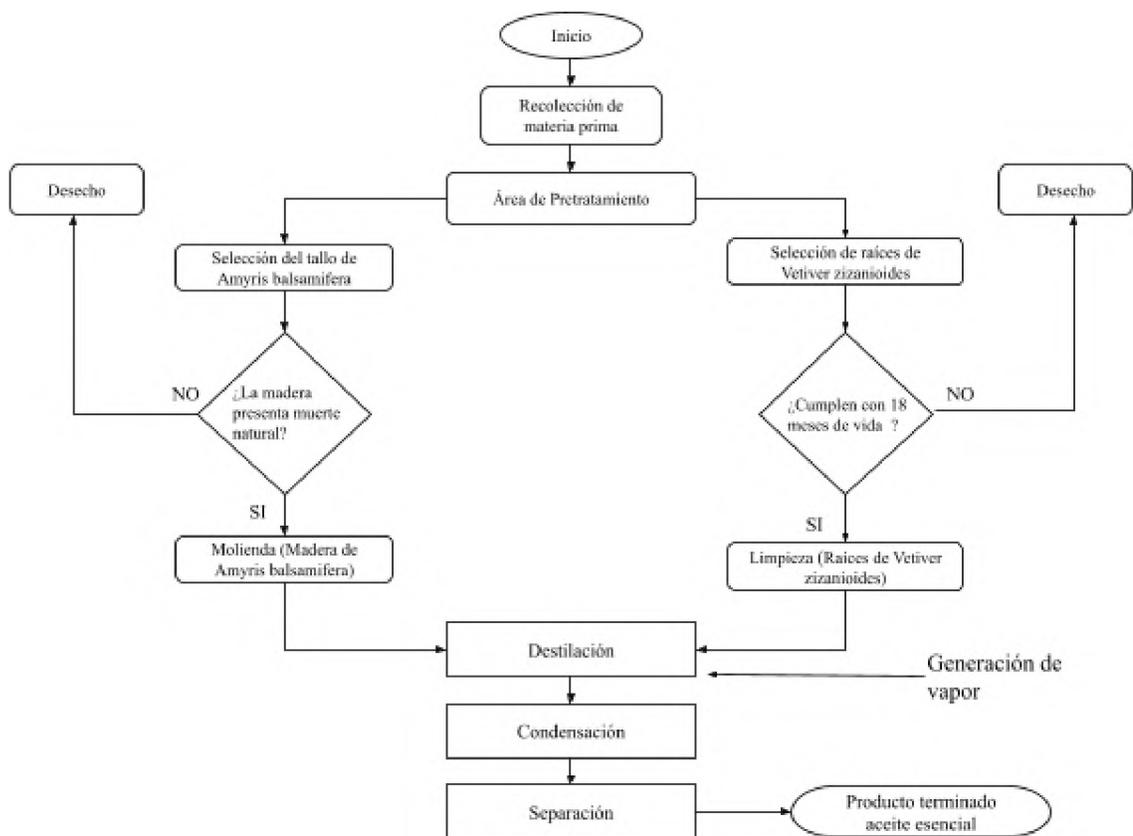


Figura 8. Diagrama de flujo decisión sobre la obtención de V&A. Fuente: Robles, Collado, 2023.

Representa la esquematización gráfica del algoritmo del proceso, el cual muestra gráficamente los pasos a seguir para alcanzar la solución de cualquier problema; hace visible el conjunto de opciones posibles para el establecimiento del sistema y las incidencias que hayan conducido a las distintas elecciones facilitando el análisis de la estrategia y de su coherencia.

VIII.3.2. OBTENCIÓN DE LOS ACEITES V&A

Para obtener aceites esenciales de calidad y determinar su viabilidad en el comercio nacional e internacional, es imprescindible estudiar a profundidad los procedimientos técnicos de extracción, el rendimiento y la caracterización de los aceites esenciales, así también como la obtención y tratamiento de materias primas a utilizar. El proceso de destilación óptimo está influenciado por la forma en cómo se segrega el aceite de la planta, tallo o madera, resultado de la forma en que se hace entrar en contacto con el vapor.

La finalidad es explicar los factores que afectan la cantidad de tiempo y vapor consumidos para completar la mayor recuperación de aceite esencial de una sola carga de material, dividiendo el tiempo total de cada carga a partir de las ecuaciones necesarias en las fases del proceso (calentamiento, extracción y enfriamiento). En estas tres fases hay transferencia de calor de diferentes maneras y en la fase de extracción hay adicionalmente transferencia de masa.

IX.3.2.1. FASE DE CALENTAMIENTO

Esta fase comienza con la admisión de vapor de agua proveniente de la caldera hasta el punto donde empiezan a evaporarse los aceites esenciales y son arrastrados por la parte superior del destilador hacia el condensador. En esta fase el vapor de agua transfiere calor latente tanto al material vegetal como al recipiente que lo contiene.

Matemáticamente el calor transferido se calcula como:

$$Q_c = m_{vc} \times h_{fg} = \left[(M_s \times C_{ps}) + (M_h \times C_{ph}) \right] \times \Delta T \quad (1)$$

Q_c: Calor de calentamiento

m_{vc}: Masa de vapor requerida para el calentamiento

h_{fg}: Calor latente de vaporización del agua

M_s: Masa del recipiente que contiene la materia vegetal

M_h: Masa del material vegetal (herbácea)

C_{ps}: Calor específico del material del recipiente

C_{ph}: Calor específico del material vegetal

ΔT: Gradiente de Temperatura

El gradiente de temperatura es la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura de evaporación de los aceites esenciales. La temperatura de evaporación de los aceites queda definida por la temperatura a la cual el vapor de agua pasa a través del material vegetal, por ejemplo, si el vapor que entra es saturado y a presión atmosférica la temperatura de dicho vapor es de 100°C.

Cálculo del tiempo de calentamiento, (T_c).

El tiempo de calentamiento es el necesario para elevar la temperatura del material vegetal y del destilador hasta la temperatura donde comienza a desprenderse el aceite esencial.

Para obtener el tiempo de calentamiento es necesario realizar un balance de energía para establecer la masa de vapor requerida para calentar el material vegetal y el destilador, y luego dividir la masa total de vapor requerida para el calentamiento sobre el flujo másico de vapor de referencia.

$$m_{vcs} = \frac{M_s \times C_{ps} \times \Delta T}{h_{fg}} \quad (2)$$

$$m_{vch} = \frac{M_h \times C_{ph} \times \Delta T}{h_{fg}} \quad (3)$$

$$m_{ct} = m_{cs} + m_c \quad (4)$$

$$T_c = \frac{m_{ct}}{m_l} \quad (5)$$

M_{vch} = Masa de vapor requerida para calentar el material vegetal;

M_{ct} = Masa de vapor requerida para la etapa de calentamiento.

VIII.3.2.2 FASE DE EXTRACCIÓN

Esta fase comprende desde el momento en que empieza a producirse condensado de agua y aceite hasta que éste último finalmente se agota. En esta fase la transferencia de calor es muy compleja ya que tiene involucrados muchos factores, como la transferencia de agua, aceite, pérdidas de calor por conducción, convección, radiación, variación del rendimiento en función de la pérdida de carga del lecho, condiciones de entrada y salida del vapor, etcétera.

No se puede expresar fácilmente de forma matemática el tiempo que conlleva el proceso y su requerimiento de vapor, generalmente se calcula el tiempo requerido para la extracción a un flujo másico de vapor dado con base en pruebas experimentales realizadas con diferentes cantidades de la misma herbácea y luego se corrigen. (Denny, T. 2001).

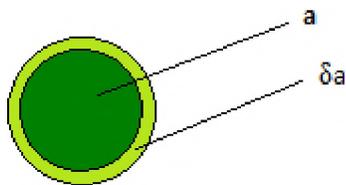
El **tiempo básico** designado como t , requerido para destilar un parche típico de aceite natural formado por una glándula reventada como si no hubiese incremento en su área (del parche) debido a la altura de la carga.

El Parámetro s , designado como la relación entre el área de un parche de aceite y el incremento de dicha área por unidad de altura de la carga; matemáticamente se define como:

$$s = \frac{a}{\delta a} \quad (6)$$

$$\text{donde } a = \pi r^2 \quad (7)$$

También hay transferencia de masa pues hay una pequeña cantidad de los aceites arrastrados junto con el vapor de agua. El rendimiento medido en mililitros de aceite producido por kilogramo de herbácea es el factor más usado para evaluar la transferencia de masa.



Este parche de aceite líquido empieza a reducirse por la evaporación del aceite. Un flujo estable de vapor de agua dado reducirá este radio a cero en t minutos, donde:

$$t = E^{-1} r \quad (8)$$
 Siendo E^{-1} la constante de proporcionalidad.

Reemplazando r por a tenemos:

$$t = E^{-1} \left(\frac{a}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

La mayor parte del vapor suministrado por la caldera se utiliza en esta fase y un análisis teórico (con base en sistemas multicompuestos) se hace inviable ya que dependiendo de las condiciones del suelo y clima los compuestos de los aceites esenciales extraídos pueden variar considerablemente de región a región.

Cálculo del tiempo de extracción básico a condiciones estándar

El tiempo de extracción es el periodo después del calentamiento hasta el momento en el cual termina la destilación. Su cálculo depende si la herbácea es muy absorbente (gran capacidad de absorber agua) o ligeramente absorbente.

Como se menciona anteriormente el tiempo de extracción depende de dos parámetros, el tiempo básico, t y el parámetro de incremento de la cantidad de aceite por unidad de altura de la carga, s, y se relacionan matemáticamente así:

$$T = t x \sqrt{1} + \frac{H}{s} \quad (10)$$

Donde H es la altura de la carga en el destilador.

Una vez conocido los valores de t y s, y al reemplazarlos en la ecuación se obtiene el tiempo de extracción a condiciones estándar.

Partiendo de un proceso de referencia (prueba estándar) se puede adaptar los parámetros que definen el tiempo de extracción a las condiciones de diseño. Estos parámetros se modifican cuando la densidad de referencia es diferente a la densidad de empaque del material vegetal que se quiere procesar.

Para el parámetro t la corrección se hace dividiendo el tiempo básico (Denny, T. 2001) por F_{cd} (factor de corrección por densidad). F_{cd} depende de la masa de material vegetal (M_h), de la densidad de empaque utilizada en las pruebas (ρ_1 para la lavanda y ρ_m para la menta), de la altura de la carga (H) y del área transversal a la dirección del flujo de vapor (A). Para el caso de la lavanda F_{cd} se calcula como:

$$F_{cd} = (A - 0.00664 \times (\rho \times H \times A)^{2/3}) / (A - 0.00664 \times (M_h)^{2/3}) \quad (11)$$

A = Área transversal a la dirección del flujo de vapor

ρ_1 = Densidad de empaque estándar

H = Altura de la carga

M_h = Masa del material vegetal

La altura H se modifica multiplicando su valor por la relación de densidades como:

$$H_v = H \times \rho / \rho_1 \quad (12)$$

Donde H_v es la altura virtual, es decir, la altura de la carga a la densidad de referencia y ρ es la densidad de empaque de diseño.

Corrección del parámetro de incremento de aceite esencial (s)

El parámetro de incremento de aceite esencial (s) se modifica, cuando el rendimiento del proceso, R_d , en [ml de aceite producido / kg de material vegetal] es diferente del rendimiento estándar. El valor de s varía inversamente con el cambio en el rendimiento, es decir:

$$S = S \times R / R_d \quad (13)$$

Donde s_c es el parámetro corregido y s es el parámetro de referencia.

Los valores de s se toman como los valores reales, sin hacer ninguna modificación, ya que el rendimiento por 1 kg, R , depende básicamente de las condiciones de suelo y clima donde se cultive la herbácea.

Cálculo del tiempo de extracción corregido.

El tiempo de extracción, T_e , a las condiciones de diseño se calcula al reemplazar los valores de t , s y H por los valores corregidos para cada uno de ellos, quedando la nueva ecuación de la siguiente forma:

$$T_e = t_c \times \sqrt{1 + H/S} \quad (14)$$

$$t_c = t/F_{cd} \quad (15)$$

VIII.3.2.3.PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL FLUJO MÁSIICO DE VAPOR

Cuando se tiene una masa dada de material vegetal de una herbácea particular, la cantidad en kg de vapor requerido para la extracción de sus aceites esenciales es dependiente de dicha masa.

El flujo de vapor, m_v que se debe suministrar al material vegetal queda entonces determinado por el tiempo de proceso en que se planea hacer la operación de extracción ya que

M_v es la cantidad de vapor requerido y T_p es el tiempo de proceso.

$$\dot{m}_v = M_v / T_p \quad (16)$$

El tiempo de proceso (T_p) es la suma del tiempo de calentamiento (T_c) y el tiempo de extracción (T_e). El tiempo de calentamiento es el tiempo necesario para llevar el material vegetal y su recipiente contenedor a la temperatura de ebullición de los aceites esenciales que dicho material contenga. Este tiempo depende de la masa de material vegetal (M_h), de la masa del cartucho (M_s), del flujo másico de vapor (\dot{m}_v para la lavanda y \dot{m}_v para la menta), del poder calorífico de los aceites esenciales de la herbácea (C_{p_l} para la lavanda y C_{p_m} para la menta) y del poder calorífico del material de que esta hecho el cartucho (C_{p_s}). En la siguiente sección se explica con detalle el procedimiento del cálculo del tiempo de calentamiento (T_c).

El tiempo de proceso que se calcula es un tiempo de referencia, T_{pr} que junto con el flujo másico de vapor que el ingeniero Tim Denny utilizó en sus pruebas (\dot{m}_l y \dot{m}_m) permite calcular la masa de vapor requerida (M_v).

VIII.3.2.4. FASE DE ENFRIAMIENTO

Consiste primero en condensar los vapores de agua y aceite provenientes del destilador y luego enfriarlos a una temperatura adecuada para que la separación agua-aceite se haga lo más rápido posible sin permitir que los componentes importantes de los aceites se pierden por evaporación.

Este proceso se lleva a cabo en un intercambiador de calor que se diseña de acuerdo con el área requerida para extraer cierta cantidad de calor como:

$$A = Q/U \times LMTD \quad (17)$$

Siendo:

A: Área de transferencia de calor, equivalente a la superficie externa total del serpentín (condensador de este tipo) la superficie interna total de los tubos (en el caso de un condensador de casco y tubos)

Q: Cantidad de calor liberada por la mezcla de vapores agua-aceite esencial durante la condensación de la misma y posterior enfriamiento, dentro del condensador.

U: Coeficiente global de transferencia de calor.

LMTD: Diferencia media logarítmica entre las temperaturas de entrada y salida del agua y las temperaturas de entrada del vapor y salida del condensado en el condensador.

VIII.3.3. BALANCE DE MATERIA Y TIEMPO DE EXTRACCIÓN

Los datos de referencia del tamaño ideal de los alambiques utilizados en la planta para determinar su capacidad efectiva, al igual que los coeficientes de rendimientos de las materias primas a utilizar están sujetos a la base experimental de una planta extractora real de aceite esencial.

Los periodos de producción fueron seleccionados estratégicamente considerando la naturaleza de la materia prima a tratar. En los primeros 6 Meses se realizarán 4 Operaciones mensuales de Amyris, al mismo tiempo se recolecta y trabaja las cosechas de Vetiver, materia prima que debe cumplir aproximadamente un periodo de 18 meses. Mientras que en el segundo semestre se realizarán diez operaciones previstas del Vetiver ya recolectado. (Ver Anexo Tabla 38.Costos Operativos)

TABLA 12: DATOS PRÁCTICOS

Datos Alambiques #1, #2, #3, #4:	Fórmulas y Operaciones
$D = 1.52 \text{ m}$ $h_t = 5 \text{ m}$ $h_{ef} = 4.40 \text{ m}$	$V_{ef} = \frac{\pi r^2 \times h_{ef}}{4}$ $V_{ef} = \frac{\pi (1.52 \text{ m})^2 \times (4.40 \text{ m})}{4}$ $V_{ef} = 7.98 \text{ m}^3$ <p>Conversión</p> $= 7.98 \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3}$ $= 7980 \text{ L}$

Fuente: Robles, Collado, 2023. Datos experimentales recolectados planta productora de aceite alambique 14 m³.

Vetiver

El destilador o alambique utilizado para producir aceite esencial de raíz Vetiver tiene una capacidad efectiva de 7,980 L de materia prima a procesar y un volumen total de 12 m³, considerando que 1 saco de la materia prima a tratar equivale aproximadamente a 22.8 Kg. Tomando en cuenta que 1 alambique contiene 41 paquetes. Considerando la información mencionada, para completar una operación de extracción de aceite esencial de raíces de Vetiver

se necesita 1 camión con 147 paquetes equivalente a $3^{\frac{1}{2}}$ alambiques con una duración de 24 a 30 horas y un rendimiento de 2 galones por alambique.

TABLA 13: ANÁLISIS DE VOLUMEN Y PESO DE LA RAÍCES POR OPERACIÓN

ITEM	RB(Paquetes)	RP (Paquetes)	Vol (m3)	Rendimientos Vs Raíz VETIVER				Consumo de Vapor (Kg/Horas)
				Malo (gal/m3)	Regular (gal/m3)	Bueno (gal/m3)	Excelente (gal/m3)	
				0,1	0,12	0,13	0,17	
Alambique #1	41	38	12,00	1,08	1,44	1,56	2,04	450
Alambique #2	41	38	12,00	1,08	1,44	1,56	2,04	450
Alambique #3	41	38	12,00	1,08	1,44	1,56	2,04	450
Alambique #4	41	38	12,00	1,08	1,44	1,56	2,04	450
Totales	166	153	48,00	4,32	5,76	6,24	8,16	1800,00
Total de Tanques por operación de 24 Horas				0,08	0,10	0,11	0,15	

Fuente: Robles, Collado, 2023. Análisis de volumen y peso de las raíces por operación.

Leyenda:

$V_{\text{Total Alambique}}$: Volumen de alambique

RB: Raíces en bruto

RP: Raíces procesadas

De acuerdo a los indicadores de calidad y productividad **ISO 4716:2013**, se puede clasificar los rendimientos de la materia prima (raíz de Vetiver) en:

- Malo: 0.1 gal/m^3
- Regular: 0.12 gal/m^3
- Bueno: 0.13 gal/m^3
- Excelente: 0.17 gal/m^3

Considerando que cada reactor posee un óptimo rendimiento de 2.04 gal de aceite esencial de acuerdo al indicador 0.17 gal/m³, se determina el total de los galones producidos por operaciones en los 4 alambiques.

$$Alambique = 2.04 \text{ gal}$$

$$V_{gal/operación} = 2.04 \text{ gal} \times 4 = 8.16 \text{ gal}$$

Buscando realizar 10 operaciones mensuales, la cantidad de aceite esencial producida por año es la siguiente:

$$V_{mensual} = 8.16 \text{ gal/op} \times 10 \text{ op/mes} = 81.6 \frac{\text{gal}}{\text{mes}}$$

$$V_{anual} = \frac{81.6 \text{ galones}}{\text{mes}} \times \frac{6 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 489.6 \frac{\text{gal}}{\text{año}}$$

La cantidad de materia prima a procesar en un periodo productivo anual es de:

$$MP_{anual} = \frac{489.6 \frac{\text{gal}}{\text{año}}}{0.17 \frac{\text{gal}}{\text{m}^3}} = 2,880 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Amyris

El destilador o alambique seleccionado para producir aceite esencial de madera Amyris tiene una capacidad efectiva de 7,980 L de materia prima a procesar y un volumen total de 12 m³, considerando que 1 saco de la materia prima a tratar equivale aproximadamente a 68.40 Kg.

De acuerdo a los indicadores de calidad y productividad **ISO 3525:2008**, se puede clasificar los rendimientos de la materia prima (madera de Amyris) en:

- Malo: 1.60 gal/m³
- Regular: 1.75 gal/m³
- Aceptable: 2 gal/m³
- Bueno: 2.2 gal/m³

En base al proceso operativo de una planta de extracción de aceite esencial “Amyris balsamifera”, relacionamos el rendimiento de la madera con los indicadores de calidad.

TABLA 12: ANÁLISIS DE VOLUMEN Y PESO DE LA MADERA POR OPERACIÓN

ITEM	MB (m3)	MM (m3)	Vol.MM (Litros)	$\bar{X}MM$ (Kg)	Rendimientos Vs Madera Amyris				Consumo de Vapor (Kg/Hora)
					Malo	Regular	Aceptable	Bueno	
					(gal/m3)	(gal/m3)	(gal/m3)	(gal/m3)	
					1,6	1,75	2	2,2	
Alambique #1	12	7,47	7467,50	2762,98	19,20	21,00	24,00	26,40	450
Alambique #2	12	7,47	7467,50	2762,98	19,20	21,00	24,00	26,40	450
Alambique #3	12	7,47	7467,50	2762,98	19,20	21,00	24,00	26,40	450
Alambique #4	12	7,47	7467,50	2762,98	19,20	21,00	24,00	26,40	450
Totales	48	29,87	29870,02	11051,91	76,80	84,00	96,00	105,60	1800,00
Total de Tanques por operación de 48 Horas					1,40	1,53	1,75	1,92	

Fuente: Robles, Collado, 2023. Análisis de volumen y peso de la madera por operación Nota: $1 m^3$ de Madera Bruta equivale $0.622292 m^3$ de Madera Molida.

Leyenda:

MB: Madera Bruta

MM: Madera Molida

Vol.MM: Volumen de madera molida

$\bar{X}MM$: Promedio de madera molida

Considerando que cada reactor posee un óptimo rendimiento de 24 gal de aceite esencial de acuerdo al indicador 2 gal/m3, se determina el total de los galones producidos por operaciones en los 4 alambiques.

$$Alambique = 24 gal$$

$$V_{gal/operación} = 24 gal \times 4 = 96 gal$$

Buscando realizar 4 operaciones mensuales, la cantidad de aceite esencial producida por año es la siguiente:

$$V_{\text{mensual}} = 96 \text{ gal/op} \times 4 \text{ op/mes} = 384 \frac{\text{gal}}{\text{mes}}$$

$$V_{\text{anual}} = \frac{384 \text{ galones}}{\text{mes}} \times \frac{6 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 2,304 \frac{\text{gal}}{\text{año}}$$

La cantidad de materia prima a procesar en un periodo productivo anual es de:

$$MP_{\text{anual}} = \frac{2,304 \frac{\text{gal}}{\text{año}}}{2 \frac{\text{gal}}{\text{m}^3}} = 1,152 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

VIII.4. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

VIII.4.1. MAQUINARIAS A NIVEL DE PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE V&A.

TABLA 10. MAQUINARIA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES VETIVER ZIZANIOIDES Y AMYRIS BALSAMIFERA

Maquinaria para la extracción de aceites esenciales Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera				
Equipo	Cant	Características	Capacidad	Dimensiones
Molino	1	Molino de tambor VTH 15 series de buriladores. Dispone de 2 diversos sistemas del rotor, el 1ro trabaja con un cuchillo que salta giratorio rápido para destrozarse las longitudes largas y cortas de la madera y el 2do trabaja con un rotor de lento-torneado.	Vel. Rotación: Máx.: 980 rpm (6.158 rad. min-1) Mín.: 600 rpm (3.770 rad. min-1)	Largo 6 m. Ancho 3 m. Alto 8 m.
Caldera	1	Caldera pirotubular horizontal modelo F10C-G, combustible	200 BHP, presión op. máx. 150 Psig,	Largo 8 m. Ancho 3 m.

		gas natural.	g de vapor 364°F, 10 bar.	Alto 10 m.
Tanque alimentación de agua caldera + motobomba de alimentación de agua	1	Equipo auxiliar de alimentación agua de retorno de acero inoxidable de alta calidad.	30 galones / 4 GPM	Largo 2 m. Ancho 0.5 m. Alto 1 m.
Alambique	4	Acero inoxidable de alta calidad. Homologaciones y normas: normativa UE / directiva PED/CODAP.	50 L hasta 10 mil L	Largo 1.5 m. Ancho 1.5 m. Alto 5 m.
Condensador	4	Enfriador / condensador evaporativo en contracorriente, estructura en poliéster reforzada con fibra de vidrio, tubos de intercambiador fabricados en acero galvanizado, cobre, bronce y acero inoxidable.	Caudal: 30 GPM. Temp. entrada agua: 45 °C. Temp. salida agua: 30 °C. Enfriamiento 15 °C, potencia térmica efectiva 405.000 Btu/h.	Largo 1.5 m. Ancho 1.5 m. Alto 6 m.
Vaso separador	4	Separador de Aceite Seccionado Marca TECNAC Mod. SD3 (7/8")	Capacidad para 3.5 L y línea de descarga de 3/8" (77.003)	Largo 1 m. Ancho 1m. Alto 3 m.
Biodigestor	1	Contenedor en forma cónica rotomoldeado. Entrada de agua residual Tubería y cople PVC sanitario de 4". Filtración de tecnología alemana de digestión anaeróbica y depuración del agua. sanitario de 4". Acceso a limpieza Tubería PVC sanitario de 2". Tapa sellada	Capacidad 1300L	Alto 1.15m Ancho 1.96m

Fuentes: Robles, Collado, 2023. Maquinaria para la extracción de aceites esenciales vetiver zizanioides y amyris balsamifera

VIII.4.2. EQUIPOS A NIVEL DE LABORATORIO PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE V&A.

TABLA 11. EQUIPOS DE LABORATORIO PARA CONTROL DE CALIDAD EN ACEITES ESENCIALES VETIVER ZIZANIOIDES Y AMYRIS BALSAMIFERA

Equipo	Cant	Descripción y características
Cromatógrafo de gases	1	Perkin Elmer Clarus 500 Gas Chromatography GC/MS System (N6519100). Cuenta con una gran cantidad de tecnología innovadora para proporcionar la caracterización más completa de las muestras. La tecnología de escaneo de iones seleccionados y de iones completos (SIFI) de Perkin Elmer y la alta velocidad de escaneo aumentan el rendimiento y la precisión del sistema. Cuenta con el espectrómetro de masas de cuadrupolo de rango de masas más rápido y más amplio disponible para GC/MS, que brinda la capacidad de analizar un mayor alcance de aplicaciones, incluye tecnología Gold comprobada para un rendimiento mejorado.
Polarímetro	1	Model D7 Polarimeter w/ LED light source. Polarímetro compacto (MCP 100/150) con longitud de onda hasta polarímetros modulares (MCP 4100/5X00), opciones de múltiples longitudes de onda, gran precisión de rotación óptica y alto rendimiento.
Refractómetro	1	Refractómetro índice de refracción nD para Aceite Vegetal / Industrial Cole Parmer 0 - 32%, Brix
Baño Maria	1	Baño Maria digital 5L, 120V/60Hz Rango de temperatura: +5°C a 100°C Estabilidad de temperatura: ±0,1°C Capacidad de calibración de temperatura 1 punto.
Cristalería	2	Kit de cristalería avanzado de laboratorio, 32 unidades. Borosilicato estándar ISO: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Frasco inferior redondo de 8.5 fl oz, 1 pieza ➤ Frasco de fondo redondo de 2 cuello de 33.8 fl oz, 1 pieza ➤ Frasco de fondo redondo de 1 cuello de 33.8 fl oz, 1 pieza ➤ Frasco de fondo redondo de 3 cuello de 16.9 fl oz, 1 pieza

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Embudo separador de 8.5 fl oz con llave de paso de PTFE, 1 unidad ➤ Columna destiladora Vigreux de 11.811 in, 1 unidad ➤ Condensador Liebig de 11.811 in con conexión de manguera de 0.394 in, 1 unidad ➤ Condensador Graham de 11.811 in con conexión de manguera de 0.394 in de diámetro, 1 unidad ➤ Condensador Allihn de 11.811 in con conexión de manguera de 0.394 in, 1 unidad ➤ Adaptador Claisen de 3 vías, 1 unidad ➤ Adaptador de 3 vías, brazo lateral es de 75 grados con tubo inferior 1 unidad ➤ Tapón de cristal, 5 piezas ➤ Adaptador de despegue al vacío, curva de 105 grados, 1 unidad ➤ Termómetro de 3 vías/adaptador de tubo de sangrado con tapa, 75 grados 1 unidad ➤ Clip de plástico 10 piezas ➤ Manguera de goma 6*9 2M ➤ Papel de pH 2 bolsas ➤ Termómetro Celsius, 200 grados, 11.811 in, 1 unidad
<p>Viales 1</p>	<p>Viales Boston botella de vidrio redonda con tapa, 1 oz capacidad, transparente, 24 und. Las botellas de vidrio Boston Rounds con diseño de hombro redondeado son las más confiables para contener casi cualquier líquido o sólido. Las botellas de vidrio transparente brindan una exhibición muy profesional y son perfectas para almacenar materiales que son sensibles a la degradación por la luz. Esta botella redonda de Boston viene con una tapa forrada de policarbono.</p>

Fuente: Robles, Collado, 2023. Equipos de laboratorio para control de calidad en aceites esenciales vetiver zizanioides y amyris balsamífera.

TERCERA PARTE
ASPECTOS PRÁCTICOS

ESTUDIO DE MERCADO

CAPÍTULO IX

ESTUDIO DE MERCADO

Los estudios de mercado permiten conocer cuántos individuos o empresas desarrollan la actividad que se pretende desarrollar, ya sea la producción de un bien o la prestación de un servicio, así como sus especificaciones y el precio que el público está dispuesto a pagar por él. Estos estudios permiten conocer si hay demanda insatisfecha donde se planea emprender o invertir, además de vislumbrar si tendrá aceptación entre el público o no.

En el análisis realizado se implementó el uso de fuentes de datos primarios, secundarios, estimaciones y desarrollo de pronósticos, los cuales están basados en análisis cualitativos y cuantitativos según la profundidad del mercado nacional e internacional de los aceites esenciales. La dinámica de este estudio de mercado se ha determinado siguiendo una investigación detallada con la finalidad de calcular el tamaño del mercado, los ingresos generados por las ventas, el índice de las exportaciones de esencias en los últimos años, entre otros parámetros.

A continuación se mostrarán una serie de análisis estadísticos, partiendo de información recopilada en boletines anuales, comunicados de prensa y documentos relevantes para el análisis competitivo y una mejor comprensión del mercado.

Según Market Research Reports, el mercado mundial de aceites esenciales está experimentando una expansión significativa en su tamaño, impulsada por el creciente uso de aceites esenciales en farmacia, aromaterapia, cuidado de la piel, cuidado del cabello, productos de higiene personal, productos de cuidado para bebés, productos antisépticos entre otros.

IX.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO DE MERCADO

Analizar el mercado nacional e internacional de los aceites esenciales “*Vetiver* y *Amyris*”; para conocer su impacto mediante el estudio de las variables: precio, demanda, oferta y consumo, tomando las mejores decisiones a favor del desarrollo del proyecto.

IX.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

1. Evaluar de forma objetiva el mercado nacional e internacional de aceite esencial, abordando el intercambio comercial y la participación de los principales países productores de esencias.
2. Estudiar el comportamiento en el mercado de la oferta y demanda de los aceites esenciales *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera* .
3. Determinar las oportunidades asociadas a la producción y comercialización de los aceites esenciales *Vetiver zizanioides* y *Amyris balsamifera*.

IX.3.ALCANCE DEL ESTUDIO DE MERCADO

Realizar un estudio de mercado del sector de aceites esenciales que nos permita identificar oportunidades económicas, sociales e industriales a partir de análisis estadísticos, comportamientos de precios, intercambios comerciales, condiciones tecnológicas, hábitos de consumo y compra, principales productores entre otros aspectos. Con la finalidad de obtener un resultado de análisis conciso y evaluar la viabilidad técnica y financiera del proyecto planteado para la creación de una planta productora y comercializadora de aceites esenciales V&A en República Dominicana.

IX.4. ANÁLISIS DE MERCADO GLOBAL DE ACEITES ESENCIALES

Actualmente, se comercializan unos 160 aceites esenciales a escala mundial, pero solo 10 de ellos, suelen venderse en grandes cantidades y a precios más bajos, copando así el 80%

de todos los intercambios comerciales. Pese a que cerca del 65% de toda la producción procede de países en desarrollo, la Unión Europea sigue dominando el comercio en un sector que abastece el mercado de la cosmética, la alimentación, las fragancias, los aromas y la aromaterapia.

Cuando analizamos los datos de la balanza comercial a nivel mundial de aceites esenciales y resinoides en cuanto a preparaciones de perfumería, tocador o cosmética, se puede observar un constante crecimiento, tanto en las exportaciones como en la demanda, destacando un saldo positivo a favor de las exportaciones.

TABLA 15. ACEITES ESENCIALES Y RESINOIDES, PREPARACIONES DE PERFUMERÍA, DE TOCADOR O COSMÉTICA (2017-2022)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Exportaciones	130.070.896	146.924.106	151.357.555	144.882.578	167.517.460	162.603.448
Importaciones	128.131.424	144.678.309	149.323.363	147.454.745	169.708.489	167.134.405
Saldo comercial	1.939.472	2.245.797	2.034.192	-2.572.167	-2.191.029	-4.530.957
Intercambio comercial	\$258,202.332	\$291,602.415	\$300,680.918	\$292,337.323	\$337,225.949	\$329,737.853

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap.

En la tabla 15 se evidencia un incremento periódico y significativo a lo largo de los años 2017-2022, etapa sumamente fructífera en la implementación de aceites esenciales y resinoides en preparaciones de perfumería, tocador y/o cosmética. Por otro lado, la tan conocida pandemia marcó un contundente descenso en las exportaciones del periodo 2020-2021, provocando que el saldo comercial disminuyera de -USD\$2.572.167 a -USD\$2.191.029 dólares respectivamente. En el 2022 en consecuencia a la inestabilidad económica mundial el saldo comercial aumentó -USD\$4.530.957, los valores negativos representan la pérdida en los niveles de exportaciones e importaciones mundiales dentro del sector de esencias, obstaculizando el comercio internacional entre los países. La Figura 9 representa gráficamente la situación planteada, permitiendo observar que en el año 2022 se obtuvo un saldo comercial negativo más alto que en el 2020, sin embargo la pérdida fue

menor al año anterior debido al incremento del intercambio comercial recuperando así, el flujo de producción y consumo habitual.



Figura 9. Comercio mundial de Productos de Belleza: Aceites esencial, preparaciones de perfumería, de tocador o cosmética 2017-2022 (Valores en millones US\$). Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap.

IX.4.1. PRINCIPALES EXPORTADORES MUNDIALES

Las exportaciones contribuyen de forma decisiva a la sostenibilidad de un país, a través de la generación de divisas y empleos directos e indirectos aportando esencialmente al crecimiento económico del país, en tal sentido evaluar el comportamiento a nivel mundial de este indicador es fundamental para el análisis estadístico que se plantea, donde se evalúa el posicionamiento de los principales países exportadores de aceites esenciales a lo largo de los últimos 5 años.

Entre las regiones más destacadas del segmento de fragancias y esencias se encuentra Europa, liderando Francia como exportador principal en el mundo, alcanzando una presencia del 12.7% a 14%, en los últimos 5 años, durante este mismo periodo Estados Unidos como potencia mundial poseyó el segundo puesto en el sector exportador ocupando un porcentaje de participación del 8% a 10%. Otros países también implicados activamente en este

mercado, han generado millones potenciando y aprovechando el libre comercio de aceites esenciales. Los anteriores datos están expresados en el anexo Tabla 15 *Principales exportadores mundiales de aceites esenciales, participación en el mercado mundial (2017-2022)*.

A partir de la desaceleración económica que enfrenta el mundo, debido al impacto de la pandemia, la insuficiencia de combustible, el cambio climático e innumerables dificultades, el balance comercial se ha visto inestable y voluble a lo largo del periodo 2020-2022. Aun así el sector de aceites salió a flote llevando una recuperación satisfactoria a niveles de producción y exportación de esencias. En la Tabla 16 se involucra a los principales exportadores de aromas junto a la relación de ventas obtenidas en el año 2021-22. En la misma se puede apreciar una recuperación significativa en comparación con la participación y ganancias de años anteriores, los países líderes de este fueron Francia , Estados Unidos , Alemania, y Singapur.

Las siguientes segmentaciones cita los datos extraídos de la Tabla 17 donde se establece una relación entre los *Principales países exportadores de aceites esenciales en el año 2022* :

- Francia exportó al mercado mundial US\$22,921.140 millones y tiene una participación del 14%.
- Estados Unidos exportó US\$14,249.645 millones y el 8.8% de las exportaciones mundiales.
- Alemania exportó aceites esenciales por un valor de US\$11,967.375 millones y domina el 7.5% de las exportaciones.
- Singapur exportó US\$10,216.444 millones con una participación del 6.3%.

IX.4.2. PRINCIPALES IMPORTADORES MUNDIALES

Las importaciones contribuyen al crecimiento y bienestar de un país, desempeñando un papel clave en la economía que permite el acceso al consumo de productos foráneos más

baratos y de forma eficiente, razón por la cual es importante ilustrar el comportamiento de los principales países importadores en el mercado de aceite esencial durante los años 2017-2022.

Considerando que la importación radica en el nivel consumo de un país según las necesidades y demandas de la región, en el top de importadores mundiales, se encuentran evidentemente los países con mayor población y desarrollo industrial, puesto a que la estabilidad del comercio interno de aceites esenciales depende de las producciones nacionales que pueden no ser suficiente y necesitar de importadores que abastezcan las industrias vinculadas a esencias, como es el sector de belleza y cosmética, así como también las ventas cotidianas nacionales de su región por ejemplo aquella consumidas con fines aromaterapeúticos en spa etc,. En la Tabla 18 ubicada en anexos se establece una relación de las naciones importadoras en los últimos 5 años en la que se destaca China, Estados Unidos, Alemania y Francia potencias que se han posicionado como importadores por la razones anteriormente mencionadas.

A continuación los Principales importadores mundiales de aceites esenciales, precios de ventas y participación en el mercado mundial (2021-2022) datos obtenidos de la Tabla 19 que muestra los valores importados del 2021 hasta el 2022 de las regiones más importantes. El último año se comportó de la siguiente forma:

- China importó al mercado mundial US\$21,618.195 millones y tiene una participación del 14%, ligeramente inferior al 2021 .
- Estados Unidos importó US\$19.450.808 millones y el 11.7% de las exportaciones mundiales. Aportando un aumento de 1.6% con respecto al 2021.
- Alemania importó aceites esenciales acumulando anualmente US\$7,869.003 millones, dominando el 4.7% de las exportaciones de mundo
- Francia importó US\$7,004.670 millones con una participación del 4.2% .
- Reino Unido importó US\$6,278.24 millones, llegando a ocupar el quinto puesto con una participación del 4.1% .

IX.5. ANÁLISIS DE MERCADO NACIONAL DE ACEITES ESENCIALES

República Dominicana exporta una alta gama de productos pertenecientes al sector de belleza. Los principales productos exportados de este sector son las mezclas de sustancias odoríferas, preparaciones de belleza, maquillaje y para el cuidado de la piel, perfumes, aguas de tocador y aceites esenciales (cítricos como la cáscara de naranja, limón y la bergamota; de especies como el anís, cúrcuma; de hojas como el eucalipto; También de resinas y flores como el de jazmín, entre otros). Las exportaciones de aceites esenciales tienen como principales destinos, en el 2020: Haití, Estados Unidos, Argentina, y Puerto Rico.

TABLA 20. ACEITES ESENCIAL Y RESINOIDES, PREPARACIONES DE PERFUMERÍA, DE TOCADOR O COSMÉTICA (2017-2022)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Exportaciones	\$102.066,00	\$96.803,00	\$107.103,00	\$113.017,00	\$109.071,00	116.582,00
Importaciones	\$264.248,00	\$260.450,00	\$306.542,00	\$248.808,00	\$295.344,00	348.482,00
Saldo comercial	-\$162.182,00	-\$163.647,00	-\$199.439,00	-\$135.791,00	-\$186.273,00	-231.900,00
Intercambio comercial	\$366.314,00	\$357.253,00	\$413.645,00	\$361.825,00	\$404.415,00	\$465.064,00

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap.

El movimiento comercial de los aceites esenciales en los últimos 5 años ha experimentado cambios significativos, y poco estables pero con el potencial suficiente de ascender constantemente en los próximos años, la Tabla 20 muestra el comportamiento de las importaciones de esencias prevaleciendo estas significativamente por encima de las exportaciones del país, creado así un saldo comercial negativo que marcó el periodo 2017-2022 siendo inconsistente

IX.5.1. PRINCIPALES EXPORTADORES EN RD

RD exporta pequeñas cantidades de grasas y aceites hacia un significativo número de destinos. Estas exportaciones van dirigidas mayormente a las pequeñas islas del Caribe. En adición, se exportan cantidades menores de algunos aceites a Estados Unidos y a otras economías importantes.

Luego del descenso entre los años 2017- 2018, se observó un notable incremento en las ventas de materia prima dominicana de origen vegetal destinada a la extracción de aceite esencial. En las exportaciones del 2019-2021; según el *análisis de mercado nacional de aceites esenciales de la Dirección General de Aduanas*, las exportaciones de bienes de consumo y materia prima pasaron de 5.3% a un 9.2% en un intervalo de 5 años correspondiente a 2017-2021, a pesar de la pandemia las ventas de materia prima de República Dominicana para a obtención de aceites esenciales tuvo un gran auge gracias a la industrialización y aplicación de este producto en los diferentes sectores.

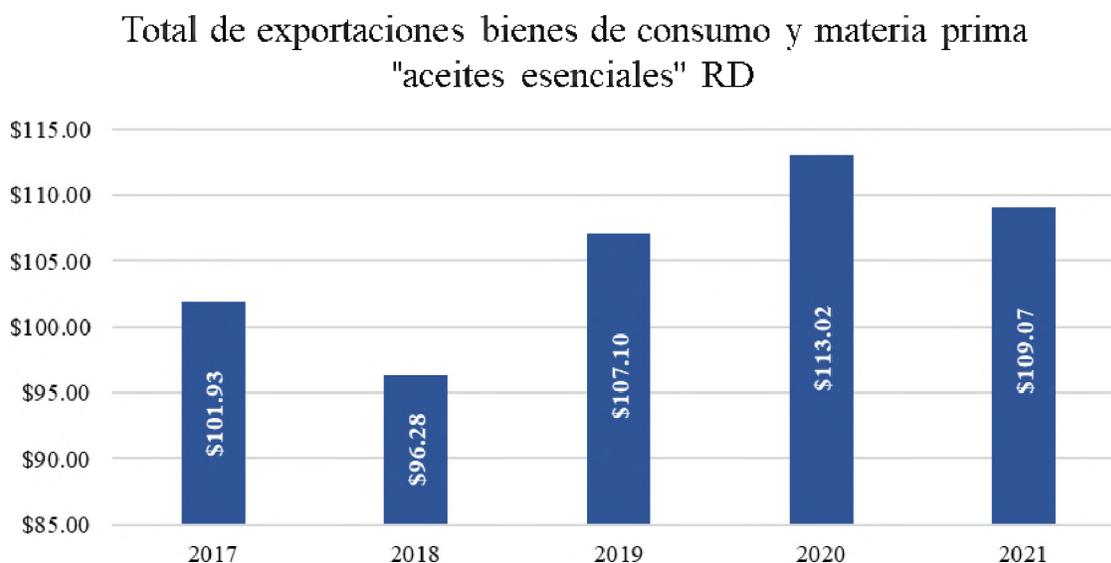


Figura 12. Exportaciones por destino económico 2017-2021. Dirección General de Aduanas (DGA). (Valores FOB expresados en millones de dólares US\$). Fuente: Robles, Collado, 2023. Trap Map

Las exportaciones de aceites esenciales no siempre se contemplan como producto terminado, puesto a que en varias ocasiones se exporta sólo la materia prima de los mismos para fines industriales en países extranjeros. Esta forma de comercialización ha adquirido

gran presencia en el mercado de exportación generando a su vez un declive en la exportación del producto terminado como aceite esencial.

Basándonos en los datos arrojados por Trap Map sobre lista de los mercados importadores para un producto exportado por República Dominicana, el ítem asignado como Producto 3301 "Aceites esenciales, desterpenados o no, incl. los ""concretos"" o ""absolutos""; resinoides; oleorresinas de extracción; disoluciones concentradas de aceites esenciales en grasas, aceites fijos, ceras o materias simil., obtenidas por enflorado o maceración; subproductos terpénicos residuales de la desterpenación de los aceites esenciales; destilados acuosos aromáticos y disoluciones acuosas de aceites esenciales" tienen como destinos principales los siguientes países;

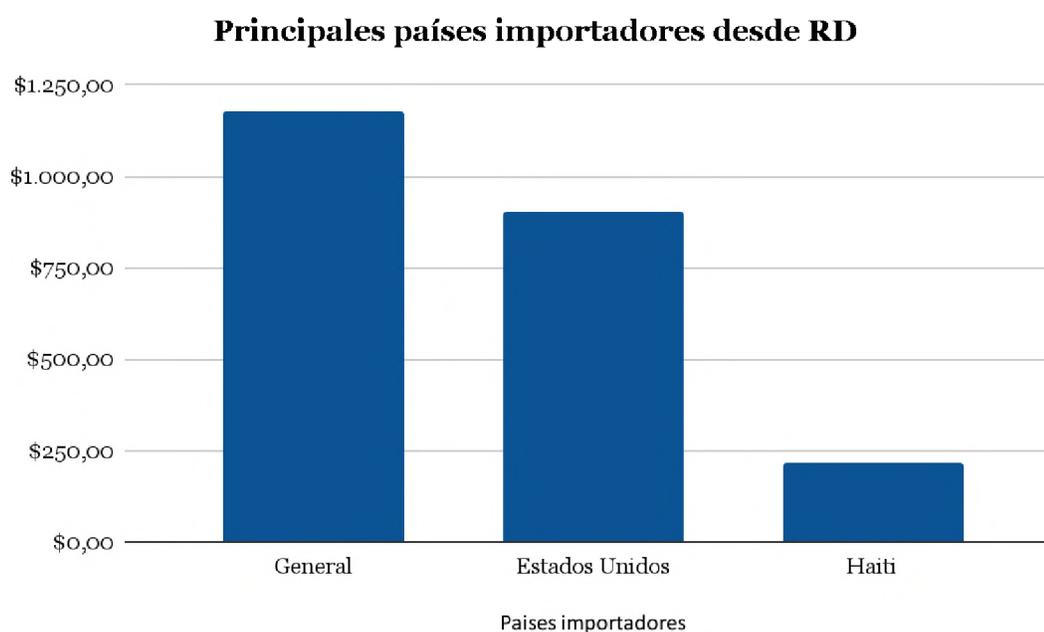


Figura 13. Principales países importadores RD. Fuente: Robles, Collado, 2023. Trap Map

En este segmento de mercado según los registros de la página estadística mencionada Estados Unidos sobresale exportando 305 toneladas de aceites esenciales a un valor unitario de USD \$8.549, finalizando el 2021 con un total exportado de USD \$1.137,000 donde el crecimiento de los últimos 5 años de las cantidades exportadas representan 22%, equivalente a

una participación como socio importador del 20%. porcentaje que domina gran parte del mercado dominicano.

El segundo país importador destacado es la República de Haití, por razones sociopolíticas y geológicas es prácticamente inevitable un intercambio comercial entre las regiones vecinas, sin embargo no siempre representan una constancia positiva para el mercado dominicano. A diferencia de la potencia mundial mencionada, Haití exportó en el 2021, 149 toneladas de aceites esenciales los cuales fueron negociados por un valor unitario de USD \$1.450 notablemente inferior al valor de exportación de los Estados Unidos. El periodo 2017-2021 fue un tiempo bastante estable de exportaciones para ambos países, aunque en el año 2020 por factores externos como la proliferación de la pandemia se limitó las relaciones comerciales hasta nuevo aviso y en el caso de Haití se vio aún más afectada por problemas internos, razón por la cual en los últimos años han decaído como principal productor y exportador de aceite esenciales de Vetiver y Amyris creado una necesidad de consumo en el mercado internacional que al día de hoy aún no ha sido cubierto.

Observando el panorama general de los aceites esenciales y resinoides; para fines de preparaciones de perfumería, tocador o cosmética. Se puede reafirmar que República Dominicana cuenta con una fuerte presencia en el continente Americano considerando a los Estados Unidos como el pilar exportador de esencias con un porcentaje de presencia comprendidos entre 50-60% entre los años 2017-2021, en base a los datos arrojados en la Tabla 21 se deduce una leve caída en las exportaciones entre los años 2019-2020 recuperándose potencialmente en el 2021-2022 generando aproximadamente \$USD 66.644,000 dólares americanos. Otros de los países que incidió notablemente en las exportaciones del sector aromático en RD, fue Colombia con una presencia promedio de 18% en los últimos cinco años en los cuales generó cerca de 20.000,000 dólares americanos anualmente, aunque en los últimos 3 años se ha visto un marcado declive en este monto.

En el comportamiento del resto de los países de centroamérica así como de algunas potencias, se puede observar un constante flujo de sus respectivas participaciones de exportación. Entre lo más notorio de la trayectoria se encuentra México pese a mantener una elevada presencia en los años 2019 y 2020 tuvo una caída relevante en 2021 y 2022 evidenciado un descenso en el porcentaje exportado. En la siguiente Tabla se resumirá la información complementaria de los últimos 6 años de intercambio comercial.

TABLA 21. PRINCIPALES EXPORTACIONES DE ACEITES ESENCIALES POR REPÚBLICA DOMINICANA, (2017-2022)

Importadores	Participación exportación del país que reporta % 2017-2022					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Estados Unidos	53.5	57.8	49	49.4	61.1	64.3
Colombia	22	20.1	17.2	15.4	18.9	15.1
Haití	8.6	8.3	6.5	10.1	9	6.9
Ecuador	5.4	4.7	2.6	0.7	2	4.7
México	0.1	0.1	16.2	17.5	1.8	0.2
Canadá	1.5	1.4	1.4	1.2	1.4	0.8
Países bajos	-	0.3	0.7	0.8	0.9	1.5
Suiza	0,7	0,5	0,6	0,5	0,9	0.4
Alemania	0.1	0.5	0.5	0.6	0.7	0.1
Costa Rica	0.2	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap. Lista de los mercados importadores para un producto exportado por República Dominicana, “Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética”.

IX.5.2. PRINCIPALES IMPORTADORES EN RD

En 2021 las importaciones en República Dominicana crecieron un 39,19% respecto al año anterior. Las compras al exterior representan el 25,96% de su PIB, por lo que se encuentra en el puesto 68, de 192 países, del ranking de importaciones respecto al PIB, ordenado de menor a mayor porcentaje. Las importaciones supusieron ese año 20.773,7 millones de euros. República Dominicana ocupa el puesto número 121 del ranking mundial. Este año hubo déficit en la Balanza comercial ya que, a pesar de producirse un incremento de las exportaciones, fueron menores que las importaciones. Si miramos la evolución de las importaciones en República Dominicana en los últimos años se observa que se han incrementado respecto a 2020, como ya se ha visto anteriormente en 2011 cuando fueron de 12.506,1 millones de euros, que suponía un 29,96% de su PIB.

TABLA 22. PRINCIPALES IMPORTACIONES DE ACEITES ESENCIALES EN REPÚBLICA DOMINICANA, (2017-2022)

Exportadores	Participación importación del país que reporta % 2017-2022					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Estados Unidos	33.2	38.3	34.8	30.8	29.4	31.6
México	14.6	14.2	23.8	17.3	17.2	17
Honduras	0	8.8	7.5	14.4	14.4	8.1
Colombia	11.7	11.2	9.2	10.6	10.1	14
Guatemala	19.5	5.8	5.9	7.9	6.6	6.2
España	4.6	4.6	4.4	5.2	6	6.3
Francia	4.3	3.5	3	1.9	2.6	3.3
Italia	1.9	2.3	2.2	2.2	2.5	2.6
China	2.9	2.9	2.4	2.5	2.2	2.4
Suiza	1.1	1.5	1.2	1.3	1.8	1.5

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap. Lista de los mercados proveedores para un producto importado por República Dominicana, “Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética”.

IX.6. CONSUMO INTERNACIONAL DE ACEITE VETIVER ZIZANIOIDES Y AMYRIS BALSAMIFERA

IX.6.1. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL VETIVER ZIZANIOIDES

El siguiente acápite aborda el desenvolvimiento comercial del aceite Vetiver entre los años 2018 y 2022, para brindar un vistazo del comportamiento del mismo en el mercado internacional, tomando como referencia sus precios de comercio, las limitantes o influencias sociales, económicas y geopolíticas, considerando también las fechas de cosechas de la materia prima utilizada.

Los mayores productores de esencias aromáticas originadas del Vetiver zizanioides, son Indonesia y Haití, a lo largo del tiempo estos países han mostrado una fortaleza en la producción de aceites de calidad altamente demandados en el mercado. Por otro lado, los países que se han unido a la producción de este aceite son India y Egipto.

En los últimos años la economía global se ha vuelto inconsistente, repercutiendo así en el precio, la demanda, la producción y el comercio de los aceites esenciales. En la Tabla 23 se analizó el promedio del precio por kilo exportable por cosecha de cada uno de los países productores de aceite esencial de Vetiver.

TABLA 23. PROMEDIO PRECIO DEL MERCADO USD/KILO DEL ACEITE VETIVER ZIZANIOIDES (2018-2022)

Países productores	2018	2019	2020	2021	2022
Promedio Precio del mercado en Indonesia (USD/Kilo)	\$438,75	\$253,50	\$169,50	\$158,75	\$350,00
Promedio Precio del mercado en Haití (USD/Kilo)	\$411,25	\$241,25	\$225,00	\$195,00	\$250,00
Promedio Precio del mercado en India (USD/Kilo)	\$0,00	\$0,00	\$295,00	\$252,50	\$240,50

Fuente: Robles, Collado, 2023. Ultra International B.V.

Comportamiento de precios en el mercado de aceite Vetiver para países exportadores

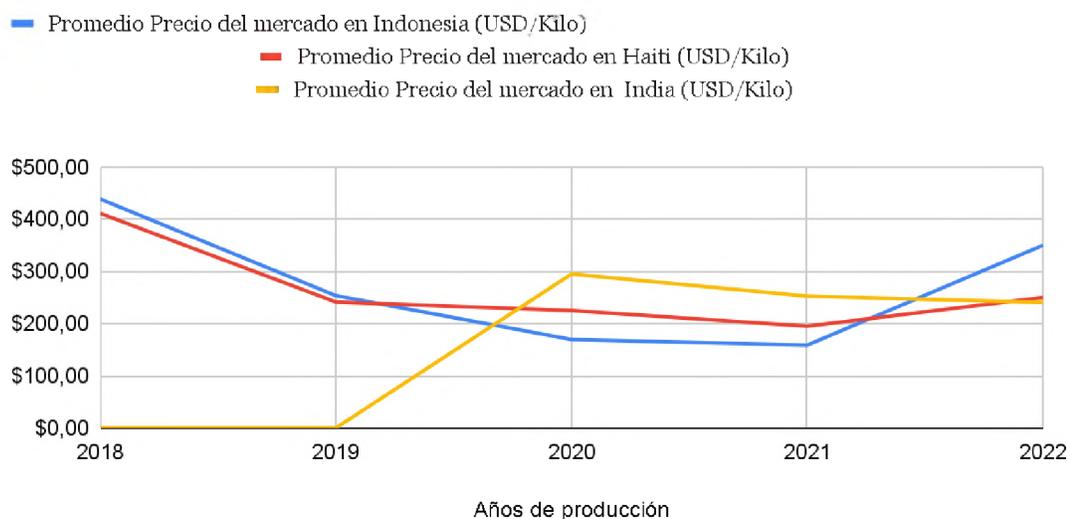


Figura 14 Comportamiento de precios en el mercado de aceites Vetiver zizanioides Fuente: Robles, Collado, 2023. Ultra International B.V

En el inicio del 2018 Indonesia mostró una fuerte incidencia en la producción de Vetiver aprovechando la débil presencia de suplidores de este aceite y la gran demanda del mismo con un precio promedio de exportación de \$430 dólares por kilo. Garut arut Regency es una regencia en la provincia de Java Occidental de Indonesia, la misma conserva su posición como la principal región productora de Vetiver, aunque algunas cooperativas en regiones de Java y sus alrededores han comenzado a cultivarlo.

Los precios del Vetiver en el 2018 mantuvieron un aumento constante debido a factores determinantes relacionados con la pureza y calidad de esta esencia directamente implicado con la diversidad de los grados de aceite en el mercado, que se distinguen principalmente por las variaciones del índice de acidez. En este mismo año, Haití debido a las fuertes lluvias, se vio afectada negativamente en la recolección de materia prima llevando a una reducción en la producción total. Esta escasez y la alta demanda de aceite de Vetiver subieron los precios considerablemente en el mercado, sin embargo, en la nueva temporada de diciembre 2018 el país caribeño arrancó con disponibilidad suficiente de materia prima avanzando hacia una situación más saludable, para ponerse al día con la demanda y satisfacer la del próximo año.

En 2019 los productores indonesios se enfrentaron a críticas por ofrecer una calidad inferior de aceite Vetiver, críticas que originaron una serie mejoras en equipos y procesos de destilación, donde la calidad del aceite exportado ascendió notablemente mejor que antes. A pesar de estos desafíos, el aceite de Vetiver de Indonesia mantuvo sus características únicas y se percibe como producto de calidad en comparación con el material haitiano. Si bien el aceite de Vetiver de Indonesia tiene una nota ahumada quemada, con una demanda como la actual, podría reemplazar al aceite de Vetiver de Haití en algunas fórmulas. El clima político en Haití en el año 2019 ha reducido la disponibilidad de materia prima y recursos para llevar a cabo los procesos y las dificultades se han visto agravadas por problemas de inflación, corrupción, disponibilidad de combustible y retrasos en los envíos. Los procesadores se han visto privados de suministros de combustible y no han podido mover mercancías y recibir combustibles de calderas para la destilación. Estos constantes retrasos han dejado a los productores en una posición precaria. En el 2020 la situación del COVID-19 se ha sumado a las dificultades que enfrenta la industria.

Existe una extensa variedad de aceites con alto índice de acidez y notas quemadas que flotan en el mercado. Si bien estas variedades tienen un precio más bajo, no cumplen con las especificaciones. La demanda y la oferta de aceite de Vetiver de calidad superior son estables, al igual que el precio. Por ello en el 2021 a pesar del desplome de producción por parte del mayor exportador de Vetiver "Haití", India se ha mantenido con una demanda constante con precios comprendidos entre los USD \$220-\$285 dólares por kilo.

Estudiando la información promulgada por los informes estacionales (Temporadas de producción y cosecha) de aceites esenciales con finalidad industriales, se puede trazabilizar el comportamiento del aceite esencial de Vetiver zizanioides en los últimos 2 años:

- **PRIMAVERA MARZO/ 2022**

India El Vetiver producido en el sur de la India tuvo mayor demanda. Existen diferentes variedades producidas en el sur, y atienden a diversas industrias como el sabor, el tabaco y la perfumería. La cosecha de este año fue estable, pero la alta demanda provocó una subida del precio. Por el contrario, en el norte y el centro de la India se produjeron variedades limitadas a un precio estable. La temporada de cosecha resultante entre enero y marzo fue muy buena.(USD 290.00 /kilo)

- **VERANO JULIO/2022**

India Las variedades producidas en el sur de la India poseyeron una mayor demanda. La temporada de cosecha de las variedades en el norte y centro de la India fue entre enero y marzo, correspondiente a una buena temporada de cultivo. El precio depende de la demanda de las diferentes variedades por parte de industrias como la tabacalera, la perfumería y la de sabores.(USD 235.00 /kilo)

- **OTOÑO OCTUBRE/ 2022**

India El Vetiver se produjo en el norte y centro de la India con la temporada de cosecha entre enero y marzo. La calidad en el sur es superior debido a las condiciones climáticas y cortejada por la industria de la perfumería.(USD 195.00 - 220.00 /kilo.)

- **INVIERNO ENERO/ 2023**

Haití Las preocupaciones de seguridad en Haití detuvieron toda la producción. La disponibilidad de combustible es un problema y las plantas no pueden destilar el aceite de Vetiver. No hay aceite disponible en el mercado.(USD 250.00 /kilo)

India la temporada de cosecha del producto es de enero a marzo, por lo que el próximo ciclo productivo sólo comenzará en julio de 2023, imagen clara durante el informe de verano. El vetiver se produce en el norte y centro de la India. (USD 217.00 /kilo)

Indonesia Los volúmenes de producción fueron extremadamente bajos. La situación estima una mejora en febrero con la llegada de la nueva cosecha. considerando que los precios del petróleo están en el lado superior. (USD 275,00/kilo / (MD) USD 350,00/kilo)

- **PRIMAVERA ABRIL/2023**

Indonesia Los volúmenes de producción fueron extremadamente bajos. Con los precios del petróleo en una tendencia alcista.(USD 265,00/kilo)

IX.6.2. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL AMYRIS BALSAMIFERA

En este análisis se estudian los factores que influyen en la comercialización del aceite de Amyris balsamifera y su precio en el mercado dominicano. Teniendo en cuenta que el aceite Amyris es un producto de consumo creciente pero con poca participación en el mercado dominicano en comparación con otros aceites esenciales, aunque en la última década se ha experimentado una creciente debido a la gran demanda por su aplicación y uso en productos del sector cosmético, farmacéutico y alimentario, por su interés en mejorar y aumentar la calidad de sus productos. En la actualidad existe poca información respecto a los valores de los precios unitarios en el mercado vinculados al consumo del aceite esencial Amyris balsamifera en República Dominicana, por lo que se plantea como objetivo consolidar la información de las exportaciones durante los años 2018 hasta 2022. Se analizó el promedio del precio de kilo exportable por cosecha de la materia prima.

TABLA 24. PROMEDIO PRECIO DEL MERCADO USD/KILO DEL ACEITE AMYRIS BALSAMIFERA (2018-2022)

Países productores	2018	2019	2020	2021	2022
Haití	\$84,00	\$85,00	\$94,00	\$100,00	\$83,00
	\$75,00	\$85,00	\$94,00	\$100,00	\$81,00
	\$65,00	\$85,00	\$94,00	\$100,00	\$81,00
Promedio Precio del mercado en Haití (USD/Kilo)	\$74,67	\$85,00	\$94,00	\$100,00	\$81,67
RD	\$55,00	\$65,00	\$63,00	\$67,00	\$83,00
	\$55,00	\$65,00	\$65,00	\$67,00	\$80,00
	\$55,00	\$65,00	\$69,00	\$67,00	\$83,00
Promedio Precio del mercado en RD (USD/Kilo)	\$55,00	\$65,00	\$65,67	\$67,00	\$82,00

Fuente: Robles, Collado, 2023. Ultra International B.V

Comportamiento de precios en el mercado de aceite Amyris para países exportadores

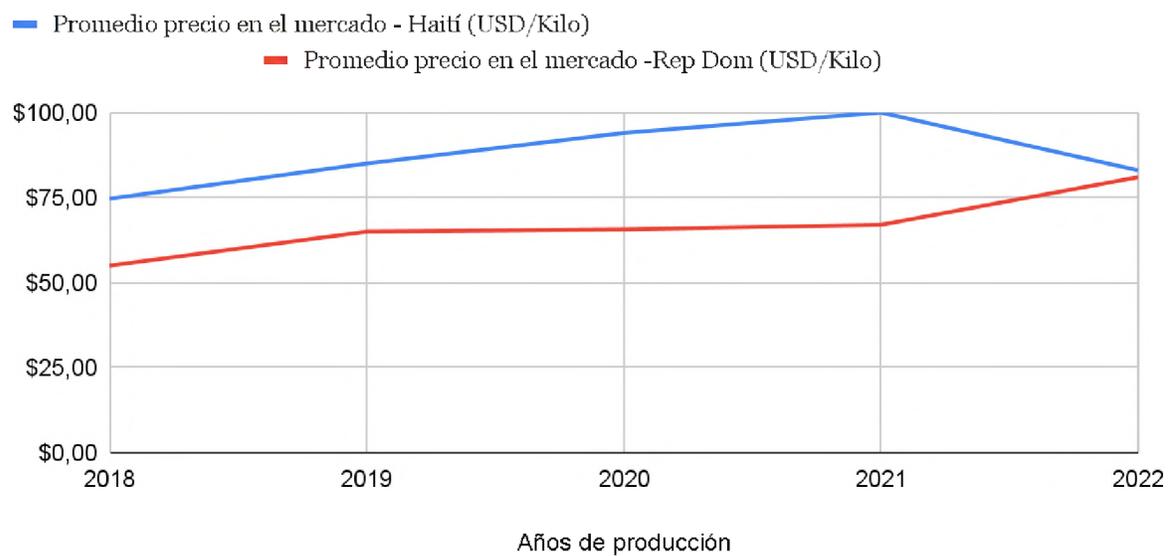


Figura 15. Comportamiento de precios en el mercado de aceites Amyris. Fuente: Robles, Collado, 2023. Ultra International B.V.

Las diferencias económicas y culturales entre los dos países analizados son inmensas. Por ejemplo, en el lado haitiano de la frontera de 200 millas hay un paisaje erosionado, donde la producción de carbón vegetal y la degradación de la tierra han destruido los bosques. En contraste, el bosque dominicano de Bahoruco, en la frontera sur con Haití, mide unos 1,226 km², más de la mitad de los cuales están cubiertos de árboles de Amyris. En Haití la deforestación ha afectado tanto a la producción como a los costes de envío, pero la disponibilidad de compra (y contrabando) de materia prima a República Dominicana ha ayudado a mantener la producción total y a un nivel más alto. (Mejia M, mayo 2018, *“Contrabando de guaconejo supera la capacidad de controles de Medio Ambiente”*. *Periodico Diario Libre*).

La producción de aceite de Amyris comenzó en RD en 2002, pero más de 50 años antes en Haití, por lo que tiene más tiempo en el mercado y es más conocido internacionalmente. Se puede observar una diferencia significativa en el promedio del precio de venta del aceite esencial Amyris de República Dominicana vs el promedio del precio de venta del Amyris de Haití, el precio en República Dominicana está muy por debajo, teniendo una tendencia menor y casi lineal de USD\$55 a USD\$67 en el trayecto de los años analizados con un aumento no significativo del precio, al contrario de Haití, que ha tenido un incremento significativo de USD\$65 a USD\$100 de 2018 a 2021 a pesar de la falta de materia prima; la diferencia de precios es enorme siendo la materia prima proveniente del mismo lugar.

Según un informe reciente de NRSC, cada año se estima que se necesitan 250 TM de madera de Amyris recolectada de 450 ha de bosque (muy por debajo del 1% del área de recolección potencial en Rep. Dom.) para producir 90 TM de aceite de Amyris para satisfacer las necesidades del mercado mundial. Aproximadamente la mitad de la madera se pasa de contrabando a Haití, mientras que tres destilerías en la República Dominicana procesan el resto.

Las restricciones y poco control del gobierno de la RD sobre el acceso y el transporte de la madera de Amyris muerta han reducido la disponibilidad y han creado escasez de suministro actual e inestabilidad de precios. Este árbol muere de forma natural después de

aproximadamente 4-6 años dejando grandes cantidades de madera rica en aceite descomposición en el suelo del bosque. Mientras Haití sufre deforestación y una grave falta de materia prima de aceite de Amyris, República Dominicana tiene inmensas cantidades subutilizadas y terreno apto para plantar y secar de forma natural acelerada (4-7 meses).

Estudiando la información promulgada por los informes estacionales (Periodo de recolección y producción) de aceites esenciales con finalidad industriales, se puede trazabilizar el comportamiento del aceite esencial de Amyris balsamifera en los últimos 2 años:

- **PRIMAVERA MARZO/ 2022**

RD: La demanda de aceite de Amyris fué débil. Los pedidos máximos fueron por grandes usuarios en la India, que ofrecieron un precio bajo por cantidades limitadas. Las destilerías en Haití operaron a una capacidad muy limitada debido a la crisis fronteriza y la difícil situación del país. Los socios en República Dominicana también están trabajando al 30% de su capacidad. Pero la producción ha vuelto a la normalidad en la instalación principal del país.(USD\$ 81.00 /kilo)

- **OTOÑO OCTUBRE/ 2022**

Haití: Pese a tener materia prima disponible en abundancia, se sostuvo acceso limitado al combustible, crucial para la producción. Haití ha luchado con problemas de producción durante casi un año debido a varios problemas de seguridad. Las pandillas controlan la única ruta de acceso a la ciudad capital desde el sur, la entrega de productos por carretera es un asunto arriesgado. Se imponen fuertes impuestos solo para permitir el paso de los vehículos de transporte.(USD\$ 83.00 /kilo)

- **INVIERNO ENERO/ 2023**

RD: El nuevo ministro dominicano está trabajando para detener todo el contrabando de Amyris a Haití. La madera está disponible en el mercado en buenas cantidades, aunque su precio ha subido más del 20%. De acuerdo con las regulaciones gubernamentales, los costos

laborales de la planta también aumentaron un 30%. Haití se encuentra en una situación difícil con el país en un estado de cierre. Actualmente no hay producción de amyris en curso. Los últimos tres años han sido testigos de una caída en el precio del petróleo. Esto se debe a que los productores haitianos exportan petróleo al mercado indio a precios muy bajos. (USD 80.00 /kilo)

IX.7. ARANCELES DE LOS ACEITES ESENCIALES V&A

TABLA 25. ARANCELES DE ACEITES ESENCIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
33.1	Aceites Esenciales
3301.29.60	Aceite Vetiver
3301.29.90	Aceite Amyris

Fuente: Robles Collado 2023. Arancel Aduanas 6ta enmienda.

En la partida 33.02, se entiende *sustancias odoríferas* únicamente a las sustancias de la partida 33.01, los ingredientes odoríferos extraídos de estas sustancias y los productos aromáticos. La importancia de productos de belleza y cosméticos producidos y envasados en el país de origen, solo se autorizará cuando su consumo esté permitido en el país de origen y cuando haya obtenido registro correspondiente del ministerio de Salud Pública y Asistencia Pública conforme dispone la Ley No. 42-01 del 8 de marzo de 2001, Ley General de Salud Pública y su reglamento.

IX.8. RESULTADO DE ESTUDIO DE MERCADO

Objetivo 1: Evaluar de forma objetiva el mercado nacional e internacional de aceite esencial, abordando el intercambio comercial y la participación de los principales países productores de esencias.

La creciente propagación y expansión de los productos orgánicos con derivados aromáticos para fines de aplicaciones industriales/comerciales amplía cada vez más el abanico de oportunidades en el sector de esencias. De igual forma se prevé que la creciente industrialización y el aumento de los ingresos disponibles de los consumidores impulsen aún más el crecimiento de este mercado en un futuro próximo. Como toda oportunidad comercial, las potencias o países de más recursos encabezan las exportaciones e importaciones mundiales;

- Los principales exportadores de Aceites esenciales fueron Estados Unidos (\$856M), India (\$817M), Francia (\$501M), China (\$418M), y Brasil (\$281M).
- Los principales importadores de Aceites esenciales fueron Estados Unidos (\$1,16MM), Francia (\$466M), China (\$407M), Alemania (\$398M), y Países Bajos (\$326M).

En el rating mundial de los productos con más intercambio comercial los Aceites Esenciales ocuparon el puesto número 486to, siendo comercializado por un total de \$6,05MM. Entre 2020 y 2022 las exportaciones de Aceites esenciales aumentaron en un 11,3%, desde \$5,44MM a \$6,05MM. El comercio de Aceites esenciales representa 0,00029% del total de comercio mundial.

República Dominicana exporta una gama de productos pertenecientes al sector de belleza. Los principales productos exportados de este sector son las mezclas de sustancias odoríferas, preparaciones de belleza, maquillaje y para el cuidado de la piel (excl. Medicamentos); preparaciones para higiene bucal, preparaciones capilares, preparaciones para afeitarse o para antes y después de afeitarse (incluye desodorantes corporales), perfumes, aguas de tocador y aceites esenciales. Según el Estudio del Sector Belleza y Comercio de

Productos de Cuidado Personal realizado por Pro Dominicana, las exportaciones del sector belleza mantuvieron un crecimiento continuo desde el 2014 al 2016, pasando de US\$92.3 millones a US\$104.5 millones, respectivamente. Para los años siguientes las exportaciones de dicho sector disminuyeron alcanzando un valor exportado de US\$97.2 millones al 2018. En el 2019 el monto exportado fue de US\$107.1 millones, continuando esta trayectoria en el 2020 alcanzando un monto exportado de US\$113 millones.

República Dominicana exporta aceites esenciales de cítricos como la cáscara de naranja, limón y la bergamota; de especies como el anís, cúrcuma; de hojas como el eucalipto; También de resinas y flores como el de jazmín, entre otros. Las exportaciones de aceites esenciales representaron el 0.9% del total exportado por el sector belleza en el 2020, con un valor de US\$1.03 millones. Las exportaciones de aceites esenciales tienen como principales destinos, en el 2020-2021: Haití, Estados Unidos, Argentina, y Puerto Rico.

El valor total de las exportaciones de mezclas de sustancias odoríferas en el 2020 fue de USD\$39.54 millones. Los principales destinos de exportaciones fueron: México con US\$19.71 millones; Colombia US\$17.11 millones; Haití US\$ 1.07 millones; Ecuador US\$0.82 millones y Jamaica US\$0.20 millones. Las exportaciones de mezclas de sustancias odoríferas representan el 35% del total exportado por el sector belleza.

Objetivo 2: Estudiar el comportamiento en el mercado de la oferta y demanda de los aceites esenciales Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera .

El estudio previamente realizado deja en evidencia el comportamiento de los aceites esenciales Vetiver y Amyris en el mercado, brindando así un panoramas más claro de las debilidades fortalezas y obstáculos que limitan o expanden la demanda de estos aceites. A partir de los reportes históricos de consumo, temporadas de cosechas, precio, regiones y problemáticas sociales expuestas en Ultra International BV, se puede caracterizar y definir el estado actual de cada uno de los aceites seleccionados:

El Amyris, también conocido como guaconejo presenta actualmente una depreciación en su precio , debido que a que no existe un producto lo suficientemente fuerte que satisfaga la demanda del mercado, todo esto debido a que Haití como uno de los principales productos ha arrastrado a lo lagos de estos años una fuerte crisis política , económica y social,

provocado un declive casi nulo al día de hoy de extracción de aceite esencial y es que a esto sumó, los inconveniente para abastecerse de materia prima, misma que consiguen de RD, y que no puedes procesar por la falta de petróleo y la inseguridad social anteriormente mencionada.

Es un hecho que República Dominicana por su lado a pesar no tener ninguna de las limitantes del vecino país , es incapaz de sostener una producción de Amyris que cubra la inexistencia de Haití en el mercado, esto debido a que las plantas generadoras de este aceite esencial operan a tan solo un 30 % de su capacidad, porcentaje que resulta incoherente dadas las facilidades que presenta el país en cuanto a materia prima y estabilidad industrial.

En estos últimos años la demanda de aceite de Amyris ha sido débil. Los pedidos máximos provienen de grandes usuarios en la India, que ofrecen un precio bajo por cantidades limitadas el precio de ventas de estos lotes oscilan entre los USD\$80 a USD\$81 por kilo.

El aceite de Vetiver por su lado a diferencia del Amyris, posee una estabilidad de precio más contundente, la oferta del mismo está comprendida entre \$USD 235 a \$USD 350. El tiempo de cosecha del Vetiver juega un rol sumamente relevante en el periodo de producciones y por ende en las ventas del mismo, aún así la demanda de este aceite no solo depende de este factor sino también de la región que distribuya y oferte la esencia. En India la producción de aceite se realiza en diferentes localizaciones, siendo el del Sur del país el de mayor demanda, estas segmentación que relaciona calidad con venta está dada por la diversidad de aplicaciones a las que se oriente la región productora, por ejemplo las industrias como el sabor, el tabaco y la perfumería. En el caso del norte y el centro de la India producen variedades limitadas y el precio es estable.

A finales de 2022 Haití tuvo una participación limitada en cuanto a producción de aceite Vetiver que resultó nula para 2023, todo esto originado por la crisis ya conocida del país, India ha aprovechado la oportunidad para colocarse como unos de los suplidores más competente del mercado, derrocando Haití, pese ha a que la calidad del aroma haitiano es la preferida de las industria a nivel de consumo. Como suplidor secundario de esta esencia Indonesia ha ocupado un nivel medio-Bajo en cuanto a producción, aún así poseen proyección de aumentar con las cosechas pronosticadas de este último año.

Objetivo 3: Determinar las oportunidades asociadas a la producción y comercialización de los aceites esenciales Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera.

Recurriendo a los recursos y el desarrollo industrial en República Dominicana es necesario invertir estratégicamente en sector de esencias con aromas que presenten un impacto significativo a la economía y a la aplicación industrial/comercial del mundo, lo que nos lleva a elegir entre los diversos aceites del mercado al Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera, ambos aceites presentan gran aceptación internacional por las aplicaciones industriales de los mismo, que aborda el intercambio comercial y la participación de los países destacados productores de esencias.

Como se ha visto, las principales exportaciones de aceites esenciales son tanto a Estados Unidos como a Haití, esto se debe a que existen empresas radicadas en territorio dominicano que operan y elaboran productos con fines de exportación. República Dominicana no posee una cultura netamente productora de aceite esencial V&A por la falta de interés o quizás por la poca información provista del mercado de esencias y el impacto que tienen los aceites de la materia prima situada en el país como recurso natural propio del territorio en productos cosméticos, perfumería, aromaterapia etc .

Profundizando en la investigación realizada, pudimos notar que existe mayor evidencia de las exportaciones nacionales de materia prima, no de los aceites esenciales concretamente, con una venta alta y precio pobre; según el análisis visto con anterioridad de la Dirección General de Aduanas, el porcentaje de exportación de materia prima año tras año va en aumento, por su alta demanda en los países desarrollados y su necesidad de satisfacerla, generando ingresos a los principales productores y exportadores Indonesia y Haití, siendo el 2do nuestro principal consumidor y comprador de materias primas.

Es una realidad que los aceites esenciales resultan un territorio casi inexplorado para República Dominicana, aún poseyendo suficiente recursos naturales e Industriales para llevar a cabo la debida la proliferación nacional de esta oportunidad de negocio, que representa un cambio inigualable para las relaciones comerciales del país junto a la remuneración a corto plazo de este nicho. "El mercado está, solo debe ser explorado."

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CAPITULO X

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

X.1. ÁRBOLES DIAGNÓSTICOS

A lo largo del tiempo se ha vuelto indispensable el desarrollo de métodos para análisis de datos que permitan sustentar la viabilidad de cualquier proyecto teniendo en consideración los principales factores estadísticos tradicionales que permiten enfrentar problemas de eficiencia y escalabilidad.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se ha desarrollado la herramienta de análisis conocida como "Árbol Diagnóstico" entorno a la temática principal de factibilidad para la puesta en marcha de una planta productora y comercializadora de aceites esenciales de Vetiver zizanioides & Amyris balsamifera en República Dominicana.

El árbol de problemas se fundamenta bajo la identificación del problema central detectado a partir del diseño del proyecto o actividad a desarrollar, profundizando en el análisis para determinar las posibles causas y establecer paralelamente las consecuencias o efectos de dicha problemática. La meta de esta técnica es brindar los suficientes datos para llevar a cabo un debate jerárquico sobre los problemas.

El árbol de objetivos congrega la disponibilidad de medios y/o alternativas para solucionar el problema principal, aportando así un propósito o una solución al mismo. La finalidad de dicho método es conseguir puntos de vista positivos a cada situación negativa que aparece en el árbol anterior , para resolver el problema paso a paso.

X.1.1. ÁRBOL PROBLEMA

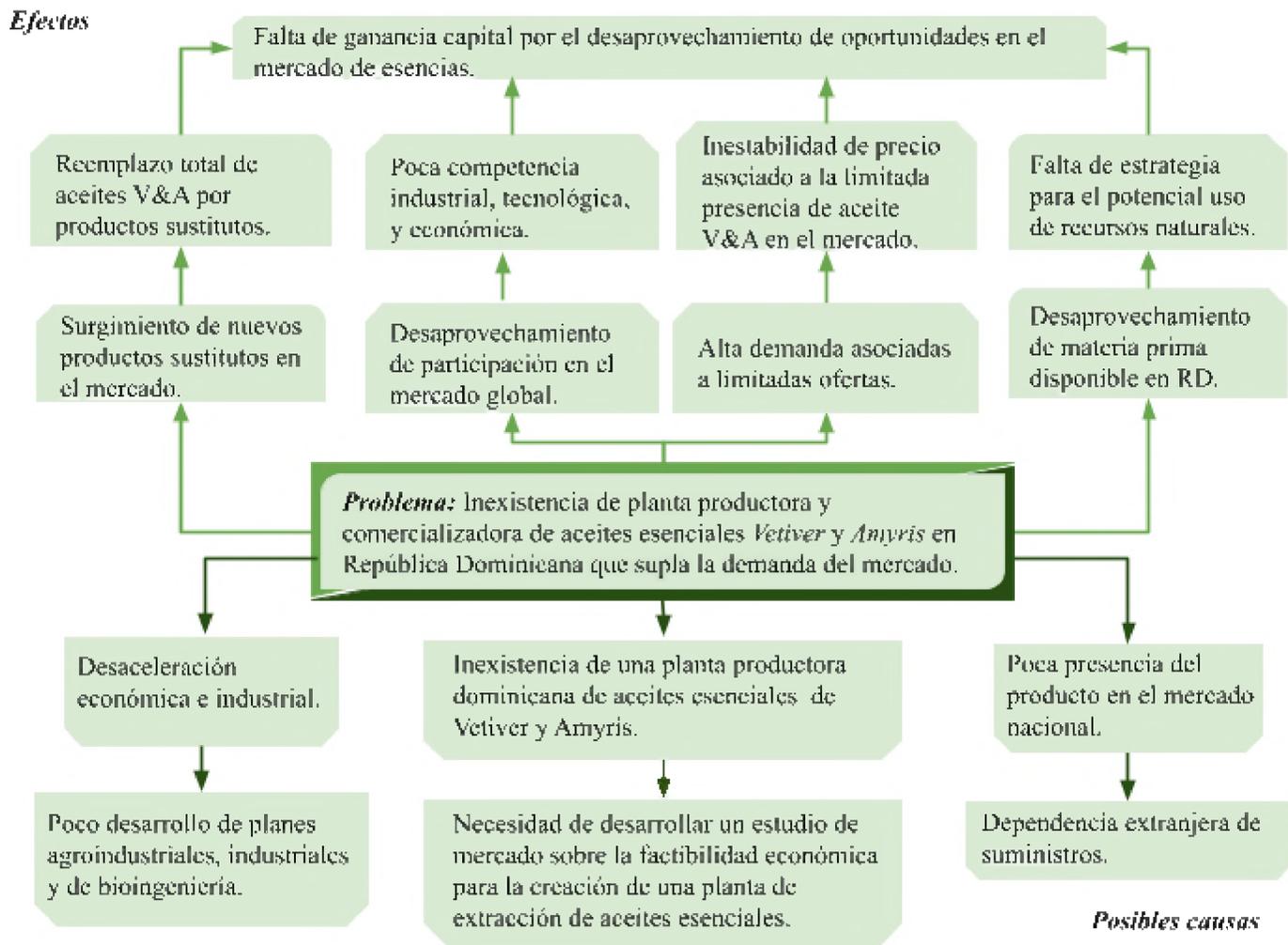


Figura 20. Árbol Problema para V&A. Fuente: Robles Collado 2023

X.1.2. ÁRBOL OBJETIVO

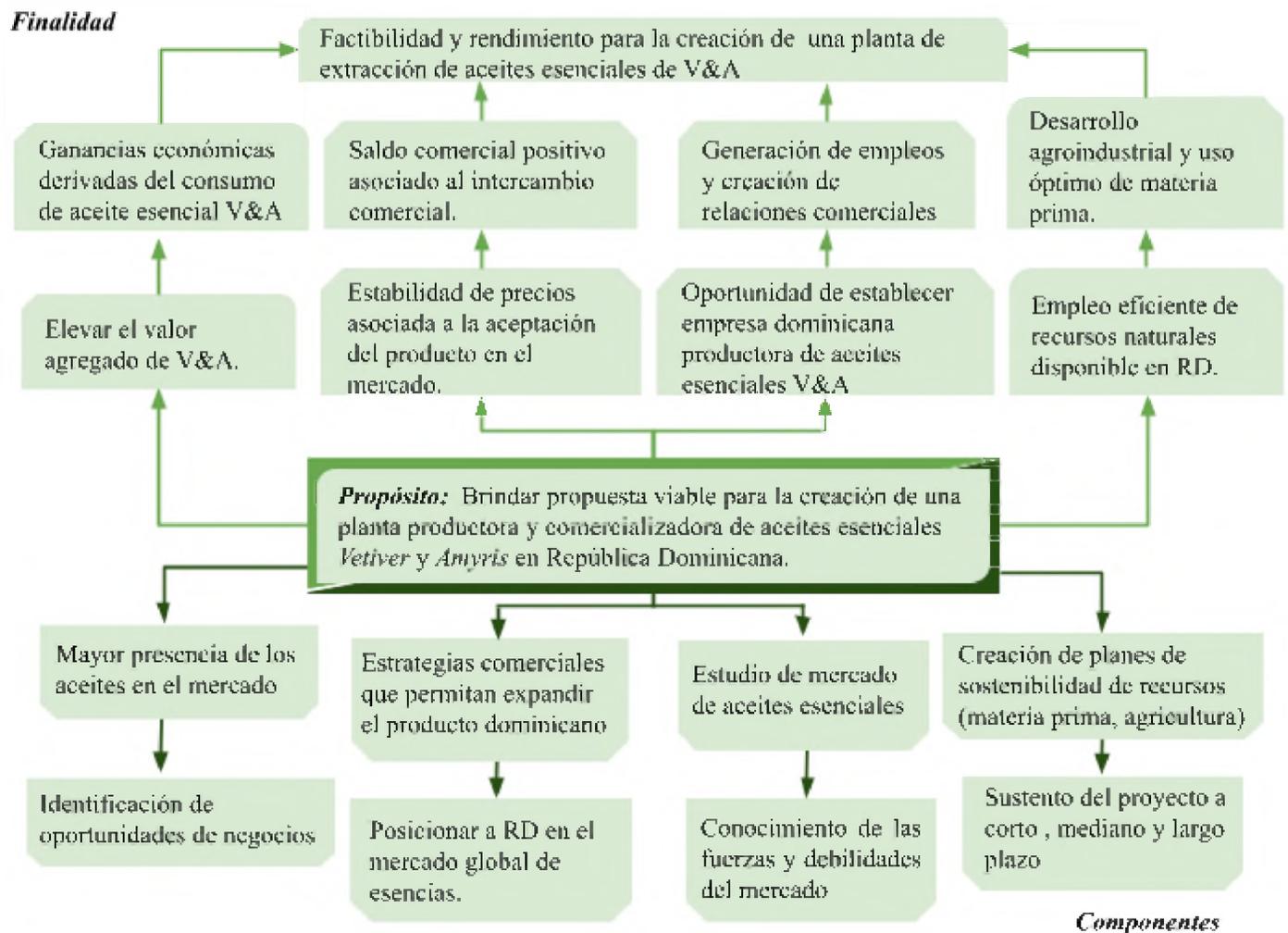


Figura 21. Árbol Objetivo para V&A. Fuente: Robles Collado 2023

X.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO

El presente análisis de entorno aborda dos herramientas fundamentales en la elaboración de las estrategias comerciales y la posibilidad real de crecimiento del proyecto aquí expuesto, para la puesta en marcha de una planta productora y comercializadora de V&A en RD.

Este estudio engloba todas las influencias directas o indirectas que intervienen en el proyecto, las mismas pueden darse en entornos no estáticos es decir que varían con el tiempo y presentan cierto nivel de incertidumbre. El objetivo que persigue este tipo de análisis es sacar el mayor partido a las fortalezas asociadas al proyecto llevando a cabo un plan de acción que permita contrarrestar o eliminar las debilidades y dificultades que se puedan ir dando a lo largo o desarrollo de las actividades planificadas.

Las Cinco fuerzas de Porter es un análisis del Microentorno, calificado también como específico-competitivo, estos son los más cercado a la empresa, puesto a que contemplan recursos como: clientes, proveedores, intermediarios y competencias y a su vez mide el poder, las potenciales amenazas y las rivalidad asociadas de forma directa a la empresa. Este modelo estudia desde los aspectos relacionados a la competencia, como la existencia de productos sustitutivos o la entrada en el mercado de nuevos competidores, así como también facilita el cálculo de la rentabilidad de la empresa, aspecto muy importante no solo en el momento presente sino también de cara a planteamientos futuros.

Por su parte el análisis o matriz FODA es considerado como uno de los principales aliados a la hora de valorar la situación en la que se encuentra una empresa, tanto a nivel externo como interno. En ella se divide el entorno en dos tipos, macroentorno y microentorno. Ambos son muy importantes, pues su análisis facilita a la empresa identificar tanto debilidades y fortalezas como amenazas u oportunidades.

X.2.1. ANÁLISIS PORTER

a) Amenaza de nuevos participantes

La amenaza de entrada “nuevos competidores” ha de ser calificada como media-baja. Esto debido a que en el caso del Amyris, el acceso a la obtención de la madera es regulado por las entidades del gobierno, debido a que dispone de leyes medioambientales, estándares y condiciones de uso que dificultan su posesión, controlando el manejo inadecuado de la materia prima, a su vez es abundante en cantidad en el país. En cambio, el Vetiver posee un caso particular, ya que no existe información suficiente sobre las empresas, los agricultores y las cooperativas asociadas al mismo, tan solo hay un red interna de consumo y compra de la materia prima, sin embargo al igual que el Amyris existe bastante Vetiver en la República Dominicana, además de excelentes áreas y suelos aptos para su cultivo, siembra e implantación de plantas productoras, lo que puede generar en el futuro que la oferta de materia prima sea elevada, así como también despertar el interés de inversores potenciales fomentando el surgimiento de competencia en el mercado productor y comercializador de esencias más específicamente del aceite Vetiver y Amyris.

Por otro lado, el capital de inversión asociado a este nicho es medio alto, pues existe la facilidad de encontrar diversos planes de financiamiento, pequeñas, medianas empresas y cooperativas encargadas de impulsar la economía del país mediante propuestas innovadoras. Además de las asociaciones y empresas del sector interesadas en implementar a su carpeta de producción y/o ventas de aceites esenciales el Vetiver y el Amyris; hasta el momento, no hay una empresa líder en República Dominicana que produzca y comercialice estos aceites.

Con respecto a las políticas gubernamentales para la elaboración del aceite esencial y su exportación, estas también presentan ciertos estándares de calidad, salubridad entre otras obligaciones para poder producir y comercializar, es decir, de nivel medio; y, por el lado de la diferenciación de marca, se presenta un nivel bajo, pues todas las empresas no renuevan la información de su marca.

b) Amenazas de productos sustitutos

Los productos sustitutos a nivel de comercial representa un gran obstáculo para pequeñas empresas que no suplen lo suficiente para sostener o abastecer las necesidades de determinado mercado, también es una salida viable para el comprador que depende del producto y como respaldo opta por un producto viable y efectivo que le permita continuar sus proyectos.

Considerando el comportamiento del Vetiver en los últimos años con la caída de su principal productor "Haití" y su baja oferta en países como Indonesia e India, los consumidores actuales y potenciales clientes, se han visto obligados a recurrir a alternativas o sustitutos, en este caso el pachuli ha ocupado este rol por su similaridad de fragancia con el Vetiver, aportando un valor agregado con mayor demanda. Aún así no cubre totalmente los beneficios de este aceite. El Patchouli posee un costo actual en el mercado de US\$ 50.00 - US\$ 55.00 /kilo

Por otro lado el Amyris, también conocido como Sándalo de India, uno de los aceites más cotizados del mercado por su amplias aplicaciones cosméticas y su aroma amaderado. El Sándalo se ha segmentado en diversas regiones con diferentes clasificaciones, Sándalo Pacífico, Sándalo Australiano, Sándalo de la India y Sándalo Africano, comparten una similaridad en aromas. El nombre comercial del Amyris como Sándalo de la India proviene del Sándalo Pacífico producto original (con precio de hasta US\$ 2200/kg), ambos han sido comparados históricamente por su composición físico-químico. Teniendo esta variedad de productos con familiaridades entre sí, el consumidor se inclinará por la calidad, disponibilidad y compatibilidad de precios.

c) Poder de negociación de proveedores

En el proyecto se presentan dos tipos de proveedores considerando el origen de la materia prima y los antecedentes conocidos de la misma:

1. Los agricultores y campesinos independientes, cuyas cosechas son de primera y segunda calidad, provocando que los precios no sean bajos, sino negociables según la

cantidad a comprar y el compromiso de consumo a largo plazo (Lo que significa un beneficio para ambas partes de retroalimentación y remuneración).

2. Las cooperativas y asociaciones vinculadas a las actuales empresas productoras, estas ayudan a identificar su calidad consiguiendo un precio más competitivo, no obstante, al ser una red cerrada es difícil obtener convenios con este tipo de proveedores, el poder de negociación es medio, lo cual no afecta la producción de los aceites esenciales.

d) Poder de negociación de los compradores

Mediante el estudio de mercado abordado en el Capítulo anterior se pudo observar la alta demanda de los aceites Vetiver y Amyris en el mercado internacional, demanda que va en aumento debido al declive de producción de mayor exportador de estas esencias que no es nada más y nada menos que Haití, país vecino que se encuentra actualmente en retroceso sociopolítico que afecta directamente su nivel de producción y exportación. Este hecho ha marcado el mercado global con una ausencia de suplir, a grandes potencias en desarrollo industrial como Francia, Indonesia, Grecia, Alemania etc. Por el momento el único país dispuesto a suplir una parte de esta demanda insatisfecha es Indonesia, nación que cuenta con gran producción, pero inestabilidad con respecto al petróleo y recursos que golpea la economía y el intercambio comercial de las plantas productoras, el aceite Vetiver de origen Indonecio es conocido por tener una nota quemada, que al tener como principales compradores a Indonesia y Haití existe un déficit de la oferta y dificultad para satisfacer la demanda, el poder de negociación ha sido medio, debido a que el enfoque está en un sector del nicho en comparación con los países de mayor demanda.

e) Rivalidad entre competidores

Luego de realizar una investigación exhaustiva acerca de las plantas productoras de esencias V&A radicadas en República Dominicana, se pudo identificar tan solo una empresa registrada que produce y exporta aceites esenciales de Vetiver y de Amyris; conocida como “Domarome” la misma es una extensión de la industria Texarome INC, empresa norteamericana radicada en Barahona que realiza sus operaciones y procesos de producción con fines de exportación.

Se tiene muy poca información de las demás empresas productoras y comercializadoras en República Dominicana, no existe suficiente evidencia que avale, confirme y compruebe su existencia o vigencia e intercambio comercial. La mayoría corresponde a empresas extranjeras operando en República Dominicana, en materia no existe una empresa dominicana que produzca y comercialice estos aceites. Como se ha mencionado con anterioridad Indonesia y Haití son los principales países que producen y comercializan estos productos; como existe mucha demanda en el mercado, República Dominicana puede posicionarse como uno de los países en producir y exportar aceites esenciales de Vetiver y Amyris.

X.2.2. ANÁLISIS FODA



Figura 22. Herramienta de análisis FODA.Fuente: Robles, Collado, 2023. Herramienta de análisis FODA.

X.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

El concepto de la localización de una planta industrial se refiere al lugar físico de la nueva unidad productora tomando en cuenta los niveles de localización, en este caso la macro y micro localización. En este apartado se analizarán los distintos puntos estratégicos posibles para determinar la potencial ubicación de la planta, tomando en cuenta los factores de ubicación, los mejores costos, los mayores beneficios, de tal forma que se logre la máxima rentabilidad del proyecto, o el mínimo de los costos unitarios.

X.3.1. MACROLOCALIZACIÓN

Los datos obtenidos con la matriz nos brinda una gran facilidad para determinar el sector principal de interés, observando estratégicamente los factores y beneficios que proporciona cada región del país.

- **Destino 1:** Región Occidental (Suroeste)
- **Destino 2:** Región Cibao (Norte)
- **Destino 3:** Región Oriental (Sureste)

A partir de la matriz de “Macro-localización” se pudo determinar la “Región Occidental (Suroeste)” con mayor potencial como la zona de diseño de la planta.

TABLA 26. MACRO LOCALIZACIÓN DE PLANTA DE EXTRACCIÓN EN RD

	Factores	Valoración	Destino 1		Destino 2		Destino 3		
			Valoración	Valoración ponderada	Valoración	Valoración ponderada	Valoración	Valoración ponderada	
Destino 1- Región Occidental (Suroeste)	A Factor geográfico	30,00%	5	1,5	4	1,2	3	0,9	
Destino 2- Región Cibao (Norte)	B Infraestructuras de transporte (cercanía fuentes de abastecimiento)	30,00%	5	1,5	4	1,2	2	0,6	
Destino 3- Región Oriental (Sureste)	C Proximidad a zona urbana	5,00%	3	0,15	4	0,2	3	0,15	
Puntuaciones	D Disponibilidad y coste de las materias primas, incluyendo el coste del transporte	25,00%	4	1	3	0,75	2	0,5	
D1 4,45	E Disponibilidad de personal calificado	5,00%	2	0,1	4	0,2	3	0,15	
D2 3,65	F Presencia de competidores	5,00%	4	0,2	2	0,1	1	0,05	
D3 2,35	Total	100,00%	Total	23	4,45	21	3,65	14	2,35

Fuente: Robles, Collado, 2023. Macrolocalización de planta en RD.

X.3.2. MICROLOCALIZACIÓN

Considerando los datos obtenidos de la matriz anterior de “Macro-localización” se pudo determinar la de zonas industriales, por lo cual los destinos considerados para proceder a realizar la matriz “Micro-localización” están dentro de los sectores macros identificados inicialmente, estos nuevos destinos son los siguientes :

- **Destino 1:** Santiago de los Caballeros
- **Destino 2:** Peravia
- **Destino 3:** San Juan

TABLA 27. MICRO LOCALIZACIÓN DE PLANTA DE EXTRACCIÓN EN RD

	Factores	Valoración	Destino 1		Destino 2		Destino 3	
			Valoración	Valoración ponderada	Valoración	Valoración ponderada	Valoración	Valoración ponderada
Destino 1- Santiago de los Caballeros Destino 2- Peravia Destino 3- San Juan	A Barreras comerciales (acceso al mercado)	20,00%	4	0,8	3	0,6	3	0,6
	B Legislación medioambiental	10,00%	2	0,2	3	0,3	4	0,4
	C Vías de comunicación y transporte	5,00%	3	0,15	3	0,15	5	0,25
	D Proveedores	10,00%	2	0,2	3	0,3	5	0,5
	E Fuentes de energía.	10,00%	4	0,4	4	0,4	3	0,3
	F Terreno	10,00%	3	0,3	4	0,4	4	0,4
	G Disponibilidad y cualificación de la mano de obra.	5,00%	5	0,25	3	0,15	2	0,1
	H Costes laborales.	10,00%	3	0,3	4	0,4	4	0,4
	I Posibilidad de manejo de materia prima	20,00%	2	0,4	3	0,6	4	0,8
	Total	100,00%	Total	28	3	30	3,3	34
Puntuaciones								
D1	3							
D2	3,3							
D3	3,75							

Fuente: Robles, Collado, 2023. Microlocalización de planta en RD

X.3.3. FACTORES DE LOCALIZACIÓN

Los factores de localización a considerar:

1. Disponibilidad de materia prima:

En este proyecto es muy importante la proximidad de las plantaciones para la ubicación de la planta, debido a que se necesitan volúmenes considerables de materia prima para la producción de los aceites esenciales V&A, su movilización es costosa y tediosa, por lo tanto la cercanía de la materia prima juega un rol muy importante.

Como se mencionó anteriormente, existe materia prima disponible en República Dominicana dispersa en diferentes zonas del país.

Las zonas de plantaciones del Vetiver son bastantes específicas puesto a que la mayoría de las plantas de esta generación fueron insertadas en territorio dominicano por instituciones como *Vetiverdom* empresa de bioingeniería con alta experiencia en el sector de paisajismo y entornos ambientales, que utilizan esta gramínea en diversas áreas de la bioingeniería, tales como: estabilización y conservación de suelos, descontaminación de aguas residuales y presa de cola en minería abierta. Esta técnica absorbe los metales pesados así también a su vez nitritos y nitratos, el mercurio, el cobre, entre otros, creando las condiciones de establecimiento de especies endémicas en zonas específicas afectadas.

Existe una red de agricultores, cooperativas y asociaciones, como el Proyecto Goal ubicada en San Cristóbal, “Coopachuli” Cooperativa Agropecuaria Dominicana radicada en la Región Noroeste (Montecristi, Dajabón y Santiago Rodríguez), y la Fundación Papolo’s en San Juan, que fomentan la cultura de cultivo, siembra y plantación de Vetiver.

La madera de Amyris, se encuentra en el Suroeste, desde Baní hasta Pedernales, incluyendo las provincias Azua, Bahoruco, Barahona e Independencia; Noroeste en Santiago, Valverde, Dajabón y Montecristi; Oeste entre San Juan y Elías Piña; y su gran reserva nacional “Loma Guaconejo” ubicada en Nagua provincia Maria Trinidad Sanchez. A pesar de la gran reserva, la mayor cantidad de madera se encuentra dispersa alrededor de la parte occidental del país.

En este aspecto se consideran 3 puntos estratégicos para la ubicación de la planta en las provincias, Baní representando al Suroeste, Santiago de los Caballeros al Noroeste, y San Juan al Oeste. Se tomaron en cuenta estas zonas debido a que poseen mayor cantidad de plantaciones o están cercanas a ellas, satisfaciendo la necesidad de materia prima como punto principal de los factores a considerar.

2. Transportes y costos.

El transporte es un factor importante, ya que la materia prima como los materiales para la producción serán trasladados vía terrestre; punto a favor son los 3 destinos, poseen zonas ricas en materia prima, lo que facilita el transporte y minimiza los costos del mismo, pero es imprescindible contar con más de 1 proveedor, por lo que se necesita un ubicación estratégica que conecte fácilmente cada una de las zonas proveedoras de materia prima hacia la planta de procesamiento de los aceites esenciales y también en el envío de producto final.

San Juan de la Maguana está ubicada estratégicamente en el centro de la parte occidental de República Dominicana, cercana a las 3 zonas identificadas (oeste, suroeste y noroeste) del país.

3. Disponibilidad de agua, energía eléctrica y mano de obra.

El ministerio de economía, planificación y desarrollo, MEPyD implementó, siguiendo el mandato de la Ley 496-06 en cumplimiento de su misión como órgano rector del Sistema Planificación Nacional, conducir la formulación, seguimiento y evaluación de las políticas macroeconómicas y de desarrollo sostenible, procurando la cohesión económica, social, territorial e institucional de la nación dominicana, un plan para el desarrollo económico de la provincia San Juan, con el propósito de trascender los problemas y aprovechar las oportunidades con que cuenta la provincia en materia de producción, incluyendo la disponibilidad de energía limpia, agua potable y buena educación para el pueblo de San Juan de la Maguana.

X.4. TAMAÑO DE LA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE ESENCIAL

Basándonos en el estudio de mercado abordado en el capítulo IX, se tienen datos e información suficiente para afirmar la creciente demanda insatisfecha de aceites esenciales en el mercado internacional, no quedando exento el consumo nacional que se abastece de pequeñas plantas con alcance limitado.

Considerando lo anterior, mediante el tamaño de planta se pueden identificar las posibilidades reales para la implementación de una planta productora y comercializadora de aceites esenciales de Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera en República Dominicana, teniendo en cuenta que la finalidad para la creación de la misma es satisfacer gran parte de la demanda del mercado de esencias. Teniendo en cuenta que la capacidad productiva de la planta alcance aproximadamente 81.6 gal/mes de Vetiver y 384 gal/mes de Amyris. Cabe destacar además que la oportunidad de estos productos radica en la necesidad de consumos en países extranjeros sobre todo para fines cosméticos y terapéuticos.

X.4.1. CADENA DE SUMINISTROS

Uno de los aspectos fundamentales que sustentan el presente proyecto es el abastecimiento y la disponibilidad de la materia prima en territorio nacional, la cadena de suministro es sumamente imprescindible para el desarrollo de cualquier industria, es por ellos que surge la necesidad de disponer de los insumos necesarios para suplir a la planta, si se garantiza la materia prima se tendría asegurado un gran porcentaje de crecimiento a nivel de producción.

El siguiente subtema del proyecto destaca la importancia de identificar la cantidad y zona de proliferación de insumos, la sostenibilidad en el tiempo y la retroalimentación de materia prima disponible en el país, para poder conocer las fortalezas y debilidades asociadas a los productos elegidos, en este caso las raíces del Vetiver zizanioides y la madera de Amyris balsamifera.

X.5. MODELO DE GESTIÓN

El sector de Aceites Esenciales en República Dominicana posee grandes oportunidades, tomando en cuenta las riquezas del país en términos de biodiversidad, para atender la creciente preocupación por el bienestar integral, la deforestación entre otros impactos ambientales. Contando con la producción de aceites esenciales de Vetiver y Amyris.

X.5.1. PLAN ESTRATÉGICO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA

Se identifican los procedimientos necesarios para el desarrollo sostenible de la industria, así como la reducción del impacto ambiental que puedan llegar a tener nuestras actividades de producción.

Garantizar un ambiente de trabajo seguro, proporcionando los medios y elementos necesarios para proteger la integridad de las plantas y el medio ambiente así como a las personas involucradas en las actividades del proyecto. Velando por la productividad, abastecimiento y preservación de la materia prima utilizada para la obtención de aceites esenciales, siempre rigiéndose por las políticas medioambientales y el desarrollo sostenible de nuestro entorno.

X.5.2. PLAN AGRÍCOLA DE CULTIVO Y COSECHA DE LA PLANTA VETIVER ZIZANIOIDES

X.5.2.1. DESCRIPCIÓN

El pasto Vetiver es una planta perenne, con hábito de crecimiento en forma de macolla y de 1,5 a 2 m de altura. Los tallos o “cañas” tienen entre 0,5 a 1,5 m de altura, son fuertes y lignificadas. Las hojas son de color verde oscuro y brillantes, suaves hacia las puntas, pero fuertes y firmes hacia su base. Las raíces son fibrosas, de aspecto esponjoso y masivo, no tiene estolones y sus rizomas son gruesos y no invasores, pudiendo alcanzar hasta 3 m de

profundidad. Se adapta a diversos tipos de climas y suelos. Sobrevive en climas de zonas áridas o zonas muy húmedas, con rangos de temperaturas de -15 a 40°C. En cuanto al suelo, puede desarrollarse tanto en suelos arenosos (bancos de río), como arcillosos (sabanas inundables). Es una planta que puede sobrevivir bajo condiciones adversas, pues tolera suelos moderadamente salinos a muy salinos (4-16 dS/m), con altos contenidos de sodio (PSI $\geq 33\%$), alta alcalinidad ($\text{pH} \geq 9,6$), alta acidez ($\text{pH} \leq 3,8$) y altos contenidos de aluminio (% Sat. Al $> 68\%$).

X.5.2.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La planificación de una estrategia para garantizar el desarrollo productivo de una planta extractora de aceite esencial es fundamental para la evolución operacional de cualquier industria. Por ende este plan promete garantizar la disponibilidad y fomentar el abastecimiento de la materia prima principal para la obtención de aceite esencial de Vetiver zizanioides. La relevancia del mismo consiste en promover la cosecha de esta planta en regiones de tierras estériles que necesitan ser recuperadas y rehabilitadas. creando las condiciones de establecimiento de especies endémicas en zonas específicas afectadas, puesto a que las mismas aportan los siguientes beneficios:

- Enriquecimiento de materia orgánica en los subsuelos.
- Embellecimiento natural y a favor del medio ambiente.
- Purificación de los suelos.
- Control de erosión.
- Estabilización de taludes.
- Fitodepuración de aguas residuales sin olores.
- Barrera natural contra vientos.

X.5.2.3. PROPÓSITOS

Poseer disponibilidad suficiente y un flujo constante de la materia prima principal (raíces de Vetiver). Que permita abastecer la planta a largo plazo y a la misma vez fomentar la estabilidad y sostenibilidad ambiental. Para la óptima recolección de esta planta la misma debe poseer entre 16 a 18 meses de vida, puesto a que las raíces se encuentran en el tamaño idóneo para ser recolectadas, sin que se vean comprometidas las mismas, ya que si crecen más de lo debido, se vería afectada la masa crítica de raíces recuperadas de la planta Vetiver. Además del aspecto mencionado este periodo de tiempo es prudente para los beneficios agregados que puede aportar el pasto de Vetiver al suelo elegido para ser tratado.

X.5.2.4. OBJETIVOS TERMINALES

- Mantener un abastecimiento propio, que permita contar con disponibilidad inmediata a la planta industrial.
- Controlar el flujo de materia prima por operación.
- Disponer de materia prima de alta calidad, que cumpla con los estándares.
- Contribuir al medio ambiente directa e indirectamente.

X.5.2.5. IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental que implica este proyecto es beneficioso y amigable con nuestro entorno, creando un equilibrio sustentable a nivel de producción con el abastecimiento de la materia prima necesaria para la planta industrial, medio ambiente con la sostenibilidad y la bonificación que le brinda esta planta a las tierras que requieren un tratamiento especializado de bioingeniería.

Hay evidencia aplastante de que los cercos vivos Vetiver, apropiadamente establecidos, reducen la pérdida del suelo a niveles aceptables (<3 toneladas/ha) y la escorrentía hasta en 70%, dependiendo de la pendiente y el tipo de suelo. Se mejora el contenido de humedad del suelo y los rendimientos de los cultivos, particularmente en suelos

poco profundos en años secos, se han incrementado en 30%.

X.5.2.6. METODOLOGÍA Y RECURSOS

El pasto Vetiver se halla casi en todos los países tropicales y subtropicales, el mismo tiende a multiplicarse en simples viveros. Una hectárea de un vivero de calidad promedio producirá anualmente suficiente material de siembra para establecer 100-150 km del cerco vivo Vetiver considerando lo mismo las acciones a tomar en para desarrollar el plan de cosecha de Vetiver es el siguiente:

- Identificar zonas necesitadas de tratamiento ambiental, apoyándonos en cooperativas, y empresas dedicadas a la bioingeniería o agricultura.
- Fomentar relaciones y acuerdos con trabajadores del área agrícola que sustenten las cosechas.
- Prescindir acuerdos de abastecimiento de materia prima, en el que se logre disponer de las raíces de Vetiver.
- Darle uso alternativo al residuo orgánico restante de la planta Vetiver, planta (utilizada en muchas ocasiones como biomasa).
- Determinar la cantidad de materia prima que se utilizará anualmente, para trazar un método de cosecha y recolección óptimo para las operaciones de extracción de aceites esenciales.

TABLA 28. GASTOS OPERATIVOS

Zonas de plantación (costo por 1 hectárea)

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO ANUAL
		TRIMESTRAL\$ \$USD	\$USD
Mano de obra	Personal permanente, personal temporal, contrato para cosecha	\$2,135.25	\$8,541
Riego	Electricidad, mantenimiento, derechos de explotación del agua	\$1,398	\$5,592
Agroquímicos, fertilizantes y micronutrientes	Herbicidas, Fungicidas, Pesticidas, NPK	\$1,398.21	\$5,592.84
Capacitación en manejo forestal	Talleres de concientización ambiental	\$300	\$1,200
Maquinaria Agrícola	Mantenimiento, reparaciones, alquileres, combustible	\$807.21	\$3,228.84
Costo reforestacion	Tratamiento del suelo, plantación	\$800.67	\$3,202.68
Otros insumos	Mantenimiento de plantaciones	\$440.36	\$1,761.44
Impuestos directos e indirectos	Nacionales, Provinciales, Municipales.	\$257.7	\$1,037
COSTO TOTAL		\$7,537.4	\$30,149.6

Fuente: Robles, Collado, 2023. Costos operativos para plan agrícola de cultivo y cosecha de Vetiver en RD.

X.5.3. PLAN DE REFORESTACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA PLANTA AMYRIS BALSAMIFERA

X.5.3.1. DESCRIPCIÓN

Árbol de 5 a 25 m de alto. Tronco con la corteza exterior negra. Hojas imparipinnadas, opuestas o subopuestas, con 3-7 folíolos, opuestos en el raquis. Folíolos de 4-11 x 1.8-4.5 cm, elípticos, con ápice acuminado, bordes enteros y base aguda o decurrente. Los folíolos presentan puntos translúcidos. Pecíolo de 3-6.5 cm de largo y con un pulvínulo cilíndrico en la base. Inflorescencias en panículas terminales o subterminales. Flores blancas. Frutos elipsoidales o globosos, de 0.5-0.8 cm de largo, verdes. La especie crece a bajas y medianas elevaciones, en bosques secos o húmedos.

X.5.3.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La planificación de una estrategia para garantizar el desarrollo productivo de una planta extractora de aceite esencial es fundamental para la evolución operacional de cualquier industria. El plan de reforestación y preservación de la planta Amyris balsamifera juega un rol importantísimo en el impacto ambiental y la interacción /compromiso de la planta extractora de aceite en RD con el entorno. El Amyris en particular es una planta de alta demanda a nivel nacional, por su utilidad como materia prima para empresas extranjeras como fuente de obtención de aceites esenciales, la madera de Amyris debe cumplir el debido protocolo de selección y recolección, puesto a que es necesario que la planta haya muerto naturalmente terminado su periodo de vida comprendido de 4 a 6 años. La siguiente propuesta sugiere alimentar la planta industrial de extracción de aceites esenciales en RD, de madera óptima para recolección que cumpla con el estándar de calidad velando también por la reforestación e integridad de la misma.

X.5.3.3. PROPÓSITOS

El presente plan busca asegurar la disponibilidad de materia prima a largo plazo en equilibrio con la preservación ambiental de la planta Amyris. Las restricciones y poco control del gobierno de la RD sobre el acceso y el transporte de la madera de Amyris muerta han reducido la disponibilidad y han creado escasez de suministro actual e inestabilidad de precios. Este árbol muere de forma natural después de aproximadamente 4-6 años dejando grandes cantidades de madera rica en aceite descomposición en el suelo del bosque. Mientras Haití sufre deforestación y una grave falta de materia prima de aceite de Amyris, República Dominicana tiene inmensas cantidades subutilizadas y terreno apto para plantar. Al controlar y potencializar los recursos naturales del territorio, la vida útil del proyecto para la creación de una planta de extracción de aceite de Amyris, resulta altamente viable.

X.5.3.4. OBJETIVOS TERMINALES

- Mantener un abastecimiento propio, que permita contar con disponibilidad inmediata a la planta industrial.
- Controlar el flujo de materia prima por operación.
- Disponer de materia prima de alta calidad, que cumpla con los estándares.
- Contribuir al medio ambiente directa e indirectamente. con proyectos viables que representen un impacto positivo al medio ambiente.
- Extender la vida útil de la Planta de extracción de aceite Amyris

X.5.3.5. IMPACTO AMBIENTAL

Según Guías Técnicas de Buenas Prácticas Ambientales y Sociales (2022) República Dominicana presenta causas directas e indirectas que provocan la deforestación y degradación de los bosques. Este análisis reflejó que las causas directas de la deforestación son principalmente la ganadería (pastoreo extensivo) y la agricultura comercial y migratoria y que las principales causas de la degradación son el pastoreo en el bosque y la extracción ilegal de madera para la producción de carbón y leña entre otros fines.

Por otro lado, las causas indirectas de la deforestación y degradación de los bosques están vinculadas con debilidades institucionales y con la formulación e implementación de políticas públicas, que regulen la sobreexplotación de los recursos naturales del territorio con el fin de controlar las acciones que provocan dicho impacto.

X.5.3.6. METODOLOGÍA Y RECURSOS

El territorio dominicano posee una gran biodiversidad que se ve reflejada en su ecosistema, bosques, reservas naturales, áreas verdes, etc. La planta de Amyris tiene una fuerte presencia en esta tierra, pero su excesiva explotación, malas prácticas de recolección y acciones negligentes para su obtención puede provocar impactos irreparables para la naturaleza. Es por ello que el siguiente procedimiento busca planificar e implementar un plan de acción a gran escala para abastecer la planta industrial y reforestar las zonas afectadas, evitando la deforestación causada por extracción de la planta viva, contribuyendo activamente con el medio ambiente.

- Respetar áreas de reservas
- Identificar las zonas de presencia de materia prima
- Educar a los recolectores de madera acerca de la materia prima (condiciones y características que las mismas deben cumplir para ser recolectadas)
- Respetar el tiempo de vida de la planta

- Prohibir cualquier acción que indique aceleración de la vida útil de la madera o tala indiscriminada
- Realizar una inspección minuciosa del suelo, que permita identificar la condición del mismo
- En los casos que aplique, iniciar siembra de Amyris como método de reforestación

TABLA 29. GASTOS OPERATIVOS

Zonas de plantación (costo por hectárea)

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COSTO TRIMESTRAL USDS	COSTO ANUAL USDS
Mano de obra	Personal permanente, personal temporal, contrato para cosecha	\$2,135.25	\$8,541
Riego	Electricidad, mantenimiento, derechos de explotación del agua	\$2,000	\$8,000
Agroquímicos, fertilizantes y micronutrientes	Herbicidas, Fungicidas, Pesticidas, NPK	\$1,398.21	\$5,592.84
Capacitación en manejo forestal	Talleres de concientización ambiental	\$300	\$1,200
Maquinaria Agrícola	Mantenimiento, reparaciones, alquileres, combustible	\$1,010.11	\$4,040.44
Costo reforestacion	Tratamiento del suelo, plantación	\$800.67	\$3,202.68
Otros insumos	Mantenimiento de plantaciones	\$440.36	\$1,761.44
Impuestos directos e indirectos, permisos y autorizaciones	Nacionales, Provinciales, Municipales, Permiso, constancia y licencia Medioambiental	\$1,287.77	\$5,151.08
COSTO TOTAL		\$9,372.37	\$37,489.48

Fuente: Robles, Collado, 2023. Costos Operativos, para plan de reforestación y preservación del Amyris balsamifera en RD.

X.6. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

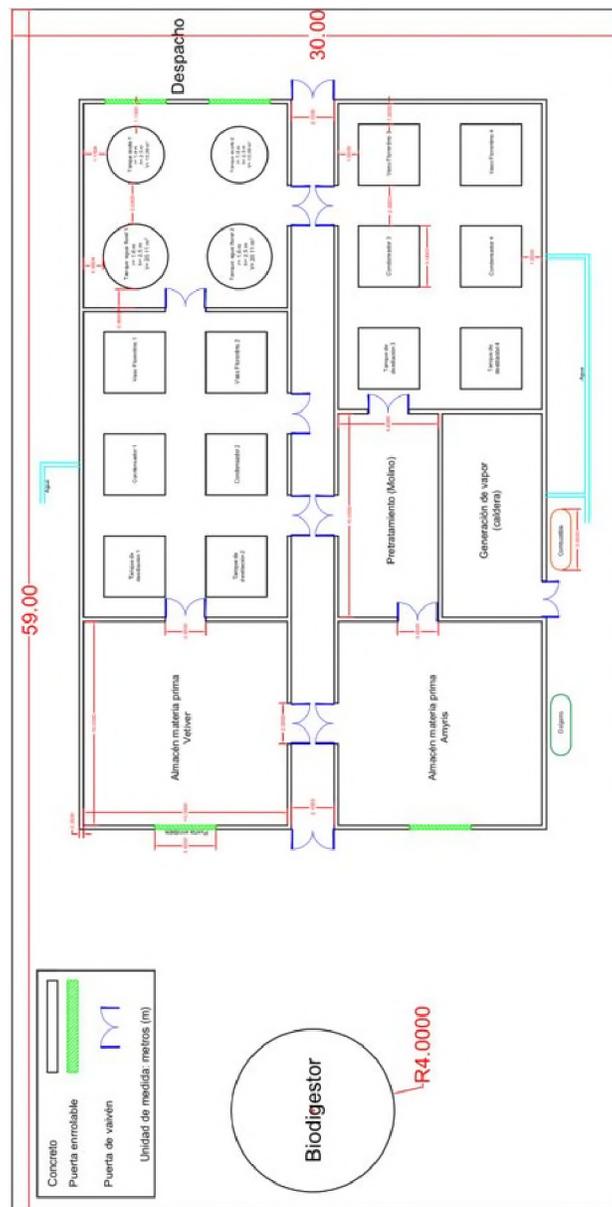


Figura 23. Distribución de la Planta Industrial de Aceites V&A. Norma OSHA 1910.253: Los cilindros de oxígeno almacenados deben estar separados de los cilindros de gas combustible o materiales combustibles (especialmente aceite o grasa), a una distancia mínima de 20 pies (6,1 m) o por una barrera incombustible de al menos 5 pies (1,5 m) de altura que tenga una protección contra incendios. índice de resistencia de al menos media hora.

TABLA 30. ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN V&A EN LA PLANTA

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN V	DESCRIPCIÓN A
Recolección y preparación de materia prima	Recepción y almacenamiento de la materia prima	Se recibe la orden y se introducen al almacén de Vetiver	Se recibe la orden y se introducen al almacén de Amyris
	Selección y limpieza materia prima	Selección minuciosa de las raíces, según criterios de calidad	Selección minuciosa del tallo, según criterios de calidad
Elaboración del producto	Acondicionamiento de la materia prima (pretratamiento)	Limpieza de raíces y secado al sol	Molienda de la madera
	Extracción de los aceites	Inducción de vapor de agua por caldera a alambiques (destiladores) 1, 2, 3 y 4	
		Utilizando Destilador 1 y 2 Condensador 1 y 2 Vaso florentino 1 y 2 se obtienen dos productos, más residuos; aceite esencial y agua floral de Vetiver	Utilizando Destilador 3 y 4 Condensador 3 y 4 Vaso florentino 3 y 4 se obtienen dos productos, más residuos; aceite esencial y agua floral de Amyris
	Almacenamiento final de los aceites esenciales	Tanque 1 de almacenamiento aceite esencial Vetiver	Tanque 2 de almacenamiento aceite esencial de Amyris
	Almacenamiento del agua floral	Tanque 1 de almacenamiento producto secundario “agua floral”	Tanque 2 de almacenamiento producto secundario “agua floral”
Almacenamiento residuos	Almacenamiento de residuos sólidos en biodigestor para uso final abono orgánico y biocombustible		
Despacho y entrega	Distribución, envasado y entrega	El producto elaborado es empacado y almacenado en productos terminados. Se realizan los análisis pertinentes de calidad, se distribuye y entrega la factura más el resultado de análisis de calidad	

Fuente: Robles, Collado, 2023.

X.6.1. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD (MSDS)

X.6.1.1. FICHA DE SEGURIDAD DE VETIVER ZIZANIOIDES

Sección 1: Identificación de producto

Nombre del producto: Aceite esencial de Vetiver

Nombre botánico (INCI): Aceite Vetiver, Aceite Raíz Vetiveria zizanioides

CAS#: 8016-96-4 / 84238-29-9

Ciudad de origen: República Dominicana

Sección 2: Composición /Información /Ingredientes

Origen botánico: El aceite

Aplicación: Cosmetología, farmacología, aromaterapia, perfumería, cuidado de la piel, etc.

Status: Natural

Aditivo: Ninguno

Sección 3: Identificación de peligro

Peligros: Producto concentrado, no debe ser ingerido

Sección 4: Medidas de Primeros Auxilio

- Corrosión o irritación cutáneas: Lavarse con jabón y abundante agua. Si la irritación persiste, busque atención médica.
- Lesiones oculares graves o irritación ocular: Retirar inmediatamente con abundante agua por un periodo de 10 minutos. Contactar a un especialista si los síntomas persisten.
- Ingestión: Enjuagar la boca con suficiente agua. Buscar atención médica de inmediato.
- Peligroso para el medio ambiente acuático - peligro crónico

X.6.1.2. FICHA DE SEGURIDAD DE AMYRIS BALSAMIFERA

Sección 1: Identificación de producto

Nombre del producto: Aceite esencial de Amyris

Nombre botánico (INCI): Aceite Amyris, Aceite Sándalo de la India

CAS#: 8015-65-4

Ciudad de origen: República Dominicana

Sección 2: Composición /Información /Ingredientes

Origen botánico: El aceite

Aplicación: Aromaterapia, Cuidado de la piel, nota para perfumes etc

Status: Natural

Aditivo: Ninguno

Sección 3: Identificación de peligro

Peligros: Producto concentrado, no debe ser ingerido

Sección 4: Medidas de Primeros Auxilio

- Inhalación: Retire del sitio de exposición al aire libre. Mantenerse en reposo. Obtener atención médica.
- Contacto con los ojos: Retirar inmediatamente con mucha agua por lo menos 15 minutos. Contactar a un especialista si los síntomas persisten.
- Contacto con la piel: Quítese la ropa contaminada. Lávese bien con jabón y agua, enjuague con abundante agua. Si la irritación persiste, busque atención médica.
- Ingestión: Enjuague la boca con agua. Nunca le dé nada por la boca si la víctima está inconsciente o convulsionando. Busque atención médica y avise de inmediato.

X.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La composición estructural de una empresa es la fuente jerárquica principal de puestos y roles correspondientes que debe cumplir una organización para su óptimo desempeño. A continuación se encuentra el organigrama de la planta extractora de aceites esenciales V&A.

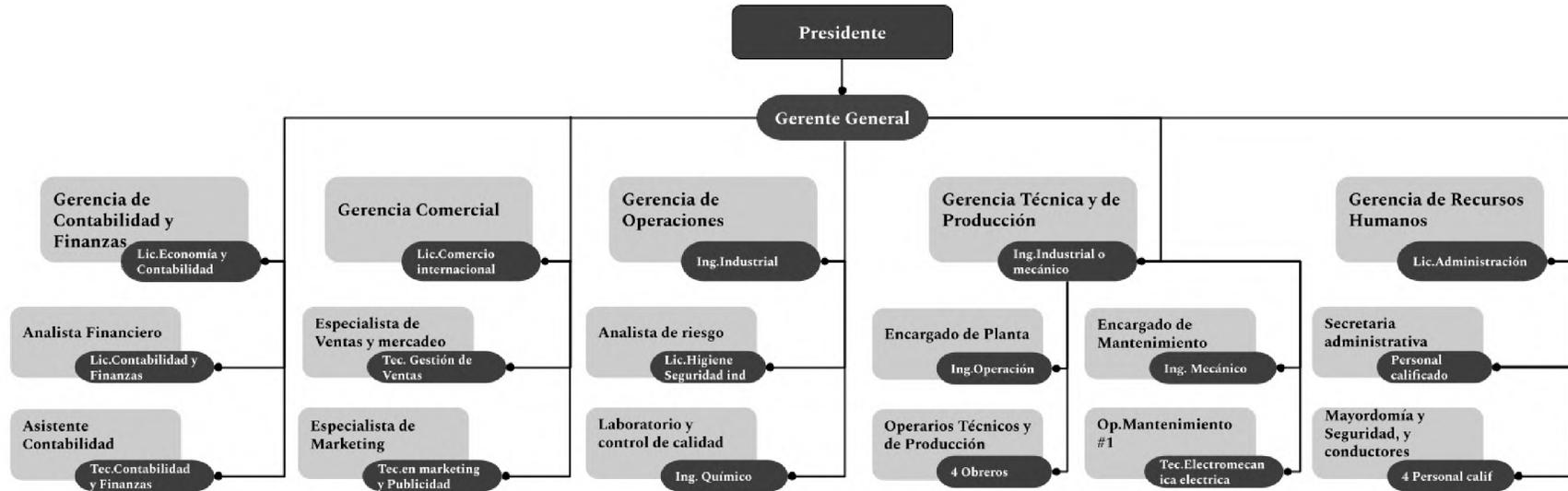


Figura 24. Organigrama. Fuente: Robles, Collado, 2023.

X.8. ESTUDIO FINANCIERO

Este capítulo busca identificar, ordenar y sistematizar la información de carácter económico, así como los aspectos de inversiones, ingresos y costos que puedan deducirse de los estudios previos, para elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales con el fin de evaluar el proyecto y determinar su factibilidad.

X.8.1. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

La inversión está definida como el monto de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, los cuales comprenden: activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo. Para que el rendimiento de los recursos se considere óptimo debe ser igual o mayor al rendimiento que esa misma inversión obtendrá si se la destina a una actividad alternativa de similar riesgo.

Las inversiones de naturaleza permanente y estable, se denominan inversiones de largo plazo, y se refieren a las adquisiciones de ciertos bienes que tienen un carácter operativo para la empresa, como los terrenos, edificios, maquinaria y equipos, muebles y enseres, y cuyo fin son dar soporte a la actividad de producción de bienes y servicios.

Las inversiones cuya principal función es servir de soporte a las ventas, se las denominan de corto plazo, ya que se destinan a financiar los activos corrientes tales como: inventarios, cuentas por cobrar, cuentas que se recuperan en plazos inferiores a un año, repitiéndose el ciclo de inversión y recuperación en forma continua.

TABLA 31. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (FICHA DE COSTOS)

Nro	PARTIDA DE COSTO	VALOR		
		TOTAL USD	\$ RD	USDS
1.00	Materias Primas y Materiales Fundamentales	145,310.91	8,079,286.46	145,310.91
2.00	Materiales Auxiliares, Residuos Recuperables	10,670.84	593,298.70	10,670.84
3.00	Combustible y Energía con fines Tecnológicos	186,125.63	10,348,584.78	186,125.63
4.00	Costo de Transporte y Acopio	0.00	0.00	0.00
5.00	Salario Básico de los obreros de la Producción	2,581.82	143,549.09	2,581.82
6.00	Salario Complem.de los obreros de la producción	49,844.45	2,771,351.40	49,844.45
7.00	Costos de Seguridad Social (5.91%)	3,098.39	172,270.62	3,098.39
8.00	Costos de Preparación y Asimilación de la Prod.	0.00	0.00	
9.00	Gastos de Trabajos Cient.Investig. y Explo.	0.00	0.00	
10.00	Gastos de Taller	6,000.00	333,600.00	6,000.00
11.00	Gastos de Dirección de la Empresa	183,480.00	10,201,488.00	183,480.00
12.00	Otros Gastos de Producción	6,348.95	353,001.76	6,348.95
13.00	Gastos Complementarios	40,634.18	2,259,260.51	40,634.18
14.00	Impuestos sobre el Salario (25 %)	13,106.57	728,725.12	13,106.57
15.00	Subtotal de Costo de Producción	647,201.73	35,984,416.45	647,201.73
16.00	Depreciación y Amortización	0.00	0.00	0.00
15.00	Total de Costo de Producción	647,201.73	0.00	647,201.73

Ventas estimadas:		
Valores estimados de ventas: (anuales)	59,088,741.42	\$ RD
	1,062,747.15	USDS
Costos estimados de producción: (anuales)	35,984,416.45	\$ RD
	647,201.73	USDS

	TOTAL USD	\$ RD	USD
Subtotal Materia Primas y Materiales	342,107.37	19,021,169.95	342,107.37
Subtotal Salario (+ Impuesto de la Fza de Trabajo)	68,631.23	3,815,896.23	68,631.23
Gastos de mantenimiento o taller (Servicio público o Interno)	6,000.00	333,600.00	6,000.00

Fuente: Robles, Collado, 2023.

En la tabla 31 sobre el presupuesto de inversión es necesario conocer que los costos de transporte y acopio, así como la preparación de la producción y gastos complementarios a trabajos científicos y de exploración son considerados en el porcentaje de imprevistos operacionales de cada uno de los aceites, debido a que factores sociales, económicos y de disponibilidad de personal pueden influir en sus costos.

El SubTotal Salarial presentado en la ficha, es la sumatoria de inversión que contempla el salario básico de los empleados, los salarios complementario de los obreros de producción de la Planta Industrial, y el impuesto sobre salario al 25%.

TABLA 32. DATOS DE ENTRADA

CREDITO SOLICITADO:	772.491 M USD				
AÑOS DE EJECUCIÓN	1	2	3	4	5
APROVECHAMIENTO DE LAS CAPACIDADES	0%	100%	100%	100%	100%
COSTOS TOTALES PROD. (M USD)	0.00	654.77	654.77	654.77	654.77
VENTAS ESPERADAS (M USD)	0.00	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75
COSTOS TOTALES DE LA INVERSIÓN					
CONCEPTO	TOTAL EN M USD		.EN M Pesos (RD)		
Inversiones Fijas	530.525		29,178.852		
<i>Construcción y Montaje</i>	127.955		7,037.550		
<i>Equipos y Maquinarias</i>	182.476		10,036.175		
<i>Inversiones Inducidas Directas</i>	110.925		6,100.852		
<i>Fletes y Seguros</i>	0.000		0.000		
<i>Otros Activos fijos incorporados</i>	109.169		6,004.275		
Gastos previos a la Producción	38.461		2,115.362		
<i>Estudios e Investigaciones</i>	0.000		0.000		
<i>Proyectos</i>	2.559		140.751		
<i>Asesoramiento Técnico</i>	0.691		38.011		
<i>Capacitación y Adiestramiento</i>	0.000		0.000		
<i>Salarios y Gastos de Administración</i>	35.000		1,925.000		
<i>Otros Gastos (más Facilidades Temporales)</i>	0.211		11.600		
Capital fijo (1+2)	568.986		31,294.214		
Capital de trabajo (Operación)	203.506		32,858.299		
TOTAL (3+4)	772.491		64,152.513		

PRÉSTAMO	Importe	Pago anuales	
Credito M. USD (Principal)	540.74	108.149	5 años
Intereses M. Pesos	37.85	7.57	5 años
A Pagar Total	578.596	115.72	

70% Participación Financiera

FINANCIAMIENTO PROPIO	Importe	Pago anuales	
M USD (Principal)	231.75	231.75	0 años
Intereses M USD	0.000	0.000	0 años
A Pagar Total	231.75	231.75	

Cambio Pesos/USD	\$ 55.00
-------------------------	-----------------

Fuente: Robles, Collado, 2023

El interés con el que se trabajó la presente inversión para la puesta en marcha de una planta industrial de extracción de aceite esencial en República Dominicana es del 8%. Los fletes y seguros, estudios de investigación y la capacitación/adiestramiento del personal están contemplados en los imprevistos de 5 %.

X.8.2. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Es aquel que permite determinar la valoración de una inversión en función de la diferencia entre el valor actualizado de todos los cobros derivados de la inversión y todos los pagos actualizados originados por la misma a lo largo del plazo de la inversión realizada.

El VAN consiste en convertir los beneficios futuros a su valor presente, considerando un porcentaje fijo que representa el valor del dinero en el tiempo, es decir la diferencia entre los beneficios y los costos traídos a su valor equivalente en el año cero es el Valor Actual Neto.

Los criterios de decisión del VAN determinan lo siguiente:

- $VAN > 0$; el proyecto es atractivo ya que el rendimiento de los dineros invertidos es mayor que la tasa de rendimiento i , es decir, el proyecto arroja un beneficio aún después de cubrir el costo de oportunidad de las alternativas de inversión.
- $VAN = 0$; el proyecto también es aceptable ya que el rendimiento de los dineros invertidos es exactamente igual a la tasa de rendimiento i .
- $VAN < 0$; el proyecto es inconveniente ya que el rendimiento de los dineros invertidos es menor que la tasa de rendimiento i .

En base a los resultados obtenidos, se establece que el proyecto es rentable, debido a que se recupera la inversión y adicionalmente se obtiene una utilidad de \$M USD 271,050 con financiamiento.

TABLA 33. FLUJO DE CAJA - VAN

ÍTEM	En M USD				
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
1. ENTRADA DE EFECTIVOS	0.00	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75
<i>Ingresos (Ventas).</i>	<i>0.00</i>	<i>1,062.75</i>	<i>1,062.75</i>	<i>1,062.75</i>	<i>1,062.75</i>
2. SALIDA DE EFECTIVOS.	0.00	791.70	791.70	791.70	791.70
<i>Fondo de Capital social</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>
<i>Préstamos (servicio Deuda)</i>	<i>0.00</i>	<i>115.72</i>	<i>115.72</i>	<i>115.72</i>	<i>115.72</i>
<i>Intereses</i>	<i>0.00</i>	<i>7.57</i>	<i>7.57</i>	<i>7.57</i>	<i>7.57</i>
<i>Reembolso Principal</i>	<i>0.00</i>	<i>108.15</i>	<i>108.15</i>	<i>108.15</i>	<i>108.15</i>
<i>Costos operación</i>	<i>0.00</i>	<i>647.20</i>	<i>647.20</i>	<i>647.20</i>	<i>647.20</i>
<i>Impuestos</i>	<i>0.00</i>	<i>3.88</i>	<i>3.88</i>	<i>3.88</i>	<i>3.88</i>
<i>Fondos de estimulación y desarr.</i>	<i>0.00</i>	<i>24.90</i>	<i>24.90</i>	<i>24.90</i>	<i>24.90</i>
3. SALDO ANUAL (A - B)	0.00	271.05	271.05	271.05	271.05
4. SALDO ACUMULADO	0.00	271.05	542.10	813.15	1,084.20
	INDICADORES				
INVERSIÓN	1	2	3	4	5
-540.74	0.00	271.05	271.05	271.05	271.05
Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	23%	Periodo de Recuperación			2.0 AÑOS

VAN: AL 10%	218.49	RVAN: AL 10%	0.46
VAN: AL 11%	195.35	RVAN: AL 11%	0.42
<i>VAN: AL 12%</i>	<i>173.50</i>	<i>RVAN: AL 12%</i>	<i>0.37</i>
VAN: AL 13%	152.86	RVAN: AL 13%	0.33
VAN: AL 14%	133.36	RVAN: AL 14%	0.28
VAN: AL 15%	114.92	RVAN: AL 10%	0.24
VAN: AL 16%	97.49	RVAN: AL 11%	0.21

Fuente: Robles, Collado, 2023.

X.8.3. TASA INTERNA DE RETORNO

La TIR de un proyecto se define como aquella tasa que permite descontar los flujos netos de operación e igualarlos a la inversión inicial, es decir la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea cero o a su vez que el valor presente de los flujos de caja que genere el proyecto sea exactamente igual a la inversión realizada.

La TIR del presente proyecto como se expone en la última tabla de es de 23%, muestran el nivel de rentabilidad, es decir, se comprueba que genera un porcentaje de utilidad mayor al esperado, ya que su valor es superior a la tasa mínima de rendimiento, lo cual establece que el proyecto es viable.

X.8.4. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

La empresa, requiere un promedio de 2 años para recuperar la inversión con financiamiento; lo cual implica condiciones favorables para la viabilidad del proyecto, ya que este tiempo es menor que el de la vida útil de los activos fijos de la empresa. Aun así es recomendable realizar el reembolso de la inversión en un intervalo de 5 años , puesto a que este periodo le permitirá a la empresa retroalimentarse con las utilidades restantes para fines de automatización de los procesos de planta etc.

X.8.5. RELACIÓN BENEFICIO / COSTO

Representa el rendimiento que genera el proyecto expresado en el número de unidades monetarias recuperadas por cada unidad de inversión. La estimación de la razón beneficio/costo se calcula sumando los flujos provenientes de una inversión descontados con la TMAR y luego el total se divide para la inversión, obteniendo, en promedio, el número de unidades monetarias recuperadas por unidad de inversión, constituyéndose como una medida de rentabilidad global.

La inversión es aconsejable si el resultado de la RB/C es mayor a la unidad, ya que existe beneficio por cada unidad monetaria recuperada; si la RB/C es = 0, el proyecto es indiferente, y si la RB/C es menor a la unidad indica que los costos del proyecto son mayores y no proporciona ningún beneficio a la inversión. Considerando el concepto de RB/C, y los datos aquí expuestos se puede determinar que el proyecto con financiamiento, nos permite recuperar 0,39 dólares por cada dólar invertido.

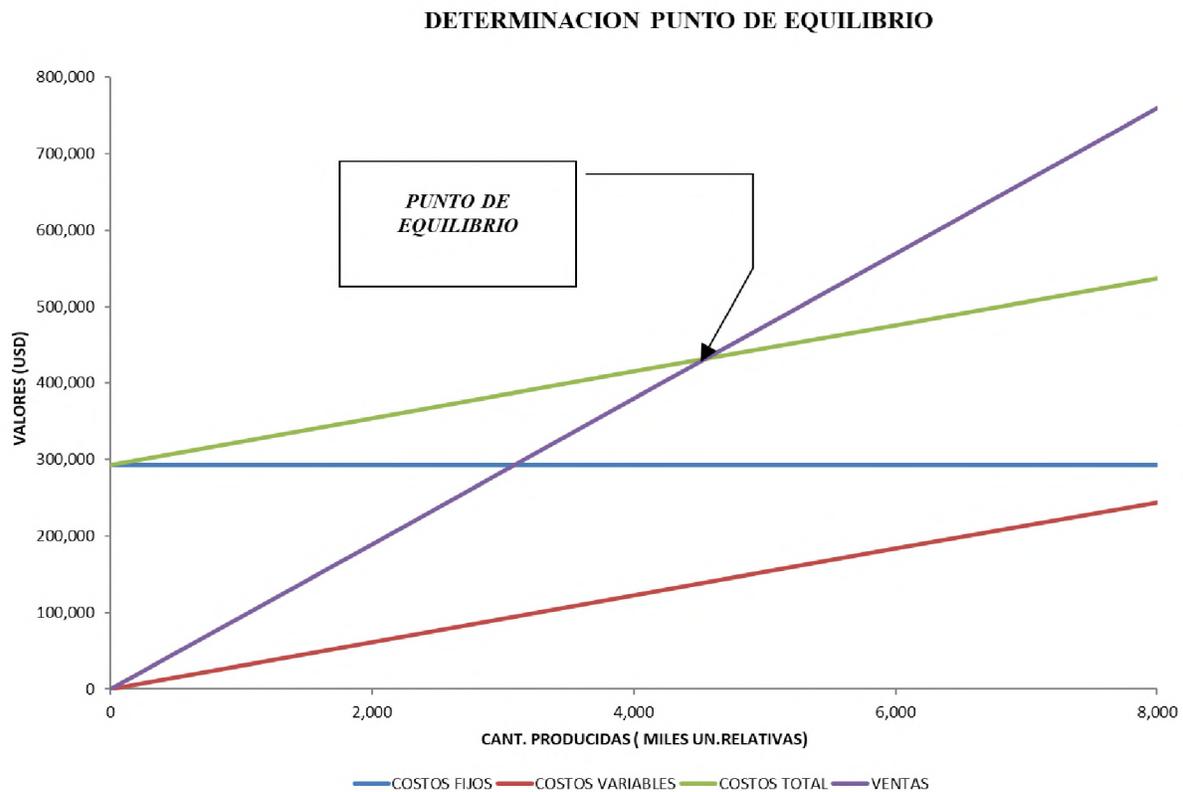


Figura 25. Gráfica del punto de equilibrio. Fuente: Robles Collado 2023

TABLA 34. RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

ÍTEM	En M USD				
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
1) Entrada de Efectivos	772.49	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75
<i>Recursos financieros:</i>	<i>772.49</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>
Aporte propio	231.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Préstamo	540.74	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ventas</i>	<i>0.00</i>	<i>1,062.75</i>	<i>1,062.75</i>	<i>1,062.75</i>	<i>1,062.75</i>
2) Salida de Efectivos	772.49	766.80	766.80	766.80	766.80
<i>Capital fijo</i>	<i>568.99</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>
<i>Incremento capital de trabajo</i>	<i>203.51</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>
<i>Costo de operación</i>	<i>0.00</i>	<i>647.20</i>	<i>647.20</i>	<i>647.20</i>	<i>647.20</i>
<i>Impuestos</i>	<i>0.00</i>	<i>3.88</i>	<i>3.88</i>	<i>3.88</i>	<i>3.88</i>
<i>Dividendos</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>
<i>Servicio de la deuda:</i>	<i>0.00</i>	<i>115.72</i>	<i>115.72</i>	<i>115.72</i>	<i>115.72</i>
Intereses	0.00	7.57	7.57	7.57	7.57
Reembolsos	0.00	108.15	108.15	108.15	108.15
RAZÓN BENEFICIO-COSTO	1.00	1.39	1.39	1.39	1.39

Fuente: Robles, Collado, 2023.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La puesta en marcha de una planta productora de aceite esencial Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera en República Dominicana, es una propuesta factible en base a los resultados obtenidos en el estudio económico, donde la tasa neta de retorno es positiva con un 23%, permitiendo recuperar la inversión en un periodo de 2 años. Teniendo en cuenta que el presupuesto requerido para implementar el proyecto es un 70% préstamo de inversión para saldar en 5 años y el 30% capital propio de los directivos del proyecto.

La propiedades de los aceites V&A han posicionados estos aromas como los preferidos en industrias cosmetológicas y de fragancia, así como también en aromaterapia, medicina vegetal, productos de higiene personal y limpieza doméstica, el aceite esencial de Vetiver o conocido por su nombre científico Chrysopogon zizanioides es obtenido a partir de las raíces de esta planta perteneciente a la familia de las gramíneas, de la que también hacen parte el limoncillo y la citronela. A menudo se emplea en aromaterapia con fines terapéuticos. La composición química de este aceite le confiere cualidades antimicrobianas, antioxidantes, calmantes y también actúa como antiinflamatorio. Por su parte el "Sándalo del Oeste de Indias" o Amyris es utilizado como sustituto del Aceite de Sándalo - Santalum album o Santalum austrocaledonicum, aditivo suave en productos para piel seca, ayuda a relajarse en situaciones de tensión y agresión, depresión e insomnio, el olor de este aceite es amaderado, picante, duradero e intenso, sus ingredientes tienen efecto regenerador en la piel, inhibe la inflamación por su efecto antiséptico haciéndolo adecuado para las pequeñas heridas o abrasiones y para las irritaciones de la piel.

En los últimos 5 años se ha observado un incremento efectivo de intercambio comercial de aceites esenciales con un monto de USD \$258,202.332 hasta USD \$337,225.949 que indica la recuperación ascendente a corto plazo de este nicho. La diversificación del mercado de esencias y la poca presencia de RD en el mismo, fueron el motor impulsor para la estratégica selección de los 2 aceites objetos de estudio del presente proyecto, considerando que estas especies (*Amyris balsamífera* & *Vetiver zizanioides*) son endémicas en la fauna de RD, existiendo además excelentes condiciones para su cultivo. República Dominicana desaprovecha la oportunidad de estar presente en el mercado de Aceites Esenciales con las esencias de V&A, partiendo de la incapacidad de su mayor exportador "Haití" para producir en los últimos 4 años, provocando en consecuencia una demanda insatisfecha de dichos productos altamente cotizados. No existe en el país capacidad productiva de V&A, dado que la mayoría de las plantas productoras son ilegítimas o asociadas a empresas internacionales que producen para exportar sin brindar ganancias neta al territorio Dominicano.

La destilación por arrastre de vapor de agua, sigue siendo el método predilecto para la extracción de aceite esencial con solventes orgánicos o con calentamiento directo, debido a la cantidad de ventajas que tiene con relación a estos sistemas. Es una realidad que el ahorro con el vapor de agua en comparación al costo de los solventes orgánicos es significativo, además de esto esta técnica asegura la integridad de la muestra evitando que se recaliente el aceite esencial permitiéndole al mismo conservar sus componentes más delicados. La destilación de este tipo no requiere el uso de equipos sofisticados, lo que supone un proceso más dinámico, fácil de maniobrar, con pocos riesgos de seguridad para el operador y consumidor.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Priorizar las inversiones nacionales para llevar a cabo el proyecto, como segunda opción buscar soporte financiero al banco de desarrollo industrial BDI oficina que presenta una tasa de interés actual de **7.54%** .
- Implementar a mediano-largo plazo la automatización de procesos para la extracción de aceites esenciales de Vetiver y Amyris, sobre todo en los alambiques, para la carga y descarga del cartucho con la finalidad de optimizar el tiempo de las operaciones.
- Llevar a cabo los planes ambientales expuestos en el proyecto para retroalimentar a largo plazo la planta industrial con la materia prima necesaria .
- Realizar un plan o estrategia para el consumo de gas de la planta con alternativas menos invasivas, a partir de los desechos de la materia prima utilizada. Desarrollar el estudio de subproductos Vetiver como potencial biomasa para generación de energía.
- Adquirir equipos de extracción de laboratorios, para fines experimentales a pequeña escala con la finalidad de estudiar el comportamiento de los aceites en distintas condiciones científicamente controladas.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

Moreno, Y. Moreno, J. (2022) *Diseño de Reactor cilíndrico para producción de Biogás aprovechando estiércol bovino*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia

Rupp, E. Thomen, A. (2021). *Sistema Agroforestal Jaragua: Modelo de Producción Sostenible de Bosque Seco*. Grupo Jaragua, Inc. República Dominicana.

Gonzales, Y. Veliz, M. (2020). *Extracción y caracterización del aceite esencial de mango obtenido de residuos agroindustriales*. Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

Encarnación, S. Mora, T. Mulder, N., (2020). *Estrategia Nacional de Exportación de Servicios Modernos*. Industria Comercio y Mipymes, Santo Domingo República Dominicana.

Arcasi, J. Enríquez, A. Percy, A. Villantoy, F. Zúñiga, L. (2019). *Plan de negocios para la comercialización de aceites esenciales en la zona 7 de Lima Metropolitana Perú*. Universidad ESAN. Lima, Perú.

Portillo, E. (2019). *Ingeniería de Procesos. Análisis económico de procesos químicos*, E.T.S. de Ingeniería, Sevilla, España.

Ceballos, V. (2017). *Aceites esenciales en la conservación de alimentos*. Programa de Microbiología. Universidad Libre Seccional Pereira, Colombia.

Mena, C. Vargas, J. (2015). *Análisis del mercado potencial para los aceites milenarios*. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, Colombia.

Grlasqui, V. Ríos, W. Rodríguez, L. (2015). *Diseño, Construcción e Instalación de un Condensador con Envolvente Multitubular para la Obtención de Aceites Esenciales para el Laboratorio de Procesos y Operaciones Unitarias de la F.I.Q-UNAP*, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Perú.

Ángulo, A. Cardona, M. Lozano, E. Montañez, A. (2014). Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de plantas medicinales y aromáticas. v. 1: *Aceites esenciales extraídos de las plantas medicinales y aromáticas*. Sistema de Bibliotecas SENA.

Masango, P. (2014) *Cleaner Production of essential oils by steam distillation*, ELSEVIER.

Álvarez, M. Cosío, S. Meléndez, R. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México.

Mérida, M. (2012). *Estudio del rendimiento y composición del aceite esencial de diferentes poblaciones silvestres de Lippia chiapasensis Loes. del altiplano occidental guatemalteco*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.

Santos, L. (2012). *Estudio de Factibilidad para una empresa extractora de aceites esenciales en base a semillas de uva y papaya*. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias de la Administración, Buga, Guadalajara.

Montoya, G. (2010). *Aceites Esenciales. Una Alternativa de Diversificación para el Eje Cafetero*, Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Manizales, Colombia.

Paredes, D. Quinatoa, F. (2010). *Desarrollo de un sistema de extracción de aceites*, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Noriega, P. (2009). *Extracción, química, actividad biológica, control de calidad y potencial económico de los aceites esenciales*. Centro de Investigación y Valoración de la Biodiversidad CIVABI, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Bandoni, A. Dileo, P. Van Baren, C. (2009) *¿Son realmente útiles los aceites esenciales?*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile.

Stashenko, E. (2009). *Aceites esenciales*, Ciudad Universitaria de Bucaramanga-Santander: CENIVAM.

Arenales, Y. Carvajal, J. López, E. (2009). *Diseño y Construcción de una Planta para la Extracción de Aceites Esenciales con Capacidad para 300 kg de Material Vegetal*, Universidad industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Silva, C. (2007). *Estudio de factibilidad para creación de empresa productora de aceite esencial de maracuyá*. Escuela Politécnica Nacional, Universidad Pública de Quito, Ecuador.

Cerpa, M. (2007). *Hidrodestilación de Aceites Esenciales: Modelado y Caracterización*. Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid (UVa). España.

González, W. Vera, C. (2007). *Diseño de construcción y estudio de factibilidad para la creación de una empresa de trituradoras de material vegetal para extracción de aceites esenciales*. Universidad industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica, Bucaramanga, Colombia.

Fontecha, R. Lizarazo, H. (2007). *Diseño y construcción de un equipo de destilación para la extracción de aceites esenciales*. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica, Bucaramanga, Colombia.

Arias, W. Granados, R. (2007). *Diseño de una Planta Extractora de Aceites Esenciales*, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Ortuño, M. (2006) *Manual Práctico de Aceites Esenciales, Aromas y Perfumes*, AIYANA, Madrid, España.

Hernández, V. (2005). *Comparación de la calidad del aceite esencial crudo de citronela (Cymbopogon winteriana jowitt) en función de la concentración de geraniol obtenido por medio de extracción por arrastre con vapor y maceración*. Guatemala, República de Guatemala.

Cerutti, M. Neumayer, F. (2004). *Introducción a la Obtención de Aceite Esencial de Limón*, Universidad Invenio, Costa Rica.

Martínez, A. (2003). *Aceites esenciales*. Facultad de Química Farmacéutica. Medellín, Colombia.

Denny, T. (2001). *Field Distillation for Herbaceous Oils*, McKenzie Associates, Australia.

Ávila, Z. (2001). *Química Orgánica, Experimentos con un enfoque ecológico*. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM, México.

Domínguez, S. (1990). *Química Orgánica Experimental*. Limusa-Noriega, México.

Pavia, D. Lampman, G. Kriz. G. (1988). *Introduction to Organic Laboratory Techniques*. Saunders College, Fort Worth.

Buonocore, D. (1980). *Diccionario de Bibliotecología*. Buenos Aires, Argentina.

Dalrymple, D. Moore, J. (1976). *Experimental Methods in Organic Chemistry*. W. B. Saunders, USA.

SITIOS WEB

Ahuja, K. Essential Oils Market Outlook Report 2023-2032. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/essential-oil-market> información extraída el 29 de Septiembre 2022.

All about Organic Essential Oils and USDA Organic Certification & Seal. <https://www.newdirectionsaromatics.com/products/essential-oils/> información extraída el 30 de septiembre 2022.

Essentials Oils. <https://www.fao.org/common-pages/search/en/?q=essential%20oils> información extraída el 29 de octubre 2022.

International Organization for Standardization “ISO”, <http://www.iso.org> información extraída el 30 de octubre de 2022.

U.S. Food and Drug Administration “FDA” <https://www.accessdata.fda.gov> información extraída el 30 de octubre del 2022.

Vetiver & Amyris Oils. <https://nidoessentialoil.com/products/amyris/> información extraída el 5 de noviembre del 2022.

Dirección General de Aduanas “DGA” “*Datos abiertos Gob RD*”. <https://datos.gob.do/dataset/160b11af-7baf-420d-b68f-90d210e7c42b/resource/876ef755-7ff1-4b04-acf7-5c4241315c1e>, información extraída 28 de diciembre 2022.

Doria Serrano, Ma. del Carmen. (2009). Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. Educación química, 20(4), 412-420, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000400004&lng=es&tlng=es información extraída en 29 de julio de 2023

Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo, “*Plan de Desarrollo de la provincia San Juan*”.

<https://mepyd.gob.do/mepyd/wp-content/uploads/archivos/planificacion/planes-para-desarrollo/san-juan.pdf> información extraída 30 de diciembre 2022.

Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas “EITI”, “*Autorizaciones Legales*” <https://eitird.mem.gob.do/autorizaciones-ambientales/> información extraída 2 de enero 2023.

ANEXOS

ANEXO I TABLAS

**TABLA 16. PRINCIPALES EXPORTADORES MUNDIALES DE ACEITES
ESENCIALES, PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO MUNDIAL (2017-2022)**

Importadores	Part. exp mundiales 2017(%)	Part. exp mundiales 2018(%)	Part. exp mundiales 2019(%)	Part. exp mundiales 2020(%)	Part. exp mundiales 2021(%)	Part. exp mundiales 2022(%)
Francia	13.7	13.4	13.3	12.7	13.1	14.1
Estados Unidos	10	9.3	9.1	8.8	8.1	8.8
Alemania	8.1	7.9	7.7	7.3	7.2	7.5
Singapur	5	5.7	6.4	6.8	6.2	6.3
República de Corea	3.8	4.3	4.3	5.3	5.4	4.8
Japón	2.8	3.5	3.7	4.7	4.6	3.8
Italia	4.2	4.1	3.9	3.7	3.8	4.4
Reino Unido	4.5	4.1	3.8	3.8	3.6	3.6
España	3.5	3.6	3.6	3.3	3.5	3.9
China	3.7	3.8	3.9	3.7	3.8	4.5

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap. Lista de los exportadores para “Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética”.

**TABLA 17. PRINCIPALES EXPORTADORES MUNDIALES DE ACEITES
ESENCIALES, PRECIOS DE VENTAS Y PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
MUNDIAL (2021-2022)**

Importadores	Valores exportados 2021 (Millones de USD)	Valores exportados 2022 (Millones de USD)	Participación en las exportaciones mundiales (%)
Mundiales	\$157,625.46	\$162,302.797	100
Francia	\$22,007.67	\$22,921.140	14
Estados Unidos	\$13,562.18	\$14,249.645	8.6
Alemania	\$11,926.02	\$11,967.375	7.6
Singapur	\$10,393.09	\$10,216.444	6.6
Corea	\$9,051.17	\$7,803.551	5.7
Japón	\$7,648.46	\$6,172.947	4.9
Italia	\$6,231.12	\$7,173.076	4
Reino Unido	\$5,998.88	\$5,783.088	3.8
España	\$5,901.01	\$6,290.886	3.7
China	\$5,650.78	\$7,287.619	3.6

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap. Lista de los exportadores para “Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética”.

**TABLA 18. PRINCIPALES IMPORTADORES MUNDIALES DE ACEITES
ESENCIALES, PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO MUNDIAL (2017-2022)**

Exportadores	Part. imp. mundiales 2017(%)	Part. imp. mundiales 2018(%)	Part. imp. mundiales 2019(%)	Part. imp. mundiales 2020(%)	Part. imp. mundiales 2021(%)	Part. imp. mundiales 2022(%)
China	6	8.6	10.8	13.9	14.2	12.9
Estados Unidos	10.6	10.4	9.7	9.2	9.7	11.6
Alemania	6.4	6	5.6	5	5	5
Francia	4.6	4.4	4.3	4	4	4.2
Reino Unido	5.1	4.7	4.4	4	3.7	4.1
Singapur	2.8	3.1	3.2	2.9	2.8	2.9
Países bajos	2.6	2.5	2.4	2.5	2.6	2.8
Canadá	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.6
España	2.8	2.7	2.6	2.4	2.3	2.6

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap. Lista de los importadores para “Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética”.

**TABLA 19. PRINCIPALES IMPORTADORES MUNDIALES DE ACEITES
ESENCIALES, PRECIOS DE VENTAS Y PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
MUNDIAL (2021-2022)**

Exportadores	Valores importados en 2021 (Millones de USD)	Valores importados en 2022 (Millones de USD)	Participación en las importaciones mundiales (%)		Arancel equivalente al valor aplicado por el país (%)
			2021	2022	
Mundiales	\$164,429.02	\$166,670.335	100	100	-
China	\$22,023.08	\$21,618.195	13.4	13	17.3
Estados Unidos	\$16,546.32	\$19,450.808	10.1	11.7	0.4
Alemania	\$7,952.21	\$7,869.003	4.8	4.7	0.4
Francia	\$6,798.46	\$7,004.670	4.1	4.2	0.4
Reino Unido	\$6,278.24	\$6,831.423	3.8	4.1	0.4
Singapur	\$4,703.43	\$4,788.377	2.9	2.9	0
Países bajos	\$4,397.55	\$4.682.351	2,7	2.8	0.4
Canadá	\$3,976.28	\$4,405.730	2.4	2.6	1.8
España	\$3,959.55	\$4,407.953	2.4	2.6	0.4

Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap. Lista de los importadores para “Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética”.

TABLA 33. ESTADOS DE INGRESOS NETO

ÍTEM	En M USD				
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
1. INGRESOS TOTALES.	0.00	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75
2. COSTOS DIRECTOS.	0.00	419.99	419.99	419.99	419.99
Materias primas y Materiales	0.00	342.11	342.11	342.11	342.11
Salarios Directos (25% Fza. Trabajo)	0.00	65.53	65.53	65.53	65.53
Costo de Transporte y Acopio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros Gastos Directos	0.00	12.35	12.35	12.35	12.35
Servicios Públicos.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3. COSTOS INDIRECTOS	0.00	227.21	227.21	227.21	227.21
Gastos Administrativos	<i>0.00</i>	<i>186.58</i>	<i>186.58</i>	<i>186.58</i>	<i>186.58</i>
Salarios (25% Fza. Trabajo)	0.00	183.48	183.48	183.48	183.48
Gastos de oficinas	0.00				
Gastos de transporte	0.00				
Seguridad social e impuestos	0.00	3.10	3.10	3.10	3.10
Otros	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>
Vigilancia	0.00				
Seguros	0.00				
Asistencia técnica	0.00				
Costos de venta y distribución	<i>0.00</i>	<i>40.63</i>	<i>40.63</i>	<i>40.63</i>	<i>40.63</i>
Publicidad	0.00				
Transporte, Acopio y Comunicaciones	0.00	40.63	40.63	40.63	40.63
Imprevistos	0.00				
Aranceles	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4. COSTOS DE OPERACIÓN (2+3)	0.00	647.20	647.20	647.20	647.20
5. DEPRECIACION Y AMORTIZACION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. GASTOS FINANCIEROS (Intereses)	0.00	7.57	7.57	7.57	7.57
7. COSTOS TOTALES (4+5+6)	0.00	654.77	654.77	654.77	654.77
8. UTILIDADES BRUTAS (1-7)	0.00	407.97	407.97	407.97	407.97
9. RESERVA PARA CONTINGENCIAS	0.00	20.40	20.40	20.40	20.40
10. UTILIDADES IMPONIBLES (8-9)	0.00	387.58	387.58	387.58	387.58
11. IMPUESTO S/UTILIDADES.	0.00	3.88	3.88	3.88	3.88
12. UTILIDADES NETAS (10-11)	0.00	383.70	383.70	383.70	383.70
13. FONDO DE ESTIMULACIÓN	0.00	24.90	24.90	24.90	24.90
14. FONDO DE DESARROLLO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15. DIVIDENDOS (12-13-14)	0.00	358.80	358.80	358.80	358.80
PARTE EXTRANJERA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PARTE EJECUTORA/ INVERSIONISTA	0.00	358.80	358.80	358.80	358.80
16. UTILIDADES NO DISTRIBUIDAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Robles, Collado, 2023. Estados de ingresos neto.

TABLA 34. FLUJO DE PAGO DEL PRÉSTAMO

Condiciones: 540.00 M USD a pagar en 5 Años, al 39 % de interés, con 1 año de gracia para el principal pagando intereses, __ () extracción.							
No.	Años	Préstamo Solicitado	Préstamo Solic.Total	Deuda Total	Intereses 8%	Principal a pagar	Reembolso Total
AÑO #1							
1	Enero	540.74	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
2	Febrero	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
3	Marzo	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
4	Abril	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
5	Mayo	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
6	Junio	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
7	Julio	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
8	Agosto	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
9	Septiembre	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
10	Octubre	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
11	Noviembre	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
12	Diciembre	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
SUB TOTAL AÑO #1		540.74			0.00	0.00	0.00

AÑO #2							
13	Enero	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
14	Febrero	0.00	540.74	540.74	0.00	0.00	0.00
15	Marzo	0.00	540.74	540.74	1.89	27.04	28.93
16	Abril	0.00	540.74	513.71	0.00	0.00	0.00
17	Mayo	0.00	540.74	513.71	0.00	0.00	0.00
18	Junio	0.00	540.74	513.71	1.89	27.04	28.93
19	Julio	0.00	540.74	486.67	0.00	0.00	0.00
20	Agosto	0.00	540.74	486.67	0.00	0.00	0.00
21	Septiembre	0.00	540.74	486.67	1.89	27.04	28.93
22	Octubre	0.00	540.74	459.63	0.00	0.00	0.00
23	Noviembre	0.00	540.74	459.63	0.00	0.00	0.00
24	Diciembre	0.00	540.74	459.63	1.89	27.04	28.93
SUB TOTAL AÑO #2		0.00			7.57	108.15	115.72
AÑO #3							
25	Enero	0.00	540.74	432.60	0.00	0.00	0.00
26	Febrero	0.00	540.74	432.60	0.00	0.00	0.00
27	Marzo	0.00	540.74	432.60	1.89	27.04	28.93
28	Abril	0.00	540.74	405.56	0.00	0.00	0.00
29	Mayo	0.00	540.74	405.56	0.00	0.00	0.00

30	Junio	0.00	540.74	405.56	1.89	27.04	28.93
31	Julio	0.00	540.74	378.52	0.00	0.00	0.00
32	Agosto	0.00	540.74	378.52	0.00	0.00	0.00
33	Septiembre	0.00	540.74	378.52	1.89	27.04	28.93
34	Octubre	0.00	540.74	351.48	0.00	0.00	0.00
35	Noviembre	0.00	540.74	351.48	0.00	0.00	0.00
36	Diciembre	0.00	540.74	351.48	1.89	27.04	28.93
SUB TOTAL AÑO #3		0.00			7.57	108.15	115.72
AÑO #4							
37	Enero	0.00	540.74	324.45	0.00	0.00	0.00
38	Febrero	0.00	540.74	324.45	0.00	0.00	0.00
39	Marzo	0.00	540.74	324.45	1.89	27.04	28.93
40	Abril	0.00	540.74	297.41	0.00	0.00	0.00
41	Mayo	0.00	540.74	297.41	0.00	0.00	0.00
42	Junio	0.00	540.74	297.41	1.89	27.04	28.93
43	Julio	0.00	540.74	270.37	0.00	0.00	0.00
44	Agosto	0.00	540.74	270.37	0.00	0.00	0.00
45	Septiembre	0.00	540.74	270.37	1.89	27.04	28.93
46	Octubre	0.00	540.74	243.33	0.00	0.00	0.00
47	Noviembre	0.00	540.74	243.33	0.00	0.00	0.00
48	Diciembre	0.00	540.74	243.33	1.89	27.04	28.93

SUB TOTAL AÑO #4		0.00		7.57	108.15	115.72
AÑO #5						
49	Enero	0.00	540.74	216.30	0.00	0.00
50	Febrero	0.00	540.74	216.30	0.00	0.00
51	Marzo	0.00	540.74	216.30	1.89	27.04
52	Abril	0.00	540.74	189.26	0.00	0.00
53	Mayo	0.00	540.74	189.26	0.00	0.00
54	Junio	0.00	540.74	189.26	1.89	27.04
55	Julio	0.00	540.74	162.22	0.00	0.00
56	Agosto	0.00	540.74	162.22	0.00	0.00
57	Septiembre	0.00	540.74	162.22	1.89	27.04
58	Octubre	0.00	540.74	135.19	0.00	0.00
59	Noviembre	0.00	540.74	135.19	0.00	0.00
60	Diciembre	0.00	540.74	135.19	1.89	27.04
SUB TOTAL AÑO #5		0.00		7.57	108.15	115.72
AÑO #6						
61	Enero	0.00	540.74	108.15	0.00	0.00
62	Febrero	0.00	540.74	108.15	0.00	0.00
63	Marzo	0.00	540.74	108.15	1.89	27.04
64	Abril	0.00	540.74	81.11	0.00	0.00
65	Mayo	0.00	540.74	81.11	0.00	0.00
66	Junio	0.00	540.74	81.11	1.89	27.04

67	Julio	0.00	540.74	54.07	0.00	0.00	0.00
68	Agosto	0.00	540.74	54.07	0.00	0.00	0.00
69	Septiembre	0.00	540.74	54.07	1.89	27.04	28.93
70	Octubre	0.00	540.74	27.04	0.00	0.00	0.00
71	Noviembre	0.00	540.74	27.04	0.00	0.00	0.00
72	Diciembre	0.00	540.74	27.04	1.89	27.04	28.93
SUB TOTAL AÑO #6		0.00			7.57	108.15	115.72
TOTAL GENERAL		540.74			37.85	540.74	578.60

TASA INTERÉS MENSUAL =	7 (%)	=1.40%
	5 (Anual)	

Fuente: Robles, Collado, 2023. Flujo de pago del préstamo

TABLA 35. COSTOS DE PRODUCCIÓN POR AÑOS

ÍTEM	En M USD				
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
1. COSTOS DIRECTOS.	0.00	419.99	419.99	419.99	419.99
Materias primas y Materiales, Portadores Energéticos, Otros materiales Auxiliares	0.00	342.11	342.11	342.11	342.11
Salarios Directos (25% Fza. Trabajo)	0.00	65.53	65.53	65.53	65.53
Otros Gastos de Producción.	0.00	6.35	6.35	6.35	6.35
Costo de Transporte y Acopio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos de mantenimiento o taller (Servicio público o Interno)	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Servicios Públicos.					
2. COSTOS INDIRECTOS	0.00	227.21	227.21	227.21	227.21
Gastos Administrativos	0.00	186.58	186.58	186.58	186.58
Salarios (25% Fza. Trabajo)	0.00	183.48	183.48	183.48	183.48
Gastos de oficinas					
Gastos de transporte					
Seguridad social e impuestos		3.10	3.10	3.10	3.10
Otros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vigilancia					
Seguros					
Costos de venta y distribución	0.00	40.63	40.63	40.63	40.63
Publicidad					
Transporte, Acopio y Comunicaciones	0.00	40.63	40.63	40.63	40.63
Imprevistos					
Aranceles					

3. COSTOS DE OPERACIÓN (1+3)	0.00	647.20	647.20	647.20	647.20
4. DEPRECIACION Y AMORTIZACION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. GASTOS FINANCIEROS	0.00	7.57	7.57	7.57	7.57
6. COSTOS TOTALES (3+4+5)	0.00	654.77	654.77	654.77	654.77

Fuente: Robles, Collado, 2023. Presupuesto de Costos de producción por año.

TABLA 36. FLUJO DE CAJA PARA LA PLANIFICACIÓN FINANCIERA

ÍTEM	AÑOS					En M USD
	1	2	3	4	5	
1) Entrada de Efectivos	772.49	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75	
<i>Recursos financieros:</i>	772.49	0.00	0.00	0.00	0.00	
Aporte propio	231.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
Préstamo	540.74	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Ventas</i>	0.00	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75	
2) Salida de Efectivos	772.49	766.80	766.80	766.80	766.80	
<i>Capital fijo</i>	568.99	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Incremento capital de trabajo</i>	203.51					
<i>Costo de operación</i>	0.00	647.20	647.20	647.20	647.20	
<i>Impuestos</i>	0.00	3.88	3.88	3.88	3.88	
<i>Dividendos</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Servicio de la deuda:</i>	0.00	115.72	115.72	115.72	115.72	
Intereses	0.00	7.57	7.57	7.57	7.57	
Reembolsos	0.00	108.15	108.15	108.15	108.15	
3) Saldo Anual	0.00	295.95	295.95	295.95	295.95	
4) Saldo Acumulado	0.00	295.95	591.90	887.85	1,183.80	

Fuente: Robles, Collado, 2023. Flujo de caja para la planificación financiera

TABLA 37. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

PARÁMETRO	% VARIA.	VAN AL 12%	RVAN	TIR	PER. REC. (MESES)
TODOS LOS PARÁMETROS EN CONDICIONES PREVISTAS	0	174.16	0.32	22.97%	24 MESES
ÍTEM			En M USD		
			AÑOS		
	1	2	3	4	5
1. ENTRADA DE EFECTIVOS	0.00	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75
2. SALIDA DE EFECTIVOS.	0.00	791.70	791.70	791.70	791.70
3. SALDO ANUAL (A - B)	0.00	271.05	271.05	271.05	271.05
4. SALDO ACUMULADO	0.00	271.05	542.10	813.15	1,084.20

PARÁMETRO	% VARIA.	VAN AL 12%	RVAN	TIR	PER. REC. (MESES)
COSTOS DE OPERACIÓN	+10	17.45	0.03	13.19%	24 MESES
ÍTEM			En M USD		
			AÑOS		
	1	2	3	4	5
1. ENTRADA DE EFECTIVOS	0.00	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75
2. SALIDA DE EFECTIVOS.	0.00	856.42	856.42	856.42	856.42
3. SALDO ANUAL (A - B)	0.00	206.33	206.33	206.33	206.33
4. SALDO ACUMULADO	0.00	206.33	412.66	618.99	825.32

PARÁMETRO	% VARIA.	VAN AL 12%	RVAN	TIR	PER. REC. (MESES)
COSTOS DE OPERACIÓN	-5	252.52	0.47	27.34%	20 MESES
ÍTEM			En M USD		
			AÑOS		
	1	2	3	4	5
1. ENTRADA DE EFECTIVOS	0.00	1,062.75	1,062.75	1,062.75	1,062.75
2. SALIDA DE EFECTIVOS.	0.00	759.34	759.34	759.34	759.34
3. SALDO ANUAL (A - B)	0.00	303.41	303.41	303.41	303.41
4. SALDO ACUMULADO	0.00	303.41	606.82	910.23	1,213.64

PARÁMETRO	% VARIA.	VAN AL 12%	RVAN	TIR	PER. REC. (MESES)
PRECIOS DE VENTA	+5	302.83	0.56	30.02%	20 MESES
ÍTEM			En M USD		
			AÑOS		
	1	2	3	4	5
1. ENTRADA DE EFECTIVOS	0.00	1,115.88	1,115.88	1,115.88	1,115.88
2. SALIDA DE EFECTIVOS.	0.00	791.70	791.70	791.70	791.70
3.SALDO ANUAL (A - B)	0.00	324.19	324.19	324.19	324.19
4.SALDO ACUMULADO	0.00	324.19	648.37	972.56	1,296.75

PARÁMETRO	% VARIA.	VAN AL 12%	RVAN	TIR	PER. REC. (MESES)
PRECIOS DE VENTA	-5	45.50	0.08	15.06%	24 MESES
ÍTEM			En M USD		
			AÑOS		
	1	2	3	4	5
1. ENTRADA DE EFECTIVOS	0.00	1,009.61	1,009.61	1,009.61	1,009.61
2. SALIDA DE EFECTIVOS.	0.00	791.70	791.70	791.70	791.70
3.SALDO ANUAL (A - B)	0.00	217.91	217.91	217.91	217.91
4.SALDO ACUMULADO	0.00	217.91	435.82	653.74	871.65

Fuente: Robles, Collado, 2023. Análisis de sensibilidad

TABLA 38. DISTRIBUCIÓN DE COSTOS Y GANANCIAS AMYRIS

	Mensual	Anual
Cantidad de Operaciones	4.00	24
Costo de productos fabricados	\$ 44,712.74	\$ 268,276.46
Ingresos Totales	\$ 94,197.28	\$ 565,183.67
Resultado bruto a vender	\$ 49,484.53	\$ 296,907.20
Salario directo mensual	\$ 15,290.00	\$ 91,740.00
Tarifa de venta (\$800.00 USD/Drum)	\$ 5,585.45	\$ 33,512.73
Ganancia a acumular	\$ 34,194.53	\$ 171,654.48

Cant de Tanques

40

FINANCIAMIENTO MÍNIMO		\$ 44,712.74
Imprevisto y Otros (5%)		\$ 2,235.64
FINANCIAMIENTO MÍNIMO		\$ 46,948.38
Financiamiento Necesario (CAPITAL DE TRABAJO)	3 MESES	\$ 140,845.14

Fuente: Robles, Collado, 2023. Distribución de Costos y Ganancias Amyris

TABLA 38. DISTRIBUCIÓN DE COSTOS Y GANANCIAS VETIVER

	Mensual	Anual	Cant de Tanque
Cantidad de Operaciones	10.00	60	9
Costo de productos fabricados	\$ 51,651.79	\$ 309,910.72	
Ingresos totales	\$ 82,927.25	\$ 497,563.48	
Resultado bruto a vender	\$ 31,275.46	\$ 187,652.76	
Salario directo mensual	\$ 15,290.00	\$ 91,740.00	
Tarifa de venta (\$800.00 USD/Drum)	\$ 1,186.91	\$ 7,121.45	
Beneficio a acumular	\$ 15,985.46	\$ 88,791.30	

FINANCIAMIENTO MÍNIMO		\$ 51,651.79
Imprevisto y Otros (5%)		\$ 2,582.59
FINANCIAMIENTO MÍNIMO		\$ 54,234.38
Financiamiento Necesario (CAPITAL DE TRABAJO)	3 MESES	\$ 162,703.13

Fuente: Robles, Collado, 2023. Distribución de Costos y Ganancias Vetiver

TABLA 38. COSTOS OPERATIVOS

Operaciones PROMEDIO al mes	U/M	AMYRIS	VETIVER	Precio de venta del Aceite (2024)	U/M	AMYRIS	VETIVER
Cantidad de Galones por Operación	Galones	4.00	10.00	USD/KG	70.00	290.00	
Cantidad de Kilogramos Por Operación	Kg	96.00	8.16	Costo Produccion Promedio al Mes	USD	44,712.74	51,651.79
		336.42	28.60	Otros Costo Indirect Promedio al Mes	USD	20,875.45	

VETIVER & AMYRIS													
Description	u/m	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviemb	Diciemb
Produccion Aceites Escencial	AMYRIS	Oper.	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Gls	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Kg	1,345.68	1,345.68	1,345.68	1,345.68	1,345.68	1,345.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VETIVER	Oper.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
		Gls	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.60	81.60	81.60	81.60	81.60
		Kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	285.96	285.96	285.96	285.96	285.96
Produccion Acumuladas Aceites Escencial	AMYRIS	Kg	1,345.68	2,691.35	4,037.03	5,382.70	6,728.38	8,074.05	8,074.05	8,074.05	8,074.05	8,074.05	8,074.05
		Tanques	6.73	13.46	20.19	26.91	33.64	40.37	40.37	40.37	40.37	40.37	40.37
		USD	94,197.28	188,394.56	282,591.83	376,789.11	470,986.39	565,183.67	565,183.67	565,183.67	565,183.67	565,183.67	565,183.67
	VETIVER	Kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	285.96	571.91	857.87	1,143.82	1,429.78
		Tanques	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	2.86	4.29	5.72	7.15
		USD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	82,927.25	165,854.49	248,781.74	331,708.99	414,636.23
Importe de Aceite Escencial Mensuales	AMYRIS & VETIVER	USD	94,197.28	188,394.56	282,591.83	376,789.11	470,986.39	565,183.67	565,183.67	565,183.67	565,183.67	565,183.67	
Importe por Venta Acumuladas de Aceite Escencial	AMYRIS & VETIVER	USD	94,197.28	188,394.56	282,591.83	376,789.11	470,986.39	565,183.67	648,110.91	731,038.16	813,365.41	896,892.65	

Materia Prima Necesaria por Mes	AMYRIS	CANT	M3/mes	192.00	192.00	192.00	192.00	192.00	192.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		PRECIO	USD/m3	83.49	83.49	83.49	83.49	83.49	83.49	83.49	83.49	83.49	83.49	83.49
		IMPORTE	USD	16,029.68	16,029.68	16,029.68	16,029.68	16,029.68	16,029.68	0.00	0.00	0.00	0.00	
	VETIVER	CANT	M3/mes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	480.00	480.00	480.00	480.00	
		PRECIO	USD/m3	17.06	17.06	17.06	17.06	17.06	17.06	17.06	17.06	17.06	17.06	
		IMPORTE	USD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,188.80	8,188.80	8,188.80	8,188.80	
Materia Prima Acumuladas	AMYRIS	m3	192.00	384.00	576.00	768.00	960.00	1,152.00	1,152.00	1,152.00	1,152.00	1,152.00		
		USD	16,029.68	32,059.37	48,089.05	64,118.74	80,148.42	96,178.11	96,178.11	96,178.11	96,178.11	96,178.11		
	VETIVER	m3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	480.00	960.00	1,440.00	1,920.00		
		USD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,188.80	16,377.60	24,566.40	32,755.20		
Importe de Materia Prima Acumulada		USD	16,029.68	32,059.37	48,089.05	64,118.74	80,148.42	96,178.11	104,366.91	112,555.71	120,744.51	128,933.31		

Fuente: Robles, Collado, 2023. Costos operativos

ANEXO II FIGURAS

ETAPAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL CONDENSADOR

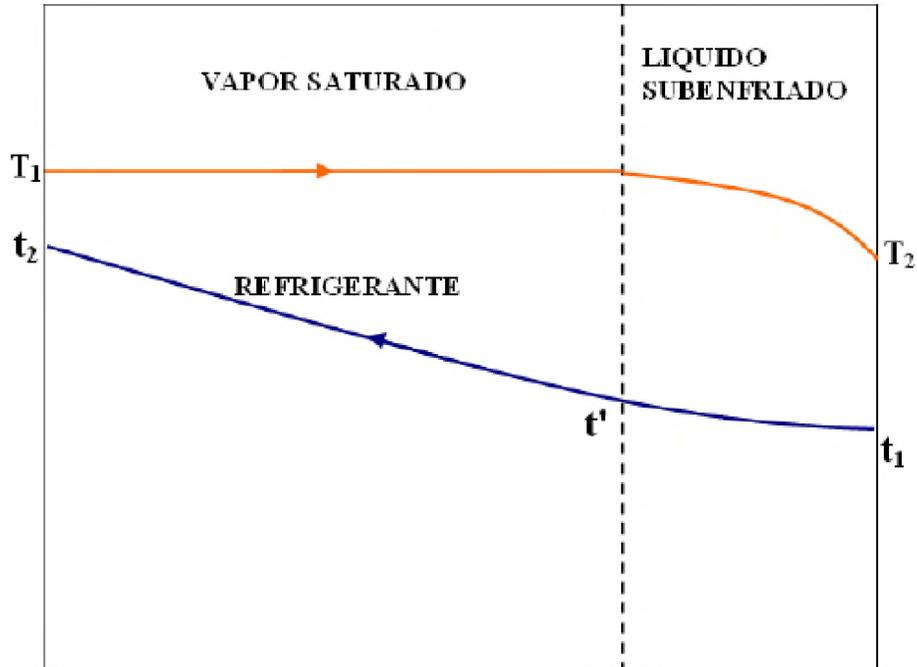


Figura 6. Etapas de transferencia de calor en el condensador. López E, Arenales y Carvajal J, (2009). Diseño y Construcción de una Planta para la Extracción de Aceites Esenciales con Capacidad para 300 kg de Material Vegetal.

PRINCIPALES EXPORTADORES MUNDIALES DE ACEITES ESENCIALES

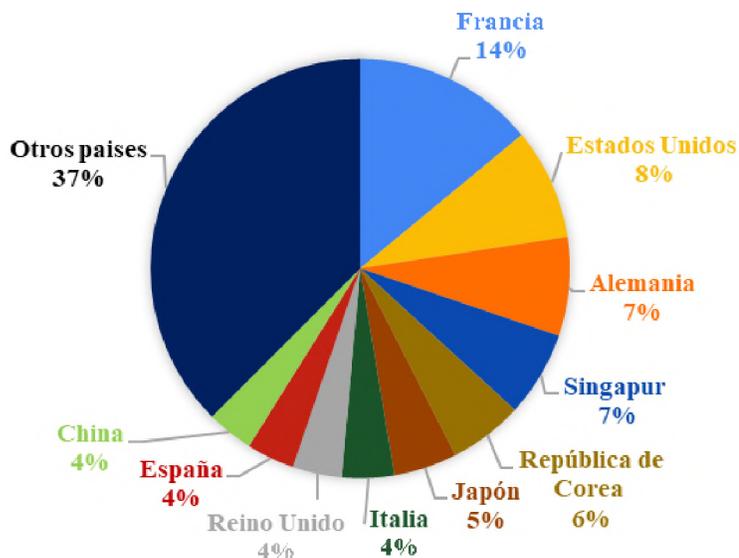


Figura 10. Participación en las exportaciones mundiales (%). Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap

PRINCIPALES IMPORTADORES MUNDIALES DE ACEITES ESENCIALES

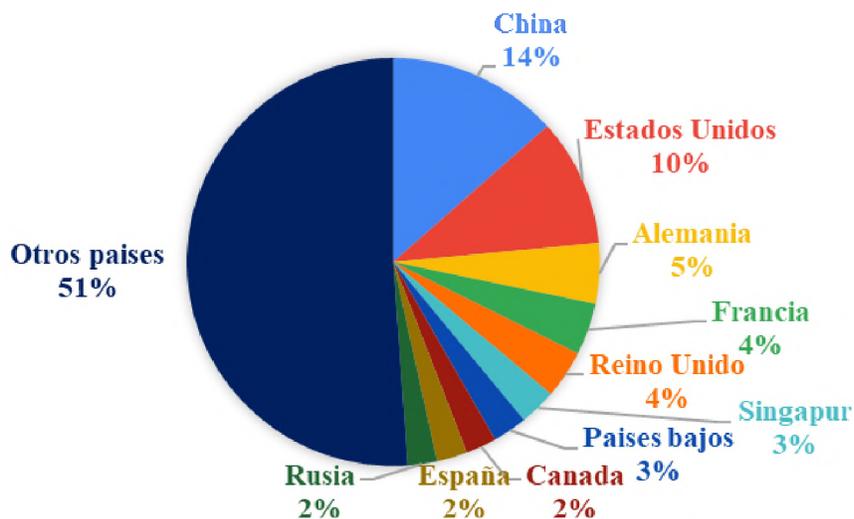


Figura 11. Participación en las importaciones mundiales (%). Fuente: Robles, Collado, 2023. TradeMap.

7/19/2019 11:09:57 AM Result:

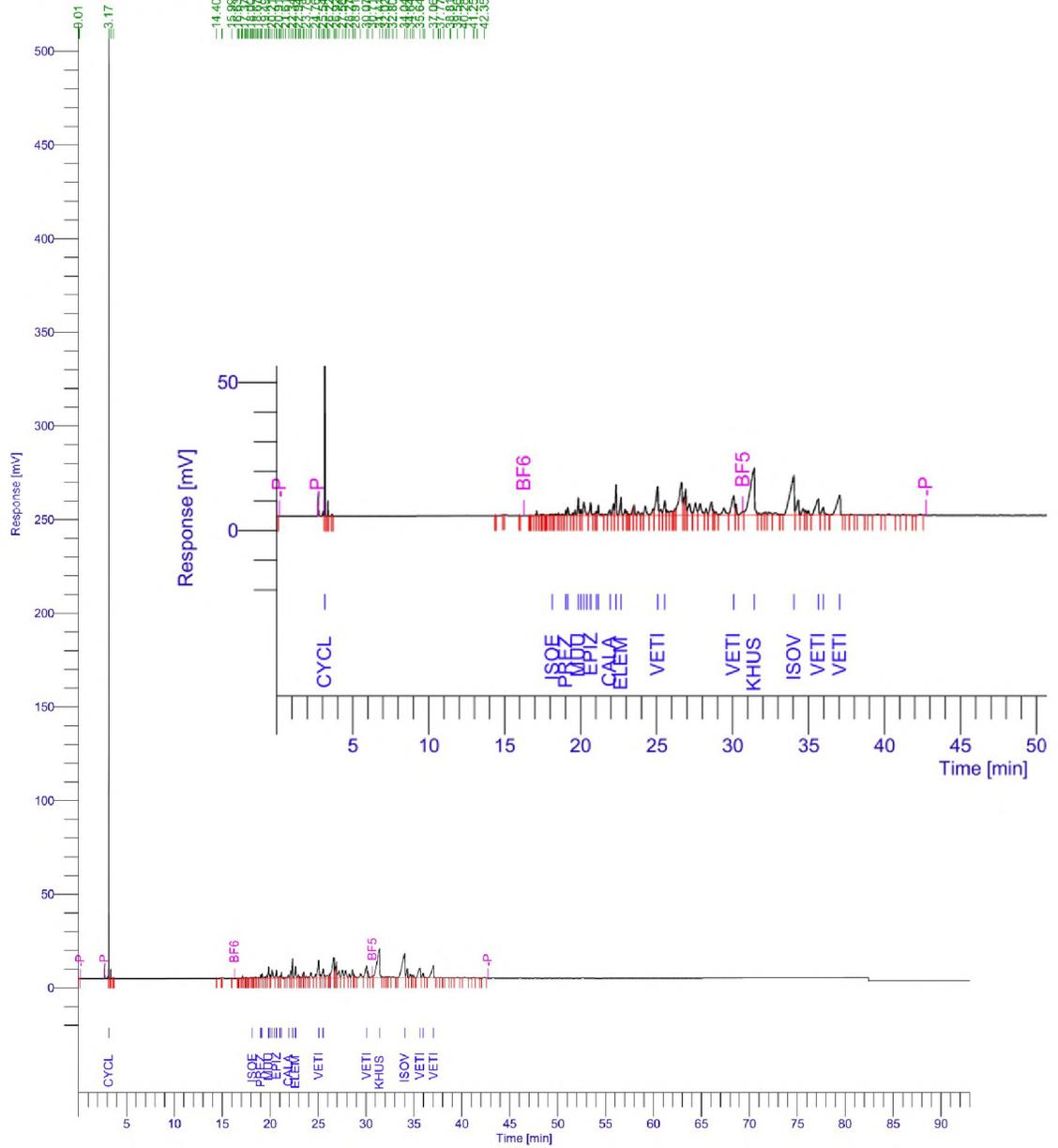


Figura 16. Robles, Collado, 2023. Cromatograma de aceite de Vetiver

Peak #	Component Name	Retention Time [min]	Area [%]	Height [uV]	Area [uV·s]
3	Cyclo-Hexane	3.165	26.39	501399.72	833981.52
4		3.364	0.29	5167.93	9069.57
5		3.646	0.04	706.07	1387.22
12		17.045	0.04	352.37	1335.14
13		17.126	0.15	1538.78	4747.81
14		17.366	0.06	457.73	1823.54
15		17.442	0.04	335.27	1143.26
16		17.529	0.07	461.50	2113.10
17		17.652	0.02	177.62	773.50
19		17.904	0.03	162.74	1021.32
20		17.998	0.06	520.69	1864.10
21	isoeugenol <(E)>	18.146	0.07	524.90	2057.63
22		18.200	0.07	486.01	2216.27
23		18.348	0.11	565.55	3474.91
24		18.535	0.10	838.37	3098.31
25		18.668	0.05	295.68	1487.93
26		18.799	0.08	546.46	2478.75
27	prezizaene	19.023	0.23	1734.54	7286.88
28	khusimene	19.164	0.46	2644.20	14409.39
29		19.485	0.14	836.40	4348.86
30		19.637	0.29	1773.62	9306.51
31	muurolene <alpha>	19.850	0.97	6026.25	30750.79
32	vetispirene <alpha>	20.011	0.31	1999.33	9912.00
33	vetispirene <beta>	20.211	1.23	4564.83	38748.34
34	muurolene <gamma>	20.424	0.10	525.06	3108.26
35	epizonarene	20.659	0.79	4233.36	25093.19
36		20.908	0.18	668.91	5660.67
37	zonarene	21.023	0.20	1279.78	6321.42
38	vetivenene <gamma>	21.162	0.53	3486.71	16856.14
39		21.382	0.14	527.78	4554.20
40		21.609	0.13	491.53	4033.13
41	calacorene <alpha>	21.927	0.45	1760.00	14188.93
42		22.175	0.77	3968.13	24183.00
43	Vetivenene-Beta	22.337	1.78	10323.02	56410.13
44	Elemol-Beta	22.658	1.23	6051.66	39010.86
45		22.937	0.40	1919.38	12524.95
46		23.046	0.20	1181.42	6168.84
47		23.180	0.09	526.99	2818.79
48		23.436	0.46	2371.95	14563.38
49		23.514	0.60	3512.57	18970.34
50		23.781	0.35	1239.91	11022.57
51		24.031	0.20	831.67	6407.51
52		24.262	0.92	3084.90	29071.41
53		24.764	0.60	2164.76	18922.50
54	Vetiveryl Acetate	25.074	3.22	9653.09	101627.38
55		25.282	0.57	1967.54	18063.76
56	oplopenone <beta>	25.538	1.22	4940.81	38425.56
57		25.675	0.44	1668.59	13927.85
58		25.947	0.49	1423.05	15435.67
59		26.052	0.24	1268.89	7677.37

7/19/2019 11:09:57 AM Result:

Peak #	Component Name	Retention Time [min]	Area [%]	Height [uV]	Area [μ V·s]
60		26.217	0.43	2131.44	13683.25
61		26.659	5.40	11059.55	170578.24
62		26.795	1.21	5981.15	38400.16
63		26.923	1.77	8767.66	55801.98
64		27.160	1.53	3918.98	48277.26
65		27.558	1.43	4186.74	45213.65
66		27.863	1.58	3947.06	49858.83
67		28.271	0.57	2278.94	18105.08
68		28.619	1.40	4550.93	44294.90
69		28.732	0.31	1785.24	9829.72
70		28.914	0.28	979.53	8928.02
71		29.446	1.22	2364.86	38592.65
72	Vetiselinol	30.070	2.69	6605.86	85071.22
73		30.232	0.74	3783.61	23407.36
74		30.708	0.51	1157.70	16106.52
75	Khusimol	31.415	10.78	15884.22	340734.25
76		31.743	0.23	779.09	7381.04
77		32.017	0.20	732.22	6398.52
78		32.176	0.26	962.20	8271.80
79		32.389	0.45	907.20	14208.06
80		32.798	0.44	735.30	14004.27
81		33.177	0.08	241.67	2499.30
82	Isovelencenol	34.039	8.44	13347.37	266841.18
83		34.324	1.52	5238.27	48107.36
84		34.639	0.65	2143.61	20466.02
85		34.816	0.36	1595.55	11496.37
86		35.006	0.34	1456.98	10759.68
87	Vetivone-Beta	35.644	2.48	5432.03	78271.71
88	Isovalencenal	35.963	0.80	2604.55	25440.43
89		36.112	0.17	564.50	5293.29
90	Vetivone-Alpha	37.056	3.49	6719.89	110200.93
91		37.570	0.03	109.21	867.77
92		37.771	0.08	282.05	2372.88
95		39.563	0.12	377.24	3906.45
96		40.279	0.16	489.51	5009.88
97		41.246	0.08	267.52	2581.46
98		41.580	0.06	132.76	1850.83
99		42.351	0.12	358.80	3668.46
			100.00	730049.00	3160665.24

Figura 17. Robles, Collado, 2023. Composición cromatográfica de aceite de Vetiver.

Chromatogram

Sample Name : Sample # 003 Page 1 of 1
 FileName : C:\PenExe\ToxSI\Ver6.3.2\Examples\OIL TEST 101\AMYRYS\RESULTS\Elite 5A-202.raw
 Date : 4/9/2019 10:43:57 AM
 Method : amyris test_terpenes 2.mth Time of Injection: 4/9/2019 9:32:44 AM
 Start Time : 27.96 min End Time : 41.66 min Low Point : 4.06 mV High Point : 22.38 mV
 Plot Offset: 4.06 mV Plot Scale: 18.3 mV



Figura 18. Robles, Collado, 2023. Cromatograma de aceite de Vetiver.

Peak #	Component Name	Retention Time [min]	Area [%]	Height [uV]	Area [$\mu\text{V}\cdot\text{s}$]
1	Cyclo-Hexane	3.380	49.16	176988.71	462992.26
2		3.666	0.50	1654.15	4740.05
3		4.085	0.07	226.22	700.53
	Terpenes	32.334	8.02	19497.03	75525.91
28	Elemol	34.394	6.01	10355.13	56625.10
29	trans-Nerolidol	34.645	0.23	617.29	2194.16
30		35.056	0.09	219.92	832.04
34	Rosifolol	35.841	0.43	865.97	4058.30
35	Hedycayol	35.975	0.55	1117.50	5133.69
36	Dehydrolinalol	36.111	0.12	258.48	1143.61
37	epi-gamma-Eudesmol	36.405	5.29	9924.75	49860.05
38		36.476	0.38	1133.68	3587.11
39	gamma-Eudesmol	36.693	2.81	5474.35	26475.49
40		36.873	0.20	310.10	1871.28
41		37.030	0.50	832.40	4735.65
42	Valerianol	37.399	18.48	17346.99	174038.50
43	7-epi-alpha-Eudesmol	37.513	5.46	12924.40	51447.46
44		37.761	0.08	117.41	781.99
45		37.896	0.19	430.54	1755.76
46		38.078	0.42	470.46	3953.31
47		38.393	0.10	168.21	907.03
48		38.547	0.21	296.91	1955.29
49		38.802	0.05	95.74	457.71
50		39.009	0.06	94.24	567.81
53		39.632	0.16	375.38	1500.65
54		39.783	0.09	121.95	814.40
55		40.191	0.34	466.56	3235.83
			100.00	262384.44	941890.99

Figura 19. Robles, Collado, 2023. Composición cromatográfica de aceite de Amyris

ANEXO III ENCUESTA

Le agradeceríamos su colaboración completando la siguiente encuesta orientada al estudio de aceites esenciales en República Dominicana. Proyecto avalado por la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

1- ¿Cuántas empresas producen y exportan aceites esenciales en República Dominicana?

- 1- 10
- 10-20
- 20-50
- Más de 50

2- ¿Cuál es el nivel de importación de los aceites esenciales en República Dominicana?

- Bajo
- Medio
- Alto

3- ¿Qué cantidad de aceites esenciales de Vetiver zizanioides y Amyris balsamifera se importa hacia República Dominicana?

4- ¿Con qué frecuencia se importan estos aceites hacia República Dominicana?

- Mensual
- Bimensual
- Trimestral
- Semestral
- Anual

5- ¿Considera usted que son pocas las empresas que exportan el aceite esencial que se produce en República Dominicana?

- Si
- No

6- En caso de ser afirmativa su respuesta. ¿Cuál piensa que pueden ser las causas?

- Incumplimiento de requisitos.
 - Materia prima insuficiente.
 - Incumplimiento de parámetros de calidad para exportación del producto.
 - Poca factibilidad.
 - Informalidad de empresas productoras.
 - Desconocimiento de la demanda internacional de aceites esenciales
 - Otro
-

¿Qué cantidad de aceites esenciales de Vetiver Zizanioides y Amyris Balsamífera se importa hacia República Dominicana?

6 respuestas

No podemos proporcionarle una cantidad exacta , pero la importación de ambos aceites es elevada .

Se importa una gran cantidad de toneladas de Vetiver , en comparación con el Amyris, aunque este ultimo es exportado de forma irregular por RD.

No sé de estos 2 aceites en específico pero de forma general, en los últimos años se han importado mas de 100 millones de dólares en aceite esencial .

En rango se puede decir que Media Baja. Se utilizan mayormente en el la industria cosmética, pero no es tan conocido como el aceite de argán, aguacate o macadamia

Se puede considerar alto, de acuerdo a la demanda que tienen para la elaboración de productos, un promedio mensualmente de 100,000 litros de ambos aceites

exclusivamente de esos aceites en particular (en comparación con otros aceites esenciales) se importa un rango medio, esto ya sea por su coste de importación y su poco conocimiento en la industria etc, empresas específicas son los principales y mayores compradores de estos aceites para la elaboración de sus productos.